



Library of the Museum  
OF  
COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Deposited by ALEX. AGASSIZ.

*No. 3029.  
Jan 23 - Apr. 14, 1894.*







# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

---



**COMPTES RENDUS**  
HEBDOMADAIRES  
**DES SÉANCES**  
**DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES**

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

---

**TOME CENT-DIX-HUITIÈME.**

JANVIER — JUIN 1894.

---

**PARIS,**

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Quai des Grands-Augustins, 55.

1894



1894

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXVIII.

N° 1 (2 Janvier 1894).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
Quai des Grands-Augustins, 55.

1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 20 JUIN 1869 ET 4 MAI 1875.

Les *Comptes rendus* hebdomadaires des séances de l'Académie se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

## ARTICLE 1<sup>er</sup>. — Impressions des travaux de l'Académie.

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'il y a eu rédaction écrite par leur auteur et qu'elle a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 50 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

## ARTICLE 2. — Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

## ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

## ARTICLE 4. — Planches et tirage à part.

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

## ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les adresser au Secrétariat au plus tard le jour qui précède la séance suivante. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



---

---

# ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1<sup>er</sup> JANVIER 1894.

---

## SCIENCES MATHÉMATIQUES.

### SECTION I<sup>re</sup>. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (G. O. \*).  
JORDAN (Marie-Euennmond-Camille) (O. \*).  
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. \*).  
POINCARÉ (Jules-Henri) \*.  
PICARD (Charles-Émile) \*.  
APPELL (Paul-Émile) \*.

### SECTION II. — *Mécanique.*

RESAL (Henry-Amé) (O. \*).  
LÉVY (Maurice) (O. \*).  
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) \*.  
DEPREZ (Marcel) (O. \*).  
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. \*).  
LÉAUTÉ (Henry) \*.

### SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. \*).  
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. \*).  
LEWY (Maurice) (O. \*).  
TISSERAND (François-Félix) (O. \*).  
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) \*.  
CALLANDREAU.

### SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

ABBADIE (Antoine-Thompson D') \*.  
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. \*).  
GRANDIDIER (Alfred) \*.  
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. \*).  
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. \*).  
N. . . . .

**SECTION V. — Physique générale.**

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. \*).  
 CORNU (Marie-Alfred) (O. \*).  
 MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. \*).  
 LIFFMANN (Gabriel) \*.  
 BECQUEREL (Antoine-Henri) \*.  
 POTIER (Alfred) (O. \*).

**SCIENCES PHYSIQUES.****SECTION VI. — Chimie.**

FREMY (Edmond) (C. \*).  
 FRIEDEL (Charles) (O. \*).  
 TROOST (Louis-Joseph) (O. \*).  
 SCHÜTZENBERGER (Paul) (O. \*).  
 GAUTIER (Émile-Justin-Armand) \*.  
 MOISSAN (Henri) \*.

**SECTION VII. — Minéralogie.**

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. \*).  
 PASTEUR (Louis) (G. C. \*).  
 DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) O. \*.  
 FOUQUÉ (Ferdinand-André) \*.  
 GAUDRY (Jean-Albert) (O. \*).  
 MALLARD (François-Ernest) (O. \*).

**SECTION VIII. — Botanique.**

DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. \*).  
 NAUDIN (Charles-Victor) \*.  
 TREGUL (Auguste-Adolphe-Lucien).  
 CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. \*).  
 VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) \*.  
 BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) \*.

**SECTION IX. — Économie rurale.**

Messieurs :

SCHLÆSING (Jean-Jacques-Théophile) (O. \*).

REISET (Jules) (O. \*).

CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (O. \*).

DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. \*).

DUCLAUX (Pierre-Émile) (O. \*).

N. . . . .

**SECTION X. — Anatomie et Zoologie.**

BLANCHARD (Charles-Émile) (O. \*).

LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. \*).

EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. \*).

SAPPEY (Phibert-Constant) (C. \*).

RANVIER (Louis-Antoine) \*.

PERRIER (Jean-Octave-Edmond) \*.

**SECTION XI. — Médecine et Chirurgie.**

MAREY (Étienne-Jules) (O. \*).

BROWN-SÉQUARD (Charles-Édouard) \*.

BOUCHARD (Charles-Jacques) \*.

VERNEUIL (Aristide-Auguste-Stanislas) (C. \*).

GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. \*).

POTAIN (Pierre-Carl-Édouard) (O. \*).

**SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.**

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. \*), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. \*), pour les Sciences physiques.

**SECRÉTAIRE PERPÉTUEL HONORAIRE.**

PASTEUR (Louis) (G. C. \*).

**ACADÉMICIENS LIBRES.**

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. \*).  
 LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. \*).  
 FAVÉ (Général Hdephose) (G. O. \*).  
 DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. \*).  
 FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. \*).  
 HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (O. \*).  
 JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE)  
 (G. O. \*).  
 CAILLETET (Louis-Paul) (O. \*).  
 BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) \*.  
 BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (C. \*).

**ASSOCIÉS ÉTRANGERS.**

TCHÉBICHEF (Pafnutij) (C. \*), à Saint-Petersbourg.  
 THOMSON (Sir William) (C. \*), à Glasgow.  
 BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. \*), à Heidelberg.  
 HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand, VON) (C. \*), à Berlin.  
 VAN BENEDEN (O. \*), à Louvain.  
 LISTER (Sir John), à Londres.  
 NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Érik, baron) (C. \*).  
 N. . . . .

**CORRESPONDANTS.**

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1868 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant :

**SCIENCES MATHÉMATIQUES.****SECTION I<sup>re</sup>. — Géométrie (6).**

NEUMANN (Franz-Ernst), à Königsberg.  
 SYLVESTER (James-Joseph) (O. \*), à Oxford.  
 WEIERSTRASS (Charles) \*, à Berlin.  
 BRIOSCHI (François), à Milan.  
 SALMON (George), à Dublin.  
 SOPHUS LIE, à Leipzig.



**SECTION II. — Mécanique (6).**

Messieurs :

BELTRAMI (Eugène), à Pavie.  
 SIRE (Georges-Étienne), à Besançon.  
 CONSIDÈRE (Armand-Gabriel), \*, à Quimper.  
 AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.  
 VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel), \*, à Lorient.  
 RIGGENBACH (Nicolas), \*, à Olten (Suisse).

**SECTION III. — Astronomie (16).**

HIND (John-Russell), à Londres.  
 CAYLEY (Arthur), à Cambridge.  
 STRUYE (Otto-Wilhelm) (C. \*), à Pulkowa.  
 LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.  
 HUGGINS (William), à Londres.  
 NEWCOMB (Simon), à Washington.  
 STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), \*, à Marseille.  
 HALL (Asaph), à Washington.  
 GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) \*, à Stockholm.  
 SCHIAPARELLI (Jean-Virginus), à Milan.  
 GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cambridge (États-Unis).  
 LANGLEY (Samuel), à Washington.  
 AUVERS (Arthur), à Berlin.  
 RAYET (Georges-Antoine-Pons), à Bordeaux.  
 PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase), à Nice.  
 N. . . . .

**SECTION IV. — Géographie et Navigation (8).**

RICHARDS (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.  
 DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.  
 TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.  
 SERPA PINTO (Alexandre-Albert DA ROCHA DE), \*, à Lisbonne.  
 GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. \*), prince souverain de Monaco, à Monaco.  
 MANEX (Eugène-Hippolyte-Léopold-Marie) (O. \*), à Fleury (Seine-et-Oise), et à Paris.  
 TILLO (Alexis DE), à Saint-Petersbourg.  
 N. . . . .

**SECTION V. — Physique générale (9).**

Messieurs :

STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.  
 CROVA (André-Prosper-Paul) ✽, à Montpellier.  
 RAYLEIGH (John-William, Baron), à Essex.  
 AMAGAT (Émile-Hilaire), à Lyon.  
 RAOULT (François-Marie) ✽, à Grenoble.  
 ROWLAND (Henry-Augustin), ✽, à Baltimore.  
 WIEDEMANN (Gustave-Henri) (O. ✽), à Leipzig.  
 BICHAT (Ernest-Adolphe), à Nancy.  
 N. . . . .

**SCIENCES PHYSIQUES.****SECTION VI. — Chimie (9).**

MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.  
 FRANKLAND (Edward) à Londres.  
 WILLIAMSON (Alexander-Williams), à Londres.  
 LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✽, à Cognac.  
 REBOUL (Pierre-Edmond) ✽, à Marseille.  
 BAEYER (Adolf DE), à Munich.  
 HALLER (Albin), à Nancy.  
 KEKULÉ (Friedrich-August), à Bonn.  
 ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✽), à Londres.

**SECTION VII. — Minéralogie (8).**

HALL (James), à Albany.  
 PRESTWICH (Joseph), à Shoreham, near Sevenoaks, Kent.  
 GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✽, à Lille.  
 SCACCHI (Arcangelo), à Naples.  
 SUESS (Édouard), à Vienne.  
 POMEL (Nicolas-Auguste) ✽, à Alger.  
 GEIKIE (Archibald), à Londres.  
 N. . . . .

**SECTION VIII.** — *Botanique* (10).

Messieurs :

- HOOKER (Sir Jos. Dalton), à Kew, près Londres.  
 PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.  
 SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Marquis DE) \*, à Aix.  
 CLOS (Dominique) \*, à Toulouse.  
 SIRODOT (Simon) \*, à Rennes.  
 GRAND'EURY (François-Cyrille) \*, à Saint-Étienne.  
 AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.  
 MILLARDET (Alexis) \*, à Bordeaux.  
 MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.  
 TREUB (Melchior) \*, à Buitenzorg, près Batavia (Java).

**SECTION IX.** — *Économie rurale* (10).

- MARÈS Henri-Pierre-Louis) \*, à Montpellier.  
 LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Hertfordshire).  
 DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. \*), à Aix.  
 GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Hertfordshire).  
 LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.  
 MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (C. \*), à Rome.  
 HOUZEAU (Auguste) \*, à Rouen.  
 ARLOING (Saturnin) \*, à Lyon.  
 HELLRIEGEL, à Bernburg (Allemagne).  
 N. . . . .

**SECTION X.** — *Anatomie et Zoologie* (10).

- LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.  
 STEENSTRUP (Johannes-Japetus-Smith), à Copenhague.  
 DANA (James-Dwight), à New-Haven (Connecticut).  
 HUXLEY (Thomas-Henry), à Hodeslea, Eastbourne (England).  
 VOGT (Carl) \*, à Genève.  
 AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).  
 FABRE (Jean-Henri) \*, à Sérignan (Vaucluse).  
 COTTEAU (Gustave-Honoré) \*, à Auxerre.  
 MARION (Antoine-Fortuné) \*, à Marseille.  
 N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

- VIRCHOW (Rudolph), à Berlin.  
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✽), à Lyon.  
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✽), à Téhéran.  
HANNOVER (Adolphe), à Copenhague.  
PAGET (Sir James), à Londres.  
LÉPINE (Jacques-Raphaël) ✽, à Lyon.  
LUDWIG (Carl), à Leipzig.  
ROLLET (Martin-Pierre-Joseph), ✽, à Lyon.
-



# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU MARDI 2 JANVIER 1894,

PRÉSIDENTE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur un problème de Mécanique ;*  
par M. J. BERTRAND.

« Si Képler, en étudiant le mouvement des planètes, avait découvert seulement qu'elles décrivent des ellipses, sans rien nous apprendre sur la position du foyer et sur la loi du mouvement dans cette orbite, aurait-on pu, de ce seul résultat, érigé en principe général, déduire la loi de l'attraction newtonienne? J'ai proposé ce problème, il y a plus de vingt ans, en indiquant la marche à suivre pour le résoudre. Des géomètres illustres ont bien voulu s'y appliquer, et les réponses données par Halphen et par M. Darboux ont place aujourd'hui dans les traités de Mécanique analytique et de Mécanique céleste. MM. Tisserand et Appell les reproduisent dans leurs savants Ouvrages.

» Le problème peut s'énoncer ainsi :

» Un point matériel est sollicité par une force dont les composantes, pour chaque point de l'espace où il se trouve, sont déterminées en fonctions des coordonnées de ce point. Quelle est la loi de ces forces pour laquelle le point, quelles que soient les conditions initiales, décrit une section conique ?

» La réponse suivante est remarquable par sa simplicité. Si la vitesse initiale est tangente à la direction de la force agissant au point de départ, la composante normale étant nulle, le rayon de courbure de la trajectoire est infini. La conique se réduit, par conséquent, à une ligne droite. On en conclut que la direction de la force en un point M étant MP, elle restera la même pour tous les points de cette droite, et, par conséquent, les forces cherchées forment un faisceau de droites dont chacune représente la direction de la force en un quelconque de ses points.

» *Toutes ces forces passent par un même point.* — Soient M, en effet, un point quelconque, et MP la direction correspondante de la force, M' un autre point de l'espace et M'P' la force qui agit en M'; supposons que le point mobile partant de M, la vitesse initiale soit dirigée dans le plan PMM'. Ce plan sera évidemment celui de l'ellipse décrite. Si l'on choisit la direction et la grandeur de la vitesse de telle sorte que la trajectoire passe en M', la force accélératrice en ce point devant être dans le plan de la trajectoire, M'P' est située dans le plan PMM' et rencontre par conséquent PM. Des lignes droites en nombre infini, et se rencontrant toutes deux à deux, passent nécessairement par un même point. Soit G ce point.

» Nous supposerons, ce postulatum est indispensable, que l'action sur chaque point de l'espace soit une fonction de la distance au point G.

» *Le point attirant G est situé sur l'un des axes de l'une quelconque des ellipses trajectoires.*

» Abaissons, en effet, du point G une normale GA sur l'ellipse parcourue, en considérant le mobile parvenu en A, on voit immédiatement que la direction de la vitesse étant perpendiculaire à GA, la trajectoire, quelle que soit la loi d'attraction, est symétrique par rapport à GA. Or, une normale par rapport à laquelle l'ellipse est symétrique est un axe.

» *En nommant A et A' les deux sommets situés sur l'axe qui contient le point G, les actions exercées en ces deux points sont entre elles dans le rapport de  $\overline{GA'}^{-2}$  à  $\overline{GA}^{-2}$ , c'est-à-dire de  $\frac{1}{\overline{GA}^2}$  à  $\frac{1}{\overline{GA'}^2}$ .*

» La force qui sollicite le mobile étant, en effet, dirigée vers le point G, les aires décrites dans des temps égaux à partir des points A et A' sont équivalentes, et, par conséquent, les vitesses  $v$  et  $v'$  en ces deux points sont inversement proportionnelles aux rayons vecteurs normaux GA et GA'. Les rayons de courbure  $\rho$  et  $\rho'$  en deux sommets d'une même ellipse étant égaux, les fractions  $\frac{v^2}{\rho}$  et  $\frac{v'^2}{\rho'}$  ont pour rapport  $\frac{v^2}{v'^2}$ ; mais ces fractions représentent précisément les forces accélératrices qui sont en A et en A' normales à la trajectoire, et dont le rapport, égal à  $\frac{v^2}{v'^2}$ , l'est aussi à  $\frac{1}{GA^2} : \frac{1}{GA'^2}$ .

» Les actions exercées aux distances GA et GA' sont donc inversement proportionnelles aux carrés de ces distances. Il reste à prouver que ces distances sont arbitraires et indépendantes l'une de l'autre. Le point de départ A, pour lequel la vitesse initiale sera supposée perpendiculaire à GA, peut, évidemment, être choisi arbitrairement. Ce choix étant fait, l'ellipse décrite dont un sommet est en A contient un paramètre arbitraire représenté par la grandeur de la vitesse initiale dont la direction seule est donnée. Ce paramètre permet de faire varier le second sommet A', et les distances GA et GA' sont indépendantes l'une de l'autre; c'est donc pour des distances arbitraires et indépendantes que l'action est inversement proportionnelle au carré de la distance.

» Un cas d'exception doit être signalé : c'est celui où le sommet A', malgré la vitesse arbitraire, serait déterminé quand le sommet A est donné. On doit avoir, dans ce cas,  $GA = GA'$  et le point G est le centre de l'ellipse. Quelle que soit en effet la loi d'attraction, le cercle est une des trajectoires possibles; il correspond au cas où la vitesse initiale au point A rendrait la force centripète dans le cercle de rayon GA égale à l'intensité de l'attraction en A. On aura alors  $GA = GA'$  et, d'après notre hypothèse, cette relation convient à toutes les ellipses.

» Lorsque le point qui décrit une ellipse est attiré vers le centre, la force est proportionnelle à la distance.

» Une attraction dirigée vers un centre fixe, proportionnelle à la distance ou inversement proportionnelle à son carré, est donc la seule force déterminée en chaque point de l'espace qui puisse faire décrire des ellipses à toutes les planètes. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation aux dérivées partielles qui se rencontre dans la théorie de la propagation de l'électricité.* Note de M. ÉMILE PICARD.

« M. Poincaré vient de développer, dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, des considérations extrêmement intéressantes sur l'équation des télégraphistes, qu'il ramène à la forme

$$(1) \quad \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = U.$$

» On peut retrouver de la manière la plus simple les résultats de M. Poincaré, en appliquant à l'équation précédente une méthode célèbre de Riemann <sup>(1)</sup>, fondamentale dans la théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre à caractéristiques réelles. Pour appliquer cette méthode, on commencera seulement par transformer l'équation en posant

$$2u = x + t, \quad 2v = x - t,$$

de sorte que l'équation devient

$$(2) \quad \frac{\partial^2 U}{\partial u \partial v} + U = 0.$$

» Pour l'équation (1), M. Poincaré se donne, comme conditions initiales, les valeurs de

$$U \quad \text{et} \quad \frac{\partial U}{\partial t} \quad (\text{pour } t = 0),$$

ces valeurs étant seulement différentes de *zéro* pour  $x$  compris entre  $a$  et  $b$ . On voit alors que pour l'équation (2) on peut considérer la fonction  $U$  ainsi que ses dérivées partielles du premier ordre comme données sur la bissectrice de l'angle des axes; les valeurs données sont seulement différentes de *zéro* sur un segment fini de cette bissectrice.

» Nous serons dans les conditions d'application de la méthode de Riemann, si nous pouvons trouver l'intégrale de l'équation (2), qui, pour

(1) On trouvera une remarquable exposition de cette méthode dans le Tome II des *Leçons* de M. Darboux, p. 71.

( 17 )

$u = u_0$  prend la valeur  $um$  quel que soit  $v$ , et qui, pour  $v = v_0$ , prend la valeur  $un$  quel que soit  $u$ . Or cette recherche est immédiate, car, en posant

$$z = (u - u_0)(v - v_0),$$

on trouvera une fonction  $U = \varphi(z)$  satisfaisant à l'équation (2); en effet, on obtient ainsi l'équation de Bessel

$$z \frac{d^2 \varphi}{dz^2} + \frac{d\varphi}{dz} + \varphi = 0,$$

et la fonction cherchée est une série de Bessel. Les rapports de cette dernière équation avec l'équation (2) sont d'ailleurs bien connus.

» Je développerai ailleurs les calculs élégants, fondés sur la méthode de Riemann, qui permettent de discuter les intégrales de l'équation (1), calculs qui n'offrent aucune difficulté. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Étude chimique sur la nature et les causes du verdissement des Huîtres*; par MM. **AD. CHATIN** et **A. MUNTZ**.

« Quand on cherche à se rendre compte des causes qui déterminent la viridité des Huîtres à Marennes, la Tremblade, Saint-Jean-de-Luz, etc., on est conduit à reconnaître que ces causes, plus complexes que certaines observations n'ont porté un moment à le croire, relèvent à la fois de la Chimie et de l'Histoire naturelle. C'est au côté chimique du sujet qu'est consacrée la présente Étude.

» Coste, adoptant l'opinion déjà fort accréditée, suivant laquelle la cause du verdissement serait dans la nature du fond (vase) des huîtres, demanda à un jeune chimiste déjà distingué et qui devait illustrer la science française, attaché aux laboratoires du Collège de France (nous avons nommé M. Berthelot), l'analyse de la vase des claires de Marennes. Allant au delà, M Berthelot soumit aussi à son examen les Huîtres vertes elles-mêmes. Bien qu'assez sommaires, les recherches de M. Berthelot lui donnèrent les résultats suivants :

1° Il n'y a aucun rapport de composition entre le vert des Huîtres et la chlorophylle des plantes, ainsi qu'avec les diverses autres matières colo-

rantes connues, tant des animaux que des végétaux; sur ce point, la question est close;

» 2<sup>o</sup> Que les Huitres contiennent du fer;

» 3<sup>o</sup> Que les vases renferment du sulfure de fer, auquel elles doivent leur couleur noire (1).

» La première des conclusions ci-dessus met à néant l'opinion suivant laquelle la viridité des Huitres serait due à la simple absorption de la chlorophylle des algues vertes ou à une maladie du foie. Quant aux deux autres conclusions, le présent travail n'est autre chose que leur développement.

» *A. Recherche du fer dans l'Huitre.* — En prévision de l'existence de très petites quantités de fer diluées dans une grosse masse de matières organiques animales, nous ne pouvions entourer les dosages (l'analyse quantitative s'imposait) de ce corps de trop de précautions.

» Nous avons donné la préférence au procédé par le permanganate de potasse qu'employa Boussingault dans le cours de ses recherches sur les proportions de fer que renferme l'organisme animal. Par là nous avons pu évaluer les plus faibles quantités de ce métal avec une grande exactitude.

» Toutes les évaluations sont rapportées à la matière organique sèche, qui, débarrassée des éléments étrangers (sel marin, etc.) qui l'accompagnent, nous a paru offrir la base de comparaison la plus uniforme. Le fer est représenté à l'état métallique dans les dosages.

» L'origine de la matière verte étant notre objectif principal et cette matière ayant surtout pour siège les branchies, nous avons procédé séparément et comparativement au dosage du fer : (a), dans les branchies ; (b) dans le reste du corps, resté incolore.

» Les résultats sont exposés dans le Tableau suivant :

Provenance des Huitres.	Fer pour 100 :	
	dans les branchies.	dans le reste du corps.
Marennès (février).....	<sup>gr</sup> 0,0702	<sup>gr</sup> 0,0318
Cancale (février).....	0,0379	0,0241
Cancale (mai).....	0,0804	0,0476
Arcachon (mai).....	0,0625	0,0357
Sables-d'Olonne (avril).....	0,0833	0,0436

» On voit qu'en toutes ces analyses, c'est uniformément dans les bran-

(1) BERTHELOT in COSTE, *Voyage sur les côtes de France et d'Italie.*

chies que le fer est le plus abondant, sa proportion y étant généralement le double de celle qui se trouve dans le reste du corps.

» Cet important résultat est rendu encore plus sensible, quand on sépare du reste incolore du corps les palpes labiaux, toujours aussi colorés que les branchies, et aussi l'estomac, dans lequel se trouvent des débris organiques et des particules terreuses assez riches en fer. Voici quelques analyses faites de ce point de vue :

Provenance des Huitres.	Fer pour 100	
	dans les branchies.	dans la chair blanche du corps.
Sables-d'Olonne (avril) . . . . .	0 <sup>gr</sup> , 0833	0 <sup>gr</sup> , 0351
Cancalle (mai) . . . . .	0 <sup>gr</sup> , 0804	0 <sup>gr</sup> , 0365

» Le fer est donc réparti d'une façon très inégale dans le corps de l'Huitre, les branchies en contenant au moins deux fois plus pour un poids donné que la masse incolore du corps.

» L'accumulation du fer dans les branchies, établie par l'analyse, est encore rendue manifeste par la jolie expérience suivante, où le fer se montre aux yeux.

» Si l'on incinère avec précaution une Huitre étalée sur une plaque de porcelaine pour en conserver la forme, tout en évitant des courants d'air qui pourraient enlever, vers la fin de l'opération, tout ou partie des cendres, on voit apparaître, sur tout le pourtour du corps occupé par les branchies, des stries ou filets ocracés parallèles, qui dessinent nettement les papilles branchiales dont ils tiennent la place.

» Des points ocracés se montrent aussi là où étaient des palpes labiaux.

» Les rayons ocreux que forme l'oxyde de fer sur les branchies des Huitres incinérées ont une intensité de couleur très variable, mais en rapport constant avec les proportions de fer indiquées par l'analyse, proportions qui correspondent elles-mêmes à l'intensité, variable, de la coloration des Huitres.

» Toujours les rayons ocreux les plus pâles correspondent aux branchies les moins colorées, fait vérifié non seulement sur des Huitres de provenances différentes, mais encore sur des lots de même origine dans lesquels on avait séparé les Huitres d'après le degré de coloration de leurs branchies.

» Le parallélisme entre la richesse en fer des branchies et leur coloration, déjà rendu certain par ce qui précède, ressort plus nettement en-

core des analyses ci-dessous, qui ont porté sur des branchies présentant des intensités différentes de colorations.

Provenance des Huitres.	Fer pour 100 de branchies.
Marennnes, très vertes . . . . .	0,0702
Arcachon, faible verdissement . . . . .	0,0625
Cancalle, très blanches (février) . . . . .	0,0379
Cancalle, brun-verdâtre (mai) . . . . .	0,0804
Sables-d'Olonne, vert-brun assez foncé. . . . .	0,0833

» Ces résultats montrent clairement les relations du fer avec la coloration des branchies.

» On voit aussi que les proportions de fer qui correspondent à une forte verdure paraissent être de 0,07 à 0,08 pour 100 de la matière sèche des branchies.

» Fait qui étonnera sans doute, et que tout au moins nous ne nous attendions pas à constater dans les présentes recherches, entreprises surtout en vue des Huitres vertes, c'est que la proportion du fer, qui suit d'ailleurs toujours l'intensité des colorations, est au moins égale, sinon supérieure, dans les Huitres brunes comparativement aux Huitres vertes. La conséquence qu'il faut bien en tirer, c'est que la présence du fer n'est pas seulement liée à la couleur verte, mais aussi à la couleur brune des Huitres; ce qui vient encore à l'encontre de l'opinion qui voulait assimiler le vert des Huitres à la chlorophylle des végétaux.

» On sait d'ailleurs, par les recherches de M. Joannes Chatin (<sup>1</sup>), que la coloration des Huitres est due à un pigment fixé sur de fins granules protoplasmiques, ordinairement renfermés eux-mêmes dans de grandes cellules disposées symétriquement sur deux rangs, dans les papilles branchiales, et qu'il a dénommées *macroblastes*.

» A noter que, bien que les matières colorantes des Huitres soient réfractaires aux dissolvants de la chlorophylle et de l'hémotosine, elles renferment, comme celles-ci, une forte proportion de fer.

» A signaler aussi à l'Hygiène alimentaire ce double fait : richesse en fer du pigment coloré, et fixation de ce pigment sur des granules très azotés.

---

(<sup>1</sup>) JOANNES CHATIN, *Du siège de la coloration chez les Huitres vertes (Comptes rendus, t. CXVI)*;



B. — EXAMEN DE LA VASE DES CLAIRES ET PARCS <sup>(1)</sup> A HUITRES.

» La terre, ou plutôt la vase des huîtres a quelques caractères communs, mais présente aussi des différences de composition suivant les localités, soit qu'il s'agisse de claires à Huitres vertes ou de parcs à Huitres ordinaires, savoir à branchies plus ou moins brunes.

» Toutes renferment, avec des matières organiques végétales et animales, divers éléments minéraux que l'on peut regarder comme d'importance secondaire par rapport à ceux dont nous donnons ci-après le dosage.

» En laissant la vase se reposer, pour enlever, par décantation, l'eau qui s'en est séparée, on peut se rendre compte de l'état de concentration de cette eau, ou marine, ou saumâtre.

» A Marennes (6 février), l'eau avait :

Densité à +15°.....	1024,40
Chlorure de sodium.....	24 <sup>gr</sup> ,8 par litre
Matières salines diverses.....	6 <sup>gr</sup> ,7 »

» A Roscoff :

	Dans le vivier.	Dans le parc.
Densité à +15°.....	1030,4	1031,6
Chlorure de sodium.....	28 <sup>gr</sup> ,5	29 <sup>gr</sup> ,3 par litre
Matières salines diverses.....	11 <sup>gr</sup> ,3	12 <sup>gr</sup> ,05 »

» Toutes ces eaux ont une proportion de sel marin peu différente de celle des eaux de mer. Cependant on remarque que, sans doute par la retenue des eaux pluviales dans le vivier de Roscoff, par l'eau de la pluie et celle de la Seudre à Marennes, la densité et la salure sont affaiblies, surtout à Marennes.

» La composition générale des vases, tant des claires à verdissement que des parcs, est donnée dans le Tableau suivant, qui représente l'état de ces vases, généralement de couleur plus ou moins noire, en saison dite d'*engraissement* des Huitres, savoir de septembre à mai.

» Tous les chiffres se rapportent à 1000 de vase sèche.

(1) On nomme *claires* les parcs destinés à l'élevage d'Huitres vertes, qui ne reçoivent de l'eau de mer qu'aux grandes marées du mois. Les claires doivent recevoir et retenir une certaine quantité d'eaux douces, soit de rivière, soit pluviales.

	Marennes.		Sables d'Olonne.			Cancale.	
	Ghantressac		Vase			Vase, 27 février.	Vase, 8 mai.
	Marennes, à févr. 1893.	Marennes, févr. 1893.	superficielle, 6 février.	Sous-vase, 6 février.	Vase, 20 février.		
	II. vertes.	II. vertes.					
Azote.....	1,76	1,86	1,19	1,09	1,92	1,56	1,68
Acide phosphorique....	1,39	1,87	0,98	0,97	1,16	2,10	1,32
Acide sulfurique.....	10,13	13,30	7,38	6,33	7,80	15,19	16,63
Chlore.....	23,12	25,71	6,15	3,44	12,05	16,24	6,79
Iode (1).....	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Chaux.....	45,08	49,28	93,24	87,92	110,60	219,80	113,36
Sesquioxyde de fer....	67,14	77,79	48,98	36,25	29,74	53,27	76,65

	Arcachon	Roscoff.			Saint-Jean- de-Luz, Décembre, Huîtres vertes en saison H. vertes.	
	Vase.	Vase				
	15 mars, extraite par légivation des paquets d'algues du parc.	du vivier après légivation	Vase du parc.	Santander, 6 février.		
Azote.....	6,22	7,55	1,43	1,08	0,79	1,56
Acide phosphorique....	1,13	1,55	1,17	0,15	0,43	0,75
Acide sulfurique.....	33,12	12,02	34,18	6,75	27,64	15,87
Chlore.....	8,61	11,98	23,71	7,13	15,25	15,99
Iode.....	0,001	0,0005	0,0005	0,005	0,001	0,001
Chaux.....	11,20	58,52	39,76	78,96	5,60	9,52
Sesquioxyde de fer....	35,15	17,04	20,25	19,94	31,96	36,25

» En comparant entre elles les diverses vases, toutes formées d'éléments très fins, on voit que les proportions d'azote sont très variables, ce qui s'explique surtout par les proportions, diverses aussi, des débris organiques, tant végétaux qu'animaux, contenus dans ces vases.

» On remarque en particulier que l'azote, ordinairement compris entre 1,8 et 0,8, s'élève brusquement dans le vivier expérimental de Roscoff à 7,55, pour s'abaisser dans le parc voisin (qui recouvre à toutes marées) à 1,43. La raison de cette anomalie a été donnée par l'observation micrographique qui avait appris que des milliers de petits animaux (infusoires, etc.) grouillaient dans la vase, extraite par légivation du *moussin* (algues filamenteuses). Un fait presque semblable s'est présenté à Arcachon.

» Cette observation, rapprochée du fait constaté par M. de Lacaze-Duthiers, que les Huîtres prennent un développement beaucoup plus rapide au vivier qu'au parc de Roscoff, indique, ce que confirme l'observation micrographique du tube intestinal, que l'Huître, contrairement à la croyance commune, croît et engraisse principalement sous l'influence d'une nourriture animale.

» A noter, ce qui n'est pas indifférent, que la salure du vivier, où sont retenues les eaux pluviales, est un peu inférieure à celle du parc.

» L'acide phosphorique varie aussi notablement dans les vases. Si, comme dans les bonnes terres arables, il est compris entre 1 et 2 pour 1000, on voit sa proportion descendre à Saint-Jean-de-Luz, au Croisic, et surtout à Santander, où elle devient si

(1) Dosage très approché, à l'état d'iodure de palladium

minime, qu'on peut en comparer les vases aux sols infertiles des régions les plus ingrates.

» Quant à l'acide sulfurique, qui est pour la plus grosse part combiné à la chaux, sa proportion, presque toujours considérable, est de nature à fixer l'attention. Les vases marines sont, sous ce rapport, de dix à vingt fois plus riches en sulfate calcique que les terres des continents, réserve faite de celles des pays d'origine gypseuse.

» Rien à dire du chlore dont la proportion, sauf quelques écarts, suit celle de l'eau de mer, elle-même variable dans les claires suivant les mélanges, irréguliers, des eaux douces.

» L'iode, en quantité faible, mais toujours appréciable, suit, non le chlore, mais le fer dont il est l'obstiné satellite, ainsi que l'un de nous l'a établi il y a plus de quarante ans par l'analyse des terres, des minerais de fer, des fontes, des fers et aciers à tous les degrés d'affinage dont on ne le prive jamais tout à fait.

» On est surtout frappé, dans l'examen des vases, de la quantité de fer à l'état de sulfure et aussi de protoxyde qu'elles contiennent, sulfure et protoxyde qui seront remplacés, après le parage, par le sesquioxyde ferrique dont la proportion est ici comparable à celle des terres les plus ocreuses des continents.

» Ainsi s'explique, soit dit en passant, l'installation à Marennes de l'une des usines de la Société de Saint-Gobain.

» On comprend que les algues vertes, si avides de fer pour la constitution de leur chlorophylle, se trouvent ici dans un milieu privilégié.

» La chaux, ordinairement assez considérable pour être représentée par une moyenne de 50 à 200 pour 1000, est surtout à l'état de sulfate, que les Huîtres sauront utiliser à la formation de leurs coquilles, quelques vases ne contenant même pas de carbonate : telles celles du Croisic et de Saint-Jean-de-Luz, dont se rapprochent celles d'Arcachon (1).

» Étant connue la composition des vases des huîtres, et spécialement celles des claires à Huîtres vertes, il reste à déterminer la nature des changements qui vont être opérés dans celles-ci par la pratique du parage, pratique regardée par les gens du métier comme indispensable pour entretenir les claires en *verdeur*. »

---

(1) Sans doute que par l'acide carbonique, dissous dans l'eau, il y a dégagement de gaz sulfhydrique et formation de carbonate de chaux.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. MASTELSKI** adresse, d'Instar (Russie), un Mémoire « Sur l'existence de deux forces contraires dans les corps gazeux ».

( Commissaires : MM. Mascart, Appell.)

## CORRESPONDANCE.

La **SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE MOSCOU** adresse une invitation à l'Académie, pour la séance dans laquelle elle doit se réunir au neuvième Congrès des naturalistes et médecins russes, le 21/9 janvier 1891, à l'occasion du vingtième anniversaire de la Société.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Ernesto Cesaro*, intitulé : « Corso di Analisi algebrica, con introduzione al Calcolo infinitesimale ». (Présenté par M. Hermite.)

MM. **NETTER, MICHEL, DUBOIN, J. MORIN, NEUMANN, AMAGAT** adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

NAVIGATION. — *Détermination graphique du point à la mer.* Note de MM. **LOUIS FAVÉ** et **ROLLET DE L'ISLE**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« La détermination du point par la hauteur des astres a donné lieu à un nombre considérable de travaux, et d'illustres géomètres ont attaché leurs noms à diverses solutions de ce problème. Dans ces dernières années les efforts pour simplifier les méthodes se sont multipliés, surexcités par le besoin d'obtenir la position du navire beaucoup plus fréquemment que

par le passé. Aujourd'hui, à bord de la plupart des navires à marche rapide, tous les officiers doivent, pendant leur quart, faire des observations de hauteurs et calculer, sur la passerelle même, les résultats nécessaires à assurer la route.

» Les observations de nuit, autrefois peu usitées, prennent une importance toujours croissante : il faut les multiplier pour se mettre en garde contre les erreurs auxquelles elles exposent.

» On voit journallement paraître des formules et des tables nouvelles dont les auteurs sont des marins, et l'on peut juger par là du prix que ceux qui sont appelés à en faire usage attachent à la simplification des calculs. Mais, quelle que soit la simplicité des méthodes, ce calcul exige une contention d'esprit pénible, surtout lorsque l'attention ne peut s'y concentrer en toute sécurité et demande un temps pendant lequel la surveillance de l'officier se relâche, alors qu'elle serait particulièrement nécessaire.

» Les procédés graphiques tendent de plus en plus à remplacer le calcul numérique dans un très grand nombre d'applications : la rapidité est beaucoup plus grande, les erreurs sont moins fréquentes, les vérifications sont promptes et faciles, la fatigue de l'opérateur est considérablement diminuée. Ces avantages, reconnus lorsque le calculateur peut opérer en toute tranquillité d'esprit, ne sont-ils pas plus précieux encore pour le marin, dont l'attention doit être toujours en éveil afin de parer immédiatement à toutes les éventualités?

» Le diagramme ou *abaque* que nous avons construit donne très simplement la hauteur et l'azimut d'un astre, connaissant la déclinaison et l'angle horaire de cet astre ainsi que la latitude du lieu d'observation. Il fournit donc les éléments nécessaires au tracé de la droite de hauteur par la méthode dite du point rapproché imaginée par le commandant Marcq Saint-Hilaire et aujourd'hui universellement employée.

» Dans le triangle sphérique pôle-zénith-astre PZE nous connaissons : 1° la distance polaire de l'astre  $\delta = 90^\circ - d = PE$  ( $d$  étant la déclinaison); 2° la colatitude estimée  $\lambda = PZ$ ; 3° l'angle au pôle ou angle horaire  $AH = \widehat{EPZ}$ , que l'on déduit de la longitude estimée, de l'heure de l'observation donnée par le chronomètre et de l'ascension droite de l'astre.

» Nous cherchons : 1° la hauteur  $h = 90^\circ - z = 90^\circ - ZE$  ( $z$  étant la distance zénithale); 2° l'azimut  $PZE = Az$  de l'astre sur l'horizon du lieu.

» Par le point E faisons passer un grand cercle perpendiculaire au grand cercle PZP', il coupe ce dernier au point B. Dans le triangle sphérique rec-

tangle PEB, nous connaissons l'hypoténuse PE et l'angle P. Nous pouvons déterminer les côtés EP et PB. Dans le triangle sphérique rectangle ZEB, nous connaissons le côté EB commun avec le premier triangle et le côté  $ZB = PB - PZ = PB - \lambda$ ; nous pourrions donc déterminer l'hypoténuse EZ de ce triangle et l'angle Z. La résolution du triangle sphérique PZE est ainsi ramenée à celle de deux triangles sphériques rectangles ayant un côté de l'angle droit commun et dans lesquels les seconds côtés de l'angle droit ont une différence égale à la colatitute.

» L'abaque dont nous allons expliquer le système de construction permet d'obtenir les deux côtés de l'angle droit d'un triangle sphérique rectangle, connaissant l'hypoténuse et l'un des angles, et, réciproquement, d'obtenir l'hypoténuse et l'un des angles, connaissant les deux côtés de l'angle droit.

» Dans le triangle rectangle PEB, les formules qui relient les côtés  $PB = \beta$ ,  $BE = \alpha$ , l'hypoténuse  $PE = \delta$  et l'angle  $P = AH$  sont

$$(1) \quad \cos \delta = \cos \beta \cos \alpha,$$

$$(2) \quad \cot AH = \cot \alpha \sin \beta.$$

» Donnons à  $\delta$  une valeur déterminée et considérons  $\alpha$  et  $\beta$  comme des variables. Nous pourrions construire la courbe représentée par l'équation (1), en portant sur un axe horizontal les valeurs de  $\beta$  et sur un axe vertical les valeurs de  $\alpha$ , exprimées par des nombres de degrés et de minutes. Donnons maintenant à  $\delta$  une série de valeurs équidistantes comprises entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$ , de  $10^\circ$  en  $10^\circ$  par exemple; construisons les courbes et écrivons sur chacune d'elles la valeur correspondante de  $\delta$ . Faisons de même pour l'équation (2). Nous aurons sur la même feuille deux familles de courbes correspondant à des valeurs équidistantes de  $\delta$  et de  $AH$ . Nous avons ainsi partagé le plan en une série de quadrilatères curvilignes que nous pourrions faire aussi petits que nous voudrions en traçant un nombre suffisant de courbes.

» Des valeurs données de  $\delta$  et de  $AH$  déterminent un point dont les coordonnées rectangulaires sont  $\alpha$  et  $\beta$ . Inversement des valeurs données de  $\alpha$  et de  $\beta$  déterminent un point dont les coordonnées curvilignes sont  $\delta$  et  $AH$ .

» On reconnaît facilement que l'abaque constitue une projection d'un quadrant de la sphère céleste. Les parallèles et les méridiens équidistants y sont figurés par les deux systèmes de courbes numérotés  $\delta$  et  $AH$ .

» L'opération consiste à *chercher la position de l'astre sur cette projection, à déplacer le point ainsi obtenu sur une horizontale d'une quantité égale à la colatitude et à lire au moyen des mêmes systèmes de courbes la hauteur et l'azimut.*

» Cet abaque permet de résoudre aussi simplement tous les problèmes qui se présentent dans la pratique de la navigation et qui se ramènent à la résolution d'un triangle sphérique. L'échelle de l'abaque est telle que la minute d'arc correspond pour les hauteurs à une longueur d'environ 0<sup>mm</sup>, 2, et l'approximation que l'on obtient est en rapport avec celle des observations à la mer et largement suffisante pour la pratique.

» Il importe de faire remarquer que, grâce à un système de carreaux tracé sur l'abaque, les mesures à effectuer ne dépassant pas une longueur de 11<sup>mm</sup>, la précision n'est pas sensiblement affectée par les déformations du papier. »

NAVIGATION. — *Régulation des compas par des observations de force horizontale.* Note de M. CASPARI, présentée par M. Cornu.

« La mesure directe des déviations qu'éprouve la boussole sous l'influence des fers du navire n'est possible hors de vue des terres que par la détermination des azimuts astronomiques. Si la brume ou le ciel couvert empêchent cette opération, il faut recourir aux observations de force horizontale, et les formules de Poisson, transformées par Archibald Smith, permettent alors d'établir le tableau complet des déviations pour tous les caps. J'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1197) une méthode pour dresser ce tableau quand le fer doux du bâtiment est distribué symétriquement par rapport au compas. Cette hypothèse était admissible il y a vingt ans; elle ne l'est plus pour les navires actuels, et il est nécessaire de tenir compte des cinq coefficients  $\mathfrak{A}$ ,  $\mathfrak{B}$ ,  $\mathfrak{C}$ ,  $\mathfrak{D}$ ,  $\mathfrak{E}$ , d'Archibald Smith. Mais l'expérience, d'accord avec la théorie, permet toujours de considérer  $\mathfrak{A}$ ,  $\mathfrak{D}$ ,  $\mathfrak{E}$  comme constants au cours du voyage : ces coefficients sont ceux des déviations constante et quadrantale, ils peuvent être calculés avant le départ : il ne reste plus alors qu'à trouver les coefficients, variables d'un lieu à un autre, de la déviation semi-circulaire,  $\mathfrak{B}$  et  $\mathfrak{C}$ .

» Soient prises les notations habituelles :

$\zeta$ , cap magnétique réel ;

$\zeta'$ , cap observé au compas;

H, composante horizontale du magnétisme terrestre;

H', force horizontale observée au cap  $\zeta'$ ;

$\lambda$ , constante dépendant du fer doux et représentant la *force moyenne vers le nord*.

» Posons

$$(1) \quad \begin{cases} \mathfrak{a} - \mathfrak{c} = u \sin \alpha, & 1 + \mathfrak{a} = u \cos \alpha, \\ \mathfrak{a} + \mathfrak{c} = v \sin \beta, & 1 - \mathfrak{a} = v \cos \beta. \end{cases}$$

» Les constantes  $u, v, \alpha, \beta$  pourront être calculées d'avance et les formules connues du *Manuel de l'Amirauté* prennent la forme

$$(2) \quad \begin{cases} \frac{H'}{\lambda H} \cos \zeta' = u \cos(\alpha - \zeta) + \mathfrak{b}, \\ -\frac{H'}{\lambda H} \sin \zeta' = v \sin(\beta - \zeta) + \mathfrak{c}. \end{cases}$$

» Dans la construction graphique que j'ai appelée *Dylogramme n° 2 généralisé*,  $\mathfrak{b}$  et  $\mathfrak{c}$  sont les coordonnées du centre de l'ellipse.

» H' se détermine par les méthodes connues : oscillations, déflecteur Thomson ou méthode des *écarts*. Si la tare de l'instrument employé est connue par une observation préliminaire à terre, on peut avoir la valeur numérique de  $\frac{H'}{\lambda H}$ . Si l'on a observé la déviation en même temps que la forme horizontale, les seules inconnues  $\mathfrak{b}$  et  $\mathfrak{c}$  peuvent se déduire d'une observation unique à un cap quelconque. Si l'on n'a pu obtenir la déviation, il faut observer à deux caps  $\zeta_0$  et  $\zeta_1$  et l'on aura quatre équations pour quatre inconnues : on est ramené à résoudre un système de deux équations du deuxième degré en  $\mathfrak{b}$  et  $\mathfrak{c}$ , ce qui revient, comme on sait, à résoudre une équation du troisième degré.

» Mais les calculs sont longs et pénibles et le déflecteur ne peut pas toujours être taré avec une exactitude suffisante. On ne connaît alors que des quantités proportionnelles à  $H_0$  et  $H_1$  et il faut observer à trois caps. En choisissant les caps cardinaux du compas,  $\zeta'$  prend les valeurs  $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  et les formules se simplifient beaucoup.

» Introduisons les déviations  $\delta$  dans les formules (2) par la substitution  $\zeta = \zeta' + \delta$ , et affectons les indices 0, 1, 2, 3, respectivement aux caps N., E., S., O. Les huit équations résultantes, convenablement transformées,



conduiront aux relations

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{H'_0}{u \lambda \Pi} = 2 \sin(n+x) \sin(m+y), \\ \frac{H'_1}{v \lambda \Pi} = 2 \sin(n-x) \sin(m+y), \\ \frac{H'_2}{u \lambda \Pi} = 2 \sin(n-x) \sin(m-y), \\ \frac{H'_3}{v \lambda \Pi} = 2 \sin(n+x) \sin(m-y), \end{cases}$$

dans lesquelles

$$m = 45^\circ + \frac{\alpha - \beta}{2}, \quad n = 45^\circ - \frac{\alpha - \beta}{2}$$

et  $x$  et  $y$  sont des inconnues auxiliaires telles que

$$\mathfrak{u} = u \sin(x+y), \quad \mathfrak{v} = v \sin(x-y).$$

» L'observation donnera des valeurs proportionnelles à  $H'_i$ .

» Supposons, pour fixer les idées, qu'on ait observé les écarts  $\varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ , on aura

$$H'_i = \frac{K}{\sin \varepsilon_i},$$

$K$  étant une constante; posant alors

$$\begin{aligned} \text{tang } \rho &= \frac{u \sin \varepsilon_0}{v \sin \varepsilon_1} = \frac{v \sin \varepsilon_3}{u \sin \varepsilon_2}, \\ \text{tang } \sigma &= \frac{v \sin \varepsilon_1}{u \sin \varepsilon_2} = \frac{u \sin \varepsilon_0}{v \sin \varepsilon_3}, \end{aligned}$$

les formules (3) donneront

$$\text{tang } x = \text{tang } n \text{ tang } (45^\circ - \rho), \quad \text{tang } y = \text{tang } m \text{ tang } (45^\circ - \sigma),$$

d'où  $\mathfrak{u}$  et  $\mathfrak{v}$ . D'ailleurs  $\text{tang } m = \cot n$ .

» On voit qu'il suffit d'observer à trois caps cardinaux pour calculer  $\rho$  et  $\sigma$ , et avoir par suite la solution complète, soit au moyen du dygogramme, soit par les formules classiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel isomère de la cinchonine.*

Note de MM. E. JUNGLEISCH et E. LÉGER, présentée par M. H. Moissan.

« En cherchant à comparer avec les nôtres quelques isomères de la cinchonine obtenus récemment par divers chimistes, nous avons été con-

duits à répéter les intéressantes expériences de MM. Comstock et Kœnigs, et à traiter par les hydrates alcalins en solution alcoolique le bibromhydrate d'hydrobromocinchonine, c'est-à-dire un produit d'addition de l'acide bromhydrique à la cinchonine. Quelques essais préalables nous ayant fait penser que les produits formés dans cette circonstance varient beaucoup lorsqu'on change, même faiblement, les conditions de la réaction destinée à enlever au composé la totalité de son acide bromhydrique (*Comptes rendus*, t. XIII, p. 651), nous avons voulu être fixés sur ce point. L'exactitude de notre observation première se trouve démontrée dans la présente Note, spécialement par la production d'un nouvel isomère de la cinchonine, lequel abonde dans une condition déterminée de la réaction. Le fait ainsi établi rend particulièrement évidente la singulière plasticité de la molécule de la cinchonine; il montre bien la délicatesse des phénomènes produisant les nombreux isomères de cette base.

» Nous appellerons le nouvel alcali *cinchonine*  $\delta$ , tant pour le rapprocher des isomères obtenus dans des circonstances analogues, que pour le distinguer de ceux fournis par le traitement sulfurique de la cinchonine. Nous donnerons ailleurs une description moins succincte de cet alcali, ainsi que le détail des expériences.

» Dans l'action de la potasse alcoolique sur le bibromhydrate d'hydrobromocinchonine, en opérant comme l'ont indiqué MM. Comstock et Kœnigs (*Berichte d. d. chem. Gesells.*, t. XX, p. 2521), il se produit de la cinchoniline, de la cinchonifine, de l'apocinchonine et un peu seulement de cinchonine  $\delta$ . En employant semblablement la soude alcoolique, les produits restent les mêmes, mais l'apocinchonine est un peu plus abondante. Il en est encore ainsi avec l'alcool sodé.

» Le rôle de l'alcali dans la réaction n'est d'ailleurs que secondaire.

» Si, en effet, on maintient en ébullition pendant vingt-quatre heures 200<sup>gr</sup> d'alcool à 50 centièmes, tenant en dissolution 10<sup>gr</sup> de bibromhydrate d'hydrobromocinchonine, plus de la moitié de celui-ci se trouve détruit. La liqueur débarrassée, par évaporation et cristallisation, de la majeure partie du sel subsistant, fournit surtout de la cinchoniline et de l'apocinchonine; la cinchonifine, si elle s'est formée, n'est pas assez abondante pour être décelée avec cette quantité de matière. L'alcool absolu agit moins rapidement que l'alcool aqueux.

» Au lieu de traiter par l'alcool le bibromhydrate d'hydrobromocinchonine, on peut opérer de même sur la base isolée, sur l'hydrobromocinchonine libre; l'alcool légèrement aqueux, l'alcool à  $\frac{85}{100}$  provoque sa décomposition rapide. Après cinq heures d'ébullition, un mélange de 100<sup>gr</sup> de cette base et de 1<sup>lit</sup> d'alcool à 85°, mélange non homogène d'abord, donne peu à peu une dissolution limpide. En distillant l'alcool et

en traitant le résidu par un excès d'acide bromhydrique, de façon à introduire dans la liqueur  $\frac{1}{5}$  de son volume de la solution saturée d'acide, on sépare, à l'état de dibromhydrate cristallisé, l'hydrobromocinchonine non altérée; l'eau-mère contient les bases provenant de la décomposition. Ces bases, mises en liberté par la soude, sont extraites par agitation avec l'éther qui laisse un résidu d'apocinchonine. La solution étherée, lavée à l'eau et abandonnée jusqu'au lendemain, dépose quelques cristaux d'apocinchonine et d'hydrobromocinchonine non décomposée; filtrée et distillée, elle laisse un mélange huileux de cinchoniline et de cinchonine  $\delta$ . En formant avec ce mélange des chlorhydrates basiques, le chlorhydrate de cinchonine  $\delta$ , sel peu soluble, cristallise lentement; on le recueille après deux jours. L'eau-mère contient le chlorhydrate de cinchoniline; on l'additionne de chlorure de zinc et d'un excès d'acide chlorhydrique; le chlorozincate de cinchoniline cristallise tandis que celui de cinchonine  $\delta$ , qui est fort soluble, reste dans la liqueur. Le chlorozincate de cinchoniline fournit cette base libre. Dans ces conditions, peu différentes des précédentes cependant, la production de la cinchonine  $\delta$  est abondante.

» Le chlorhydrate basique du nouvel isomère de la cinchonine est purifié par des cristallisations répétées dans l'eau bouillante; il se dépose par refroidissement en longues aiguilles prismatiques brillantes, susceptibles d'être confondues avec le chlorhydrate de cinchonigine. Le sel retient énergiquement une matière colorante jaune qu'on élimine par des cristallisations dans l'alcool faible. Le sel devenu incolore, étant traité à la soude et à l'éther, fournit l'alcali libre en solution étherée; celle-ci, lavée à l'eau, desséchée par la potasse caustique solide et distillée, donne par refroidissement la base cristallisée en longues aiguilles, soyeuses et incolores.

» L'alcali ainsi obtenu est bien un isomère de la cinchonine; cela résulte de ses analyses, ainsi que de celles de ses combinaisons avec les acides; il se différencie nettement, par ses propriétés, des autres isomères antérieurement décrits.

» La cinchonine  $\delta$ , lorsqu'elle se dépose lentement d'une solution étherée peu sursaturée, constitue des prismes très allongés, à extrémités fusiformes rendant les bases invisibles. Insoluble dans l'eau, elle se dissout très abondamment, même à froid, dans l'alcool, la benzine, le chloroforme ou l'acétone; l'éther, qui la dissout assez abondamment quand elle vient d'être précipitée de ses sels, la dépose peu à peu en longues aiguilles; le même véhicule ne dissout que fort peu la base déjà cristallisée. La cinchonine  $\delta$  est fusible à  $150^{\circ}$ . Elle est dextrogyre. Son pouvoir rotatoire, mesuré à  $17^{\circ}$ , en solution à 1 pour 100 dans l'alcool à  $\frac{97}{100}$ , est  $\alpha_D = +125^{\circ}, 2$ ; en dissolution dans l'eau, au centième et avec addition de  $2\text{HCl}$ , elle donne  $\alpha_D = +176^{\circ}, 9$ , et avec addition de  $4\text{HCl}$ ,  $\alpha_D = +178^{\circ}, 2$ . La cinchonine  $\delta$ , à l'état libre ou sous forme de sels, donne des dissolutions qui se colorent assez rapidement à l'air et à la lumière, en formant des produits bruns, beaucoup moins alcalins que la base elle-même.

» Les sels de cinchonine  $\delta$  sont, en général, fort solubles dans l'eau, trop solubles pour être obtenus aisément à l'état cristallisé; le chlorhydrate, le bromhydrate et l'oxalate (basiques) sont, au contraire, peu solubles à froid et cristallisent facilement.

» Le *chlorhydrate*, dont il a été parlé plus haut, forme de petits prismes incolores, très réfringents, contenant  $1^{\text{mol}},5$  d'eau de cristallisation, perdant à froid les deux tiers de cette eau dans le vide sec. Il ne peut être desséché complètement que dans le vide à  $100^{\circ}$ ; il s'altère et jaunit rapidement à  $110^{\circ}$ .

» Le *bromhydrate* présente à peu près la même apparence: il constitue cependant des cristaux un peu plus volumineux; il contient 2 molécules d'eau; desséché, il fond vers  $188^{\circ}$ , en s'altérant.

» L'*oxalate* se dépose, pendant le refroidissement de sa solution aqueuse, en très fines aiguilles incolores, contenant 5 molécules d'eau de cristallisation. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les ophites des Pyrénées occidentales.*

Note de M. P.-W. STUART-MENTEATH, présentée par M. d'Abbadie.

« La combinaison de l'étude stratigraphique avec l'étude microscopique, et leur application à tous les ophites d'une région spéciale, m'ayant paru essentielles pour l'interprétation du phénomène ophitique, j'ai fait connaître en 1881 les résultats de l'examen de soixante gisements étudiés dans la partie la moins connue des Pyrénées (1). Ayant pu ajouter, depuis 1881, plus de cinquante nouveaux gisements à la carte géologique de la même région, je pense qu'un bref résumé de mes résultats pourra servir à corriger les illusions qui ont nécessairement affecté les interprétations d'une région accidentée et peu connue.

» La plus importante de ces illusions est l'association, supposée essentielle, des ophites avec le Trias. Partout j'ai pu constater l'existence réelle de failles accompagnant le Trias. C'est à ces failles, et non à la présence du

---

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 4 avril 1881. — J'ai classé les ophites, examinées à cette époque, comme *des diabases ou des dolérites*. M. J. Kuhn ayant publié, peu après, les résultats de l'examen d'un certain nombre d'échantillons d'ophite provenant de la région immédiatement à l'est de celle que j'avais spécialement décrite, les a comparés aux diabases et mélaphyres. Sans préjuger la question d'âge, on peut donc appliquer les noms de *diabases* ou *dolérites* aux ophites de toute la moitié occidentale de la chaîne; mais il faut admettre des passages à d'autres roches. La difficulté de l'application, en Géologie pratique, de toute classification purement minéralogique, justifie l'emploi des anciens noms.

Trias, qui, par suite de circonstances orogéniques, accompagne constamment les failles, que l'abondance de l'ophite est attribuable sur les bords extérieurs de la chaîne ainsi que le long des grands plis de son intérieur. J'ai depuis longtemps constaté la même association entre le Trias et les gîtes métallifères. Dans l'un comme dans l'autre cas, le Trias est simplement l'indice de la présence des failles qui ont occasionné les émissions ophitiques ou métallifères. On a cité des nappes d'ophite contemporaines du Trias à Saint-Jean-Pied-de-Port, mais aucune description de ces nappes n'a été publiée; dans le calcaire également attribué au Trias, à côté de ces nappes, j'ai trouvé l'*Ostrea carinata*, des Nérinées, des Caprines du Crétacé supérieur. Dès 1881 j'ai également attribué au Crétacé les conglomérats à galets d'ophite dans lesquels on avait cru reconnaître des fossiles du Lias. Ces conglomérats à galets, souvent fossilifères, et les brèches de friction, expliquent certainement tous les cas semblables dans les Pyrénées occidentales. D'ailleurs des recherches suivies à l'intérieur des massifs paléozoïques peu connus m'ont prouvé que les ophites sont non moins abondants à l'intérieur de ces massifs que sur leurs bords plus fréquentés et accessibles. Dans le petit massif de Goizueta, j'ai constaté, sous les forêts qui le recouvrent, plus de trente gisements d'ophite, et dans les autres massifs paléozoïques j'ai trouvé souvent des gisements en proportion avec le soin de mes recherches. Pourvu que le Crétacé supérieur ne recouvre pas le terrain, l'ophite peut se trouver en abondance; habituellement les conglomérats de la base du Crétacé supérieur sont remplis de cailloux d'ophite. C'est donc après le dépôt et le soulèvement du Crétacé inférieur que je place la première apparition de l'ophite. Elle paraît avoir accompagné une terre ferme, dont l'existence est attestée par des dépôts assez constants de lignite vers la base du Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales.

» Une deuxième illusion provient de l'intercalation des ophites parallèlement aux couches du terrain encaissant, disposition que plusieurs observateurs ont représentée comme invariable. Par suite de la décomposition et d'autres circonstances fortuites, il est particulièrement difficile de constater la véritable situation stratigraphique des ophites. Sur les soixante gisements représentés dans ma carte géologique de 1881, j'ai pourtant pu dessiner plusieurs cas de pénétration nette à travers les couches encaissantes. Depuis 1881 j'ai pu reconnaître beaucoup d'autres cas, surtout dans les roches paléozoïques où les relations sont mieux conservées. Les ophites ayant traversé des roches déjà plissées ont naturellement profité le plus souvent des plans de séparation des couches comme canaux peu ré-

sistants. Cette circonstance est, dans une certaine mesure, un indice de leur origine relativement récente.

» Une troisième illusion est l'indépendance supposée entre le granit, les porphyres et les ophites des Pyrénées. On a constamment répété l'assertion de Charpentier que le Trias de la vallée de Baigorri contient des cailloux roulés de granit. On n'a pas remarqué que la Carte géologique de Charpentier comprend dans ce Trias une extension considérable de conglomérats du Crétacé supérieur, situés au sud d'Iholdy. Dans ces derniers, le granit abonde; dans le conglomérat triasique et permien, j'en ai souvent et en vain cherché le moindre fragment. L'absence de fragments granitiques est remarquable dans tous les conglomérats triasiques de la région, et j'ai depuis longtemps signalé le métamorphisme intense du Trias à sa jonction avec le granit des Trois Couronnes. Les relations du granit avec le Crétacé supérieur sont semblables aux relations de l'ophite, et les conglomérats qui contiennent des galets de granite contiennent constamment des galets d'ophite et de porphyre. Les roches élastiques du Crétacé supérieur se sont déposées sur des affleurements de granit et d'ophite, mais sont elles-mêmes pénétrées par de nouvelles émissions tant granitiques qu'ophitiques. L'activité ignée a accompagné toutes les phases de l'activité orogénique de la région des Pyrénées. Les pénétrations granitiques et ophitiques à travers le Crétacé, que j'ai signalées depuis longtemps dans diverses régions, sont déjà confirmées par plusieurs observateurs.

» Sur une Carte qui représente en deux couleurs les massifs granitiques et les ophites des Pyrénées, on constate que l'importance des derniers est en raison inverse de celle des premiers. Le rôle du granit dans les Pyrénées orientales paraît remplacé par le rôle de l'ophite dans la partie occidentale de la chaîne, qui apparaît poivrée de taches représentant ces roches basiques.

» On sait que les environs de Cauterets présentent des ophites typiques. Le granit de ces lieux est sillonné de filons, depuis 0<sup>m</sup>,02 d'épaisseur, d'une roche très analogue à l'ophite; et l'origine de ces filons de ségrégation est attribuable aux éléments basiques abondamment dispersés dans tout le granit de la région. Dans le massif paléozoïque de Goizuetta, on trouve, tantôt dans les mines, tantôt au fond des gorges, des témoins de l'existence du granit en profondeur. Ce sont des filons et des bosses de granulite, alternants et intimement associés avec des filons d'ophite. Ils paraissent se pénétrer mutuellement, et tout indique leur contemporanéité d'origine. Sans le secours du microscope, il serait souvent difficile de les distinguer;

mais habituellement on peut reconnaître quelques filons de granulite typique et quelques parties d'ophite entièrement normal. En étudiant les relations des roches en question, on reconnaît que les principales émissions d'ophite suivent les directions, et indiquent la persistance en profondeur, des bandes de granit, dont la présence est en outre confirmée par des phénomènes de métamorphisme (1). Une bande relierait le granit de Pouzac à celui du Labourd et ce dernier à celui des Trois-Couronnes; une autre bande suivrait, plus au sud, depuis le granit des Eaux-Chaudes, et se relierait à la bande déjà citée dessous le massif ophitique de Plasencia, le plus grand qui existe dans les Pyrénées. En un mot, les ophites paraissent accompagner essentiellement le granit de l'époque crétacée, dont l'influence aurait continué à se faire sentir même dans les volcans post-pliocènes d'Olot et dans les eaux thermales de nos jours. Disséminée dans le granit, concentrée sur ses bords, injectée en filons dans les roches paléozoïques, épanchée en typhons et laccolites dans les roches secondaires, la matière des ophites serait le lubrifiant qui a facilité le lent développement des plis contournés des Pyrénées. C'est seulement en écartant une série d'illusions que l'on parvient à saisir la véritable distribution et les rapports de cet élément de la chaîne. La disposition actuelle des massifs granitiques sur la Carte géologique des Pyrénées, étant la résultante d'une série d'opérations distinctes, ne paraît contribuer à ces illusions, et certainement ne correspond pas à la disposition du granit en profondeur. Du reste, j'ai depuis longtemps signalé, depuis l'Océan jusqu'à la Méditerranée, la présence du Dévonien, carbonifère ou crétacé, en contact avec le granit, à la place du Silurien, cambrien ou précambrien, figurés sur des Cartes géologiques. Le caractère intrusif et relativement récent du granit des Pyrénées est confirmé par toutes mes observations sur le terrain (2). »

---

(1) Parmi ces phénomènes, la transformation en *adinole* potassique des schistes siliceux et conglomérats situés *au-dessus* des ardoises à plantes du carbonifère dans le vallon d'Aydius est particulièrement instructive. Cette adinole se retrouve en divers points entre Aydius et Laruns, le long de la jonction entre le paléozoïque et le crétacé. Elle a été attribuée tantôt au Silurien, tantôt au Dévonien, tantôt au Culm, mais elle est certainement produite à une époque postérieure. Un beau porphyre quartzifère se présente plus bas.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 21 juin 1886 et 7 novembre 1887. Notamment entre Saint-Laurent de Gerdons et Castet-Follit, j'ai trouvé le crétacé supérieur à *Spondylus spinosus* et Rudistes à la place du silurien supposé; le poudingue d'Isobol sur le Rio

HYDROGRAPHIE. — *Sur la composition des eaux de la Dranse du Chablais et du Rhône à leur entrée dans le lac de Genève.* Note de M. A. DELEBECQUE, présentée par M. Daubrée.

« A l'exception de celles de la Meuse (1) et de l'Arve (2), les eaux des rivières n'ont guère fait jusqu'à présent, à ma connaissance, l'objet d'études suivies. Pour combler en partie cette lacune, j'ai cherché suivant quelles lois variait la quantité de matières dissoutes dans l'eau des deux principaux affluents du lac de Genève, affluents de régimes très différents: l'un la Dranse du Chablais, rivière torrentielle et sans affluent glaciaire, l'autre le Rhône, rivière également torrentielle sur la plus grande partie de son cours, mais ayant environ le cinquième de son bassin d'alimentation constitué par des glaciers, ce qui est une proportion rarement atteinte pour les grands cours d'eau des Alpes.

» Les eaux de ces deux rivières ont été recueillies à leur entrée dans le lac. Les prises ont été faites : pour la Dranse, environ tous les quinze jours, du 30 décembre 1891 au 5 juin 1893; pour le Rhône, tous les huit jours, du 19 septembre 1892 au 1<sup>er</sup> octobre 1893. J'ai chaque fois évaporé au bain-marie 500<sup>cc</sup> d'eau dans une capsule en platine, que j'ai desséchée dans l'étuve à 110° et pesée jusqu'à poids constant.

» Voici les résultats généraux obtenus :

» *Pour la Dranse*, en faisant abstraction des crues, la quantité de matières dissoutes par litre passe par deux maxima, l'un en hiver et l'autre en été, et par deux minima, l'un au printemps et l'autre en automne. Le minimum de printemps est dû à la fonte des neiges d'hiver qui amène de l'eau pure dans la Dranse, le minimum d'automne, moins accusé que le premier, à la fonte des premières neiges qui tombent sur les montagnes à l'arrière-saison. Les chiffres moyens sont environ : pour l'hiver, 0<sup>cc</sup>, 35; pour le printemps, 0<sup>cc</sup>, 18; pour l'été, 0<sup>cc</sup>, 30; pour l'automne, 0<sup>cc</sup>, 25. Ces chiffres sont assez élevés parce que la Dranse a une partie de son lit dans le gypse. Une crue, en amenant dans la Dranse des eaux de ruissellement relativement pures,

Segre, à cailloux de granite, constamment cité comme silurien, est carbonifère. Je ne prétends nullement limiter à un moment donné le développement du phénomène granitique.

(1) W. SPRING et E. PROST, *Études sur les eaux de la Meuse* (*Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XI, Mémoires 1884).

(2) B. BAEFF, *Les eaux de l'Arve* (Thèse, Genève, 1891). — L. DUPARC et B. BAEFF, *Sur l'érosion et le transport dans les rivières torrentielles ayant des affluents glaciaires* (*Comptes rendus*, 27 juillet 1891).



provoque une diminution de plusieurs centigrammes dans la quantité de matières dissoutes. Les extrêmes observés ont été 0<sup>gr</sup>,132 le 30 décembre 1891, pendant une crue (avec 1<sup>gr</sup>,97 de matières en suspension par litre) et 0<sup>gr</sup>,4744 le 13 janvier 1893.

» *Pour le Rhône*, dont les crues subites sont moins accentuées que pour la Dranse (elles vont rarement jusqu'à quadrupler le débit), la courbe des résultats obtenus est d'une régularité frappante, et j'ai pu, pour chaque mois de l'année, calculer les moyennes suivantes qui paraissent être très approchées <sup>(1)</sup>: janvier, 0<sup>gr</sup>,332; février, 0<sup>gr</sup>,326; mars, 0<sup>gr</sup>,319; avril, 0<sup>gr</sup>,215; mai, 0<sup>gr</sup>,180; juin, 0<sup>gr</sup>,132; juillet, 0<sup>gr</sup>,104; août, 0<sup>gr</sup>,099; septembre, 0<sup>gr</sup>,117; octobre, 0<sup>gr</sup>,186; novembre, 0<sup>gr</sup>,247; décembre, 0<sup>gr</sup>,285; le maximum ayant été de 0<sup>gr</sup>,354 le 25 février et le minimum de 0<sup>gr</sup>,092 le 9 juillet 1893. Il n'y a ici qu'un maximum en hiver et un minimum en été; cela s'explique par cette circonstance que la fusion des glaciers, presque nulle en hiver et très forte en été, est le facteur principal qui régit le débit du Rhône et que son influence sur la composition des eaux de cette rivière est prépondérante.

» La proportion des éléments dissous varie également de l'hiver à l'été. La quantité de sulfate de chaux augmente en hiver, parce que le gypse se trouve principalement dans les régions basses, où se fait surtout l'alimentation du Rhône en hiver; les alcalis augmentent en été, parce que les roches à feldspaths se trouvent principalement dans les régions hautes, où se fait l'alimentation d'été, et aussi à cause de la décomposition par trituration des galets feldspathiques roulés par le fleuve, décomposition mise en évidence par les célèbres expériences de M. Daubrée.

» En tenant compte du débit du Rhône et des autres affluents du lac, un calcul, évidemment très approximatif, montre que la quantité de matières dissoutes apportées annuellement par le Rhône dans le lac de Genève est de 750 000 tonnes, et que celle apportée par l'ensemble des affluents peut être estimée à 1 150 000 tonnes. Ces chiffres nous donnent une idée de la puissance de l'érosion par voie de dissolution. »

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

---

(1) Tous les chiffres qui suivent indiquent, comme les précédents, la quantité de matières dissoutes par litre.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 JANVIER 1894.

*Annales de Chimie et de Physique*, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. Septième série. Tome I. Janvier 1894. Paris. G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie* (fondé en 1809), réligé par MM. FREMY, REGNAULD, LEFORT, PLANCHON, RICHE, JUNGELEISCH, PETIT, VILLEJEAN, BOURQUELOT et MARTY. Tome XXIX. 1<sup>er</sup> janvier 1894. Paris, G. Masson; 1 br. in-8°.

*L'alimentation qui procure le plus de chaleur et le plus de force musculaire, intellectuelle et morale*, par le D<sup>r</sup> GALLAVARDIN. Lyon, 1893; br. grand in-8°.

*Congrès international de Zoologie*. Deuxième session à Moscou, du 10/22 18/30 août 1892. Deuxième Partie. Moscou, 1893; 2 vol. grand in-8°.

*Observations du magnétisme terrestre faites à Upsala sous la direction de Rob. Thalén pendant l'exploration internationale des régions polaires en 1882-1883*, calculées et rédigées par E. SOLANDER. Publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède. Stockholm, 1893; 1 br. in-4°.

*Anuario publicado pelo observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1893*. Rio de Janeiro, 1893; 1 vol. in-8°.

*Smithsonian Institution. United States national Museum. Report upon the condition and progress of the U. S. national Museum during the year ending June 30, 1891*, by G. BROWN-GOODE, LL. D., assistant secretary of the Smithsonian Institution, charge of U. S. national Museum. Washington, 1893; 1 br. in-8°.

*Observatorio meteorologico de Manila bajo la direccion de los PP. de la Compañia de Jesus. Observaciones verificadas durante el mes de marzo de 1892*. Manila, 1893; 1 br. grand in-4°.

*La Terre avant l'apparition de l'homme*, par FERNAND PRIEM, ancien élève de l'École Normale supérieure, professeur au lycée Henri IV. Paris, Baillière et fils, 1893. [Présenté (1) par M. Gaudry.]

---

(1) A la séance du 11 décembre 1893.

*ERRATA.*

—

(Séance du 26 décembre 1893.)

Note de M. E. Guyou, Nouvelles applications des Tables de latitudes croissantes à la navigation :

Page 1060, ligne 30, *au lieu de l'équateur, lisez la zone.*

Même page, ligne 31, *au lieu de la zone, lisez l'équateur.*

Page 1062, ligne 7, *au lieu de*

*lisez*

$$\cos \lambda(P) = \frac{1}{2} \sigma(a) \pm \sigma(A),$$

$$\cos \lambda(P) = \frac{1}{2} [\sigma(a) \pm \sigma(A)].$$





On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

**On souscrit, dans les Départements,**

**On souscrit, à l'Étranger,**

chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :	
<i>Agen</i> .....	Michel et Médan.	<i>Lorient</i> .....	Baumal.	<i>Amsterdam</i> .....	Feikema Gaarelsen et C <sup>o</sup> .	<i>Londres</i> .....	Dulan.
	Gavault St-Lager.		M <sup>o</sup> e Texier.		Beck.		Harbette et C <sup>o</sup> .
<i>Alger</i> .....	Jourdan.		Bernoux et Cumin.	<i>Athènes</i> .....	Verdaguer.	<i>Luxembourg</i> .....	Nutt.
	Ruff.		Georg.	<i>Barcelone</i> .....	Asher et C <sup>o</sup> .		V. Bück.
<i>Amiens</i> .....	Comtin-Hecquet.	<i>Lyons</i> .....	Mégret.		Dames.	<i>Madrid</i> .....	Libr. Gutenberg
	Germain et Grassin.		Chanard.	<i>Berlin</i> .....	Friedlander et fils.		Capdeville.
<i>Angers</i> .....	Lachèse.		Vitte.		Mayer et Muller.		Gonzales e hijos.
		<i>Marseille</i> .....	Ruat.		Schmid, Francke et C <sup>o</sup> .	<i>Milan</i> .....	F. Fè.
<i>Bayonne</i> .....	Jérôme.		Galas.	<i>Berne</i> .....	Zanichelli.		Dumolard frères.
	Jacquard.	<i>Montpellier</i> .....	Coulet.		Ramlot.	<i>Moscou</i> .....	Hepli.
<i>Besançon</i> .....	Avrard.		Martial Place.	<i>Bologne</i> .....	Mayolez et Audiarte.		Gautier.
	Duthu.	<i>Moulins</i> .....	Jacques.		Lebegue et C <sup>o</sup> .	<i>Naples</i> .....	Furchheim.
<i>Bordeaux</i> .....	Muller (G.).		Grosjean-Maupin.	<i>Bruxelles</i> .....	Hamann.		Marghierr di Grus
	Renaud.	<i>Nancy</i> .....	Sidot freres.		Ranisteann.		Pellerano.
	Lefournier.		Loiseau.	<i>Bucharest</i> .....	Kilian.	<i>New-York</i> .....	Dyrsen et Pfeiffer.
<i>Brest</i> .....	F. Robert.	<i>Nantes</i> .....	M <sup>o</sup> e Veloppe.		Deighton, Bell et C <sup>o</sup> .		Stechert.
	J. Robert.		Barma.	<i>Budapest</i> .....	Cannermeyer.	<i>Odessa</i> .....	Westermann.
	V <sup>o</sup> Uzel Caroff.	<i>Nice</i> .....	Visconti et C <sup>o</sup> .		Otto Keil.	<i>Oxford</i> .....	Rousseau.
<i>Caen</i> .....	Baer.		Thibaud.	<i>Cambridge</i> .....	Höst et fils.		Parker et C <sup>o</sup> .
	Massif.	<i>Nîmes</i> .....	Luzeray.	<i>Christiania</i> .....	Laescher et Sceber.	<i>Palerme</i> .....	Clausen.
<i>Chambery</i> .....	Perrin.		Blanchet.	<i>Constantinople</i> .....	Höste.	<i>Porto</i> .....	Magalhães.
	Henry.	<i>Orleans</i> .....	Drumaud.	<i>Copenhague</i> .....	Beuf.	<i>Prague</i> .....	Rivnac.
<i>Cherbourg</i> .....	Marguerite.	<i>Poitiers</i> .....	Plihon et Hervé.	<i>Gand</i> .....	Cherbuliez.	<i>Rio-Janeiro</i> .....	Garnier.
	Rousseau.		Girard (M <sup>o</sup> e).	<i>Genève</i> .....	Georg.	<i>Rome</i> .....	Bocca frères.
<i>Clermont-Ferr...</i>	Ribou-Collay.	<i>Remes</i> .....	Langlois.		Stapelmoir.		Loescher et C <sup>o</sup> .
	Lamarche.	<i>Rocheport</i> .....	Lestringand.	<i>La Haye</i> .....	Benda.	<i>Rotterdam</i> .....	Kramers et fils.
<i>Dijon</i> .....	Ratel.		Gleghier.		Pavot.	<i>Stockholm</i> .....	Samson et Wallm.
	Damidot.	<i>St-Étienne</i> .....	Bastide.	<i>Lausanne</i> .....	Barth.	<i>St Petersburg</i> .....	Zinserling.
	Lauverjat.		Rumèbe.		Brockhaus.		Wolff.
<i>Douai</i> .....	Crepin.	<i>Toulon</i> .....	Gimet.		Lorentz.	<i>Turn</i> .....	Bocca frères.
	Drevet.		Privat.	<i>Leipzig</i> .....	Max Rube.		Brero.
<i>Grenoble</i> .....	Gratier.	<i>Toulouse</i> .....	Boisscher.		Twietmeyer.	<i>Varsovie</i> .....	Clausen.
	Foucher.		Perreat.	<i>Liège</i> .....	Desoer.		Rosenberg et Selher
<i>La Rochelle</i> .....	Bourdignon.	<i>Tours</i> .....	Suppligeon.		Gmüsé.	<i>Verone</i> .....	Gebethner et Woll
	Dombre.		Guard.				Drucker.
<i>Le Havre</i> .....	Lefebvre.	<i>Valenciennes</i> .....	Lemaitre.			<i>Vienne</i> .....	Frick.
	Quarre.						Gerold et C <sup>o</sup> .
<i>Lille</i> .....						<i>Zurich</i> .....	Meyer et Zeller.

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

Tomes 1 <sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix.....	15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1 <sup>er</sup> Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Pr.....	15 fr.
Tomes 62 à 91. — (1 <sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix.....	15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

**Tomé I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DUBUIS et A.-L.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856..... 15 fr.

**Tomé II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BEYDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BROSS. In-4°, avec 27 planches; 1861..... 15 fr.

À la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

# N° 1.

## TABLE DES ARTICLES. (Séance du 2 janvier 1894.)

Etat de l'Académie des Sciences au 17 janvier 1894..... 1

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

#### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

	Pages.		Pages.
M. J. BERTRAND. — Note sur un problème de Mécanique.....	13	citée.....	16
M. EMILE PICARD. — Sur l'équation aux dérivées partielles qui se rencontre dans la théorie de la propagation de l'électri-	17	MM. AD. CHATIN et A. MÜNTZ. — Étude chimique sur la nature et les causes du verdissement des Haïtres.....	17

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. MASTELSKI adresse un Mémoire « Sur l'existence de deux forces contraires dans	24	les corps gazeux.....	24
---	----	-----------------------	----

### CORRESPONDANCE.

La SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE MOSCOU adresse une invitation à l'Académie pour la séance qui doit avoir lieu à l'occasion de son vingtième anniversaire.....	24	MM. L. FAVE et ROLLET DE L'ISLE. — Détermination graphique du point à la mer...	24
M. le SECRÉTAIRE PÉPETUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. E. Cesaro.....	24	M. CASPARI. — Régulation des compas par des observations de force horizontale....	27
MM. NETTER, MICHEL, DUBOIN, J. MORIN, NEUMANN, AMAGAT adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.....	24	MM. E. JUNGLEISCH et E. LEGER. — Sur un nouvel isomère de la cinchonine.....	29
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.....	38	M. P.-W. STUART-MENTEATH. — Sur les ophiotes des Pyrénées occidentales.....	32
ERRATA.....	39	M. A. DELEBECQUE. — Sur la composition des eaux de la Franse du Chablais et du Rhône, à leur entrée dans le lac de Genève.	36

1894

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====  
TOME CXVIII.  
=====

N° 2 (8 Janvier 1894).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus* le *botom* laures des séances de l'Académie se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élevaient dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5<sup>h</sup>. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 8 JANVIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

---

#### RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1894, lequel doit être choisi, cette fois, parmi les Membres des Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Chatin obtient . . . . .	26 suffrages.
M. Marey » . . . . .	20 »
M. Friedel » . . . . .	10 »

Il y a un bulletin blanc.

Aucun Membre n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un deuxième tour de scrutin.

Le nombre des votants étant encore 57,

M. Chatin obtient . . . . .	25 suffrages.
M. Marey » . . . . .	25 »
M. Friedel » . . . . .	3 »

Il y a trois bulletins blancs.

Aucun Membre n'ayant encore réuni la majorité absolue, il est procédé à un scrutin de ballottage.

Le nombre des votants étant toujours 57,

M. Marey obtient . . . . .	29 suffrages.
M. Chatin » . . . . .	26 »

Il y a deux bulletins blancs.

M. MAREY, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres, qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1894, et qui doivent être choisis, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

MM. FIZEAU et DAUBRÉE réunissent la majorité des suffrages.

M. DE LACAZE-DUTHIERS, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1893.

*État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1<sup>er</sup> janvier 1894.*

*Volumes publiés.*

*Comptes rendus des séances de l'Académie.* — Le Tome CXIV (1<sup>er</sup> semestre 1892) et le Tome CXV (2<sup>e</sup> semestre 1892) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1893 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

*Mémoires présentés.* — Un Mémoire de M. G. Kœnigs, intitulé : « Mémoire sur les lignes géodésiques » (*Savants étrangers*, t. XXXI, n° 6).

*Changements survenus parmi les Membres  
depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1893.*

*Membres décédés.*

*Section de Géographie et Navigation* : M. PARIS, décédé le 8 avril.

*Section d'Économie rurale* : M. CHAMBRELENT, décédé le 13 novembre.

*Section de Médecine et Chirurgie* : M. CHARCOT, décédé le 16 août.

*Membres élus.*

*Section d'Astronomie* : M. CALLANDEAU, le 20 février, en remplacement de M. Mouchez, décédé.

*Section de Géographie et Navigation* : M. BASSOT, le 23 janvier, en remplacement de M. Jurien de la Gravière, décédé.

*Section de Médecine et Chirurgie* : M. POTAIN, le 30 octobre, en remplacement de M. Charcot, décédé.

*Membres à remplacer.*

*Section de Géographie et Navigation* : M. PARIS, décédé le 8 avril.

*Section d'Économie rurale* : M. CHAMBRELENT, décédé le 13 novembre.

*Changements survenus parmi les Associés étrangers  
depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1893.*

*Membres décédés.*

M. DE CANDOLLE, décédé le 4 avril.

M. RUMMER, décédé le 14 mai.

*Membres élus.*

M. LISTER (Sir John), à Londres, le 6 mars, en remplacement de M. Richard Owen, décédé.

M. le baron **DE NORDENSKIÖLD**, à Stockholm, le 12 juin, en remplacement de M. de Candolle, décédé.

*Membre à remplacer*

M. **RUMMER**, décédé le 14 mai.

*Changements survenus parmi les Correspondants  
depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1893.*

*Correspondants décédés.*

*Section de Mécanique* : M. **COLLADON**, à Genève, décédé le 30 juin.

*Section d'Astronomie* : M. **R. WOLF**, à Zurich, décédé le 6 décembre.

*Section de Minéralogie* : M. **ROKSHAROW**, à Saint-Petersbourg, décédé le 2 janvier.

*Section d'Économie rurale* : M. **DE GASPARIN**, à Orange, décédé le 8 mai.

*Correspondants élus.*

*Section de Mécanique* : M. **VALLIER**, à Lorient, le 30 janvier, en remplacement de M. de Caligny, décédé; M. **RIGGENBACH**, à Olten (Suisse), le 4 décembre, en remplacement de M. Colladon, décédé.

*Section de Physique générale* : M. **ROWLAND**, à Baltimore, le 8 mai, en remplacement de M. Soret, décédé; M. **WIEDEMANN**, à Leipzig, le 23 mai, en remplacement de M. Weber, décédé; M. **BICHAT**, à Nancy, le 10 juillet, en remplacement de M. Abria, décédé.

*Section de Chimie* : M. **ROSCOE**, à Londres, le 20 mars, en remplacement de M. Hoffmann, décédé; M. **REKULÉ**, à Bonn, le 20 février, en remplacement de M. Stas, décédé.

*Section de Médecine et Chirurgie* : M. **LUDWIG**, à Leipzig, le 17 juillet, en remplacement de M. Donders, décédé; M. **ROLLET**, à Lyon, le 6 novembre, en remplacement de M. Palasciano, décédé.

*Correspondants à remplacer.*

*Section d'Astronomie* : M. **R. WOLF**, à Zurich, décédé le 6 décembre.

*Section de Géographie et Navigation* : M. le baron **DE NORDENSKIÖLD**, à Stockholm, élu Associé étranger, le 12 juin 1893.

*Section de Physique générale* : M. **HELMHOLTZ**, à Berlin, élu Associé étranger, le 13 juin 1892.

*Section de Minéralogie* : M. **ROKSCHEW**, à Saint-Petersbourg, décédé le 2 janvier 1893.

*Section d'Économie rurale* : M. **DE GASPARIN**, à Orange, décédé le 8 mai 1893.

*Section d'Anatomie et Zoologie* : M. **VAN BENEDEK**, élu Associé étranger, le 18 juillet 1892.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

*CHIMIE VÉGÉTALE. — Études sur la formation de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles détachées des plantes : réactions purement chimiques*; par MM. **BERTHELOT** et **G. ANDRÉ**.

« L'étude des transformations que les feuilles éprouvent, une fois qu'elles ont été séparées de la plante et abandonnées à elles-mêmes, est des plus intéressantes, tant pour la connaissance de leurs réactions biologiques et chimiques, que pour celle de la circulation des éléments à la surface du globe. Les feuilles détachées éprouvent en effet des réactions multiples, attribuables, les unes à l'influence purement chimique de l'oxygène et de l'humidité, les autres aux métamorphoses biologiques, provoquées par des causes internes, ou par des agents microbiens extérieurs.

» Ces métamorphoses offrent une liaison évidente avec les échanges gazeux fondamentaux entre l'atmosphère et la plante, qui caractérisent la respiration végétale; ainsi qu'avec les réactions qui tendent à ramener les principes immédiats des feuilles soit à l'état de composés binaires, tels que l'eau et l'acide carbonique, soit à l'état du terreau et des principes constitutifs de la terre végétale.

» Malgré les études dont ces questions ont été l'objet, de la part de nombreux et habiles observateurs, elles sont encore entourées de beaucoup d'obscurité. C'est ce qui nous a engagés à entreprendre les expériences actuelles, destinées à analyser les influences multiples qui viennent d'être signalées et à étudier séparément, autant que possible, le rôle de chacune d'elles.

» Voici la méthode suivie :

» On a pris des feuilles fraîches, empruntées à trois espèces usuelles, telles que le blé, plante herbacée annuelle, d'une dessiccation facile et qui en anéantit rapidement la vitalité; le *Sedum maximum*, plante herbacée vivace, dont les feuilles gorgées d'eau ne perdent celle-ci, et par suite leur vitalité, que lentement et difficilement, à la température ordinaire; enfin le coudrier (*Corylus avellana*), plante ligneuse, dont les feuilles offrent une structure toute différente des précédentes, tout en étant susceptibles d'une prompte dessiccation.

» La composition élémentaire (carbone, hydrogène, azote, oxygène, cendres, eau) de chacune de ces feuilles a été déterminée au début.

PREMIER GROUPE. — *Expériences faites à 100°-110°. Anéantissement immédiat de la vitalité. Résultats purement chimiques.*

» *Première série.* — On opère dans un courant d'hydrogène, en recueillant l'eau et l'acide carbonique. (Influence de la chaleur seule et de la dessiccation.)

» *Deuxième série.* — Expériences similaires dans un courant d'air. (On joint aux influences précédentes l'action simultanée de l'oxygène.)

» *Troisième série.* — Feuilles plongées dans l'eau, le ballon étant traversé par un courant d'air (l'influence permanente de l'eau est ici ajoutée aux précédentes).

» *Quatrième série.* — Feuilles humides, dans un ballon plein d'oxygène et scellé. On dose à la fois l'oxygène absorbé et l'acide carbonique produit.

DEUXIÈME GROUPE. — *Expériences faites à froid, avec le concours des actions cellulaires internes et microbiennes extérieures.*

» *Cinquième série.* — Dessiccation des feuilles sous une cloche, en présence de l'acide sulfurique : phénomène comparable jusqu'à un certain point à la dessiccation des fourrages.

» *Sixième série.* — Conservation des feuilles dans une atmosphère saturée d'humidité. On dose l'oxygène absorbé et l'acide carbonique, tous les deux et trois jours, pendant trois mois. La destruction de la matière organique sous des influences microbiennes, opérée en vertu des phénomènes attribués autrefois à l'éremacausie, se manifeste ici particulièrement.

» Exposons les résultats obtenus, en en dégageant à mesure les conclusions générales.

## PREMIÈRE SÉRIE. — Feuilles chauffées dans un courant d'hydrogène pur.

» On déplace d'abord l'air du petit ballon par un courant rapide d'hydrogène, on plonge le ballon dans un bain d'huile chauffé à 110°, et l'on continue le courant gazeux lentement, à raison de 1<sup>lit</sup> ou 2<sup>lit</sup> par heure. L'eau qui distille est condensée en nature dans un petit récipient refroidi; l'acide carbonique est récolté au delà (après dessiccation), dans des tubes à potasse.

» I. *Blé*. — Poids des feuilles humides : 28<sup>gr</sup>, 8, répondant à 7<sup>gr</sup>, 8 sèches; contenant 3<sup>gr</sup>, 354 de carbone, d'après dosage.

		Eau condensée.
Après 1.30 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> (94° température intérieure du ballon / atteinte en moins de dix minutes)...	CO <sub>2</sub> 0,0128	
Puis 2.30 (99°, température intérieure du ballon).	0,0091	
Puis 5 (100°-110°).....	0,0227	
La dessiccation est alors sensiblement complète.		
Puis 3.30 (110°).....	0,0104	
Puis 3 (108°).....	0,0024	
Total 15 <sup>h</sup> 30	0 <sup>gr</sup> ,0574	20 <sup>gr</sup> ,6

» Cette expérience offre des circonstances dignes d'intérêt. En premier lieu, l'eau recueillie, soit 20<sup>gr</sup>,6, représente sensiblement la perte à l'étnve (21<sup>gr</sup>,0). Cette dernière est nécessairement un peu plus forte; car elle comprend l'acide carbonique et les principes volatils dégagés au contact de l'air.

» Le poids total de l'acide carbonique formé s'élève à 0<sup>gr</sup>,0574; représentant 0,73 pour 100 du poids de la matière sèche, et renfermant 0,41 centièmes du poids de son carbone. Mais la formation de ce gaz a eu lieu peu à peu, et même en deux phases assez distinctes; la première accomplie vers 100°, à laquelle se maintient le thermomètre intérieur du ballon: elle répond aux  $\frac{2}{3}$  de l'acide carbonique produit. La température intérieure étant portée de 100° à 110°, une nouvelle proportion d'acide carbonique, à peu près égale, s'élimine, tandis que l'eau distille presque entièrement. Quand la quantité d'eau éliminée à chaque instant est devenue assez faible pour que la température intérieure du ballon puisse être portée au même point (110°) que celle du bain d'huile, il se fait un dernier dégagement d'acide carbonique, voisin du quart du précédent.

» On voit par là que la dessiccation, même rapide, d'une plante en modifie la composition : certains principes immédiats sont détruits dans ces conditions, et leur poids est assurément beaucoup plus considérable que celui de l'acide carbonique, simple fraction résultant de leur dédoublement. Cette circonstance ne doit pas être oubliée dans les analyses de plantes, entreprises en vue de la physiologie végétale, ou pour tout autre motif.

» Une telle altération se manifeste ici par une production d'acide carbonique, production indépendante de toute oxydation. En raison de la température peu élevée à laquelle elle a été accomplie au sein de l'hydrogène, on ne saurait penser à autre chose qu'à un *dédoublement*, accompli par fixation d'eau, et analogue à celui des éthers carboniques et composés congénères; conclusion à laquelle nous étions déjà arrivés par nos recherches sur les carbonates contenus dans les plantes <sup>(1)</sup>.

» Cet acide carbonique d'ailleurs, conformément à la théorie des réactions étherées, ne se dégage pas d'un seul coup, mais en suivant la marche progressive d'un dédoublement de plus en plus ralenti. L'élévation de la température l'active, comme on vient de le voir; puis il se ralentit de nouveau et finit par être sensiblement nul.

» A ce moment, la plante desséchée dans l'hydrogène est devenue presque inaltérable par l'air, même vers 110°. C'est ce que nous avons reconnu, en poursuivant l'expérience dans un courant d'air lent, substitué finalement à l'hydrogène, pendant quatre heures consécutives. On a obtenu seulement 0<sup>sr</sup>,0019 d'acide carbonique, et, en poursuivant deux heures encore, une quantité nulle à la pesée.

» Insistons en terminant sur ce fait que la feuille a développé ici de l'acide carbonique par des réactions purement chimiques et sans absorber d'oxygène : ce sont des résultats qu'il convient de ne pas oublier dans les études de physiologie, et spécialement dans celles relatives à la respiration végétale.

» H. *Sedum maximum*. — Poids des feuilles humides : 31<sup>sr</sup>,40, représentant 2<sup>sr</sup>,69 sèches; renfermant 1<sup>sr</sup>,1962 de carbone

Après 4 <sup>h</sup> (100° temp. intér.).	CO <sup>sr</sup> 0,0089	Eau recueillie.....	24,6
Puis 4 <sup>h</sup> (100°-110°)...	<u>0,0032</u>	» .....	<u>3,7</u>
	0,0121		28,3
Courant d'air consécutif, 6 <sup>h</sup> .	0,0000	Perte à l'étuve.....	28,7

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6<sup>e</sup> série, t. X, p. 101.





l'acide carbonique, pour un même poids de matière, est à peu près trois fois aussi rapide en présence de l'air qu'en présence de l'hydrogène. L'élimination progressive de l'eau permettant de porter la température intérieure de 100° à 110°, la production de l'acide carbonique s'accélère dans l'air, aussi bien que dans l'hydrogène. Mais le poids de l'acide carbonique formé dans l'air par 1<sup>er</sup> de matière sèche ne surpasse le précédent que de moitié. Enfin le départ des dernières traces d'eau ne répond, dans un cas comme dans l'autre, qu'à un poids minime d'acide carbonique, la formation de ce dernier en étant toujours corrélative.

» En résumé, la présence de l'oxygène accroît la dose de l'acide carbonique; ce qui atteste un phénomène d'oxydation, accompli surtout en présence de l'eau.

» II. *Sedum maximum*. — Feuilles humides, 24<sup>er</sup>,7; sèches, 2<sup>er</sup>,12; renfermant C = 0<sup>er</sup>,943.

Après 2,30 <sup>h</sup> vers 100° (t. intér.)	CO <sup>2</sup> = 0,0112	Eau distillée = 9,2
Puis 3 <sup>h</sup> vers 100°-110°	0,0054	..... 13,2
	0,0164	22,4
		Perte à 110°... 22,58

» Le poids de l'acide carbonique représente les 0,78 centièmes de la matière sèche et contient les 0,47 centièmes de son carbone. Ces doses l'emportent de plus de moitié sur les quantités obtenues dans l'hydrogène.

» III. *Corylus avellana*. — Feuilles humides, 10<sup>er</sup>,35; sèches, 4<sup>er</sup>,22; renfermant C = 1<sup>er</sup>,08.

Après 4 <sup>h</sup> vers 100° (t. intér.)	CO <sup>2</sup> ... ..	0,0251
Puis 4 <sup>h</sup> vers 100°-110°		0,0139
Puis 1,30		0,0067
		0 <sup>er</sup> ,0457

» Le poids de l'acide carbonique représente 1,08 centièmes de la matière sèche et contient les 0,62 centièmes de son carbone. Ces doses l'emportent de près de moitié sur celles obtenues dans l'hydrogène. Ce sont donc toujours les mêmes conclusions générales qu'avec le blé.

» Le volume de l'acide carbonique formé représente de cinq à dix fois le volume des feuilles sèches, et deux fois celui des feuilles humides, dans le cas du blé et du *Corylus*. Cet acide carbonique résulte à la fois d'un dédoublement progressif, accompli même dans l'hydrogène, et d'une oxydation, accomplie dans l'air et dont les effets s'ajoutent à ceux de la réaction

précédente; l'une et l'autre étant déterminées, ou tout au moins facilitées par la présence de l'eau.

» On peut se demander si l'arrêt observé dans le dégagement de l'acide carbonique, au cours des expériences précédentes, est dû à l'élimination de l'eau, ou bien à la destruction de certains principes, susceptibles de fournir le gaz? Pour répondre, nous avons fait les expériences que voici.

TROISIÈME SÉRIE. — Feuilles immergées dans l'eau, chauffées à 100°, dans un courant d'air lent.

» I. *Blé*. — Feuilles humides, 30<sup>gr</sup>,0; sèches, 6,48; renfermant C = 2<sup>gr</sup>,7864.

Après 2 <sup>h</sup>	: CO <sup>2</sup> .....	0,0194
Puis 3	» .....	0,0037
Puis 2	» .....	0,0035
$\frac{7^h}{7^h}$		<u>0,0304</u>

» La dose d'acide carbonique recueillie est plus forte que celle qui a été obtenue dans le même temps et à la même température, au sein de l'hydrogène, mais moindre qu'au sein de l'air. L'oxydation paraît être moins active dans ces conditions, l'oxygène n'agissant guère sur les feuilles immergées qu'à la condition de se dissoudre dans l'eau. C'est peut-être en raison de ce contact moins immédiat, que le phénomène, après un premier dégagement assez actif d'acide carbonique, semble se prolonger plus lentement, mais indéfiniment.

» II. *Sedum maximum*. — Feuilles humides, 15<sup>gr</sup>,0; sèches, 2,14; renfermant C = 0,952.

Après 4 <sup>h</sup>	: CO <sup>2</sup> .....	0,0154
Puis 3	» .....	0,0103
Puis 3	» .....	0,0026
Puis 3	» .....	0,0036
$\frac{13^h}{13^h}$		<u>0,0319</u>

Soit 1,5 pour 100 du poids sec; renfermant 0,91 pour 100 de carbone.

» Ces nombres surpassent ceux qui ont été obtenus dans l'hydrogène et même dans l'air : le phénomène ne tendait point d'ailleurs, même après treize heures, vers une limite; pas plus que dans l'expérience précédente.

» Avec le *Corylus avellana*, les résultats se sont rapprochés davantage de ceux qui ont été observés dans l'hydrogène.

QUATRIÈME SÉRIE. — Feuilles humides, contenues dans un ballon rempli d'oxygène et scellé.

» Ici le contact entre les feuilles et le gaz est assuré, et il est facile de doser l'oxygène absorbé.

» I. *Blé*. — Feuilles humides, 11<sup>gr</sup>,6; sèches, 2<sup>gr</sup>,50; renfermant C = 1<sup>gr</sup>,075.

» Oxygène contenu dans le matras, 155<sup>cc</sup>,1 (volume actuel). On plonge le matras scellé dans un bain-marie bouillant et on l'y laisse deux heures. Après l'opération, d'après les mesures et l'analyse des gaz :

O absorbé.....	9 <sup>mgr</sup> ,5
CO <sup>2</sup> formé.....	9 <sup>mgr</sup> ,8

» La matière a absorbé 0,38 centièmes de son poids d'oxygène et formé 0,39 d'acide carbonique. Rapport en volume,  $\frac{O}{CO_2} = \frac{9,5}{9,8} = 1,32$ .

» II. *Sedum maximum*. — Feuilles humides, 42<sup>gr</sup>,8; sèches, 3<sup>gr</sup>,6; renfermant C = 1,601.

O absorbé... 13 <sup>mgr</sup> ,1	soit... 0,36	pour 100 du poids de la matière sèche
CO <sup>2</sup> formé... 18 <sup>mgr</sup> ,0	» ... 0,50	» » »

» Le volume de l'oxygène absorbé est cette fois égal à celui de l'acide carbonique formé.

III. *Corylus avellana*. — A. Feuilles humides, 11<sup>gr</sup>,2; sèches, 4,56; renfermant C = 2,18.

O absorbé... 0,0410	soit... 0,89	pour 100 du poids de la matière sèche
CO <sup>2</sup> formé... 0,0355	» ... 0,77	» » »

» Le rapport du volume de l'oxygène absorbé à celui de l'acide carbonique formé,  $\frac{O}{CO_2} = \frac{89}{77} = 1,60$ .

» B. Feuilles humides, 15<sup>gr</sup>,2; sèches, 6<sup>gr</sup>,2; renfermant C = 2,8966.

O absorbé.....	0,0706;	soit 1,14 pour 100.
CO <sup>2</sup> produit.....	0,0511;	soit 0,82 pour 100.

Rapport en volume.

$$\frac{O}{CO_2} = \frac{114}{60} = 1,90.$$

» Pour comparer les nombres de cette série à ceux des précédentes, il faut calculer l'acide carbonique produit à 100°, dans le même temps, deux heures; ce qu'il est facile de faire en traçant les courbes des expériences.

» Dans une atmosphère d'hydrogène, on trouve ainsi : acide carbonique

	Dans l'hydrogène.		Dans l'oxygène
Avec le blé . . . . .	0,20 pour 100 de la matière sèche,	au lieu de	0,39
Avec le Sedum . . . . .	0,16 » »	»	0,50
Avec le Corylus . . . . .	0,22 » »	»	0,77

» Les nombres obtenus en présence de l'oxygène sont donc bien supérieurs, doubles, triples, etc. Mais la comparaison devient plus intéressante, en la faisant porter sur l'oxygène absorbé. En effet, s'il était permis d'admettre que les poids d'acide carbonique formés dans l'hydrogène auraient également pris naissance dans l'oxygène par les mêmes réactions, exercées d'une façon indépendante, il en résulterait d'abord la connaissance des poids d'acide carbonique formés sous une influence purement oxydante; soit

Avec le blé . . . . .	0,19 répondant à 0,14 d'oxygène; p. 100 du poids de la mat. sèche.
Avec le Sedum . . . . .	0,34 » 0,25 » »
Avec le Corylus . . . . .	0,55 » 0,40 » »

et il resterait un excès d'oxygène absorbé par les principes immédiats de la plante, sans production d'acide carbonique, tel que

Pour le blé . . . . .	0,24 pour 100 de la matière sèche.
Pour le Sedum . . . . .	0,11 » »
Pour le Corylus . . . . .	0,49 » »

» On remarquera que la feuille du *Corylus avellana*, la moins riche en eau des trois espèces envisagées à l'état vivant, est en même temps celle dont les principes immédiats sont les plus oxydables; tandis que les feuilles du *Sedum*, où l'eau abonde le plus, sont les moins oxydables: opposition qui se retrouve dans les phénomènes physiologiques.

» Ces doses d'oxygène deviendraient bien plus considérables, si nous envisagions la totalité de l'acide carbonique, susceptible d'être dégagé au sein de l'hydrogène au bout d'un temps plus long: notre calcul fournit donc pour l'oxygène absorbé sans compensation des nombres minimum. Sans doute, il n'est pas possible d'isoler aussi rigoureusement ces divers effets. Cependant les chiffres précédents donnent au moins une idée de leur rôle respectif dans les métamorphoses purement chimiques de la feuille; et il est indispensable d'en tenir compte dans l'étude des réactions chimico-biologiques, où l'on a la coutume d'établir des calculs et des comparaisons semblables: telles, par exemple, que celles que l'on attribue à la respiration des végétaux vivants. L'absorption de l'oxygène et la production de l'acide carbonique ne présentent pas, chez ces êtres, la corrélation nécessaire qui existe dans les animaux supérieurs, où la nutrition et la respiration constituent un cycle dans lequel, à l'état normal, l'être

reprend un état final sensiblement identique à son état initial. Il en est tout autrement dans les végétaux, tant en raison de la fonction chlorophyllienne, de signe contraire à la respiration, que de ce fait que les produits de réduction et d'oxydation peuvent s'accumuler, indépendamment de l'acide carbonique exhalé. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur une Note de M. Dunér, intitulée : « Y a-t-il de l'oxygène dans l'atmosphère du Soleil? »* (1);  
par M. J. JANSSEN.

« Dans cette Note, le savant directeur de l'observatoire d'Upsal cherche à établir que la question complexe de la présence de l'oxygène dans les enveloppes gazeuses du Soleil peut être considérée comme résolue par les observations que l'auteur a faites au cours de ses recherches sur la rotation du Soleil.

» Je dois dire ici que, malheureusement, je ne partage pas cette opinion. J'ai été conduit, en effet, par des études longues et approfondies de la question, à reconnaître l'insuffisance de la méthode, admirable d'ailleurs, du déplacement des raies, pour donner une solution du problème. Si la question de la présence ou de l'absence du métalloïde oxygène dans les atmosphères solaires pouvait être résolue par une simple expérience de balancement de raies, il serait bien inutile de se livrer à des observations longues et pénibles, tant à la surface de la Terre avec des tubes pleins d'oxygène à des pressions variées, qu'en de hautes stations.

» La distinction de l'origine solaire ou terrestre d'une ligne du spectre en s'appuyant sur le changement de réfrangibilité dû à la rotation du Soleil a été faite pour la première fois par Thollon. Elle a constitué alors une des preuves les plus décisives de la réalité du principe énoncé d'abord par Döppler, mais qui, entre les mains de M. Fizeau, est devenue une admirable méthode de constatation et de mesure des mouvements célestes. En 1884 M. Cornu a donné à cette méthode, pour distinguer l'origine solaire ou terrestre d'une raie du spectre, une forme extrêmement élégante par un dispositif qui amène dans la raie d'origine solaire une sorte de balancement qui permet une distinction immédiate avec les raies fixes d'origine tellurique ou terrestre.

» M. Dunér, dans ses importantes recherches sur la rotation du Soleil, qui sont très postérieures à ces travaux, n'a pu certainement que les confirmer.

---

(1) Séance du 26 décembre 1893.

» Mais il faut remarquer maintenant que, si la distinction entre une raie obscure d'origine exclusivement solaire et une autre due entièrement à l'atmosphère terrestre peut être obtenue en effet avec sécurité par la méthode du balancement ou du déplacement des raies, parce que le phénomène se présente alors dans toute sa simplicité, il n'en est plus de même si la raie est due à la fois aux deux atmosphères solaire et terrestre : on peut craindre alors que le déplacement de la partie de la raie d'origine solaire ne soit marqué par la largeur de la partie fixe d'origine tellurique; et quand il s'agit de l'oxygène, cela est d'autant plus à redouter que nous savons aujourd'hui que l'action de l'atmosphère terrestre donne aux raies de l'oxygène une très grande intensité et dès lors que, si une action solaire pouvait exister, elle ne pourrait être que très faible.

» Mais le phénomène est encore plus complexe, car la question de l'oxygène solaire vise nécessairement aussi l'atmosphère coronale et nous savons que cette atmosphère est le siège de mouvements violents, mais très mal connus. Or, si des raies obscures prenaient naissance dans cette atmosphère, les phénomènes du changement de réfrangibilité dus aux mouvements de la source seraient nécessairement sous la dépendance de ces mouvements et pourraient modifier dans une mesure inconnue l'effet de la rotation probable de cette atmosphère coronale.

» On voit combien la question est complexe et combien la méthode qui s'appuie sur le déplacement des raies est insuffisante pour la résoudre. Ce sont ces considérations qui m'ont fait aborder la question par une autre face.

» J'ai pensé qu'il fallait tout d'abord faire la part de l'atmosphère terrestre et n'aborder le phénomène solaire que lorsque cette première partie de la question serait bien élucidée.

» L'installation qui existe à l'observatoire de Meudon permet une expérience absolument décisive sur l'origine des groupes de raies de l'oxygène dans le spectre solaire. On a introduit dans le tube d'acier doublé de cuivre rouge de 60<sup>m</sup> de long de l'oxygène à 28 atmosphères de pression. C'est la quantité qui représente celle qui est contenue dans l'atmosphère terrestre par rapport à un rayon zénithal, et l'on a constaté avec une source puissante de lumière électrique que les groupes A, B notamment y prenaient une intensité comparable à celle de ces groupes dans le spectre solaire, en été quand l'astre est très élevé. Il y a là un phénomène où l'on n'a à juger que de l'égalité de deux effets, ce qui constitue les conditions les plus favorables que l'on puisse réaliser dans des recherches de ce genre.

» Cette expérience avait été faite sous une autre forme en 1889, à l'aide d'une lumière électrique puissante installée au sommet de la tour Eiffel.

Entre la tour et l'observatoire de Meudon, la couche d'air interposée représente juste la valeur, comme effet d'absorption, de l'atmosphère terrestre. Ici encore on put juger de l'égalité très sensible des effets avec le spectre solaire.

» En 1888, aux Grands-Mulets, j'ai abordé la question sous une autre forme : il s'agissait d'étudier le décroissement d'intensité des groupes en question avec la hauteur de la station.

» Cette observation, déjà concluante, fut reprise en 1890 aux Bosses-du-Dromadaire, et tout dernièrement au sommet du mont Blanc, avec un grand spectroscopé à réseaux donnant avec une grande perfection les lignes élémentaires des groupes A, B, z; on en connaît les résultats.

» Je crois qu'il résulte de ces recherches que l'atmosphère terrestre peut être considérée comme seule cause de la présence des groupes oxygéniques dans le spectre solaire et que cette première partie de la question ne pouvait être résolue que par l'étude de l'atmosphère terrestre où les phénomènes nous sont absolument connus. On peut donc dire que les enveloppes gazeuses du Soleil ne contiennent pas d'oxygène, tout au moins à l'état où il serait capable de donner par absorption les phénomènes que nous lui voyons produire dans nos tubes et dans l'atmosphère terrestre.

» Il faut maintenant aborder le Soleil considéré en lui-même, et c'est ce que j'ai commencé à faire en examinant le spectre de l'oxygène porté à haute température. Je rendrai compte de ce nouveau travail à l'Académie.

» En résumé, la méthode qui a servi à M. Dunér dans ses importantes recherches sur la rotation du Soleil, recherches dans lesquelles du reste l'auteur ne s'était pas proposé la question de la présence de l'oxygène dans le Soleil, ne peut être, à mes yeux, considérée comme pouvant élucider à elle seule la question complexe qui fait l'objet de cette Note. »

*CHEMIE APPLIQUÉE. — Conclusions relatives au parage des claires et aux causes du verdissement des Huîtres; par MM. AD. CHATIN et A. MUNTZ (1).*

« Rappelons que le parage consiste à mettre à sec les claires, de mai à juillet, et à donner, dans cet intervalle, quelques labours ou binages ayant pour résultat d'aérer le sol. On voit alors ce sol passer de la couleur noir-vert à une teinte ferrugineuse ou ocracée prononcée.

» Que s'est-il passé? Des phénomènes d'oxydation à la suite desquels

(1) Séance du 2 janvier, p. 17 de ce Volume.



le sulfure (dans une vase des Sables-d'Olonne on a dosé 1,060 d'hydrogène sulfuré, et 1,085 à Marennes) et le protoxyde de fer ont disparu, remplacés par de l'oxyde rouge de fer et des sulfates ferreux et calcique. En même temps, l'ammoniaque qui entraît dans une vase de Marennes (claires Auguste Maurin) pour 0,075 pour 100, sans trace de nitrates, a disparu pour faire place à des nitrates et à des nitrites.

» On se rend bien compte de la marche et des effets du parage, en remplissant un flacon de la vase noire des Huitrières. Déjà, au bout de quelques heures, la surface en contact avec l'air prend une légère teinte ocracée, qui gagne de proche en proche, en s'accroissant, le fond du flacon.

» Si, dans cette expérience, on renouvelle les surfaces par un labour imité du parage, la coloration ocracée s'étend rapidement.

» Les phénomènes d'oxydation n'ont pas lieu seulement par le transport de l'oxygène libre sous l'influence des microorganismes, un autre mode d'oxydation se produit que nous avons pu observer très nettement au laboratoire; il est dû à de petites Algues vertes, végétaux à chlorophylle qui, par l'action de la lumière, dégagent l'oxygène de l'acide carbonique par elles absorbé, oxygène d'autant plus actif qu'il est à l'état naissant. Le phénomène est rendu sensible par l'introduction de vases noires dans un flacon à quatre faces dont une face seule est exposée à la lumière solaire. On voit alors simultanément se multiplier les Algues vertes et l'oxydation se manifester par l'apparition de la teinte d'ocre autour d'elles, ce qui pourrait faire croire, mais non sans exagération, que le parage n'est qu'une culture d'Algues.

» Si les études chimiques qui viennent d'être exposées éclairent quelques points de la question du verdissement et de celle, plus générale, des colorations diverses que les Huitres peuvent offrir, il faut reconnaître qu'elles n'en donnent pas la solution, laissant ainsi une large part aux recherches des naturalistes. Quoi qu'il puisse advenir de ces dernières, voici, résumés, les principaux faits chimiques acquis dans cette Note et la précédente :

» 1<sup>o</sup> La couleur verte des Huitres n'est pas due à la chlorophylle (Berthelot).

» 2<sup>o</sup> Le fer se localise surtout dans les papilles branchiales, siège de la coloration dans les Huitres tant vertes que brunâtres; sa proportion croît avec l'intensité de la coloration.

» 3<sup>o</sup> La vase noire des claires et pares à Huitres doit sa couleur au sulfure et au protoxyde de fer; c'est un milieu réducteur assez riche en ammoniaque, sans traces de nitrates ni de nitrites.

» 4<sup>o</sup> Le parage a pour résultat de changer, par oxydation, la vase noire en vase de couleur ocracée, dans laquelle le sulfure et le protoxyde de fer

sont remplacés par le sesquioxyde de fer et des sulfates; l'ammoniaque, par des nitrates et des nitrites.

» 5° L'oxydation n'est pas due seulement à des microorganismes, mais à de petites Algues vertes qui émettent de l'oxygène naissant.

» 6° Le sulfate de chaux est en très forte proportion dans la terre des huîtres, le carbonate peut manquer.

» 7° L'acide phosphorique est dans la proportion de 1 à 2 pour 1000 comme dans les bonnes terres arables.

» 8° La proportion de l'azote, ordinairement de 1 à 1,5, a été trouvée de 7,55 dans le vivier expérimental de Roseoff, dont la vase était imprégnée, à la faveur du *moussin* (Algues filamenteuses), d'un grand nombre d'animalcules microscopiques. »

## RAPPORTS.

PHYSIQUE. — *Rapport verbal sur une réclamation de priorité formulée par M. Ulrich Dühring, concernant une loi relative aux vapeurs saturées.*

( Commissaires : MM. Fizeau, Sarrau ; Cornu, rapporteur. )

« Dans la séance du 27 novembre 1893, M. U. Dühring a réclamé la priorité de l'énoncé d'une loi sur les vapeurs saturées, indiquée et vérifiée par M. Edmond Colot (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 653). La Commission a reconnu qu'effectivement cette loi avait déjà été énoncée par M. U. Dühring, notamment dans les *Comptes rendus*, t. XCI, p. 980. »

## CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Hertz* (*Heinrich-Rudolf*), professeur de Physique à l'Université de Bonn, décédé le 1<sup>er</sup> janvier 1894, dans sa trente-septième année.

L'Académie avait décerné, en 1889, le prix L. La Caze aux travaux de M. Hertz sur l'électricité.

**MM. TOURNEUX, SAUVAGEAU, COQUILLOX, LAULANIÉ, MARVAUX, BERBE-**

RICH, ASAPH HALL, G. ROBIN adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les expressions approchées des termes d'ordre élevé dans le développement de la fonction perturbatrice.* Note de M. N. COCULESCO, présentée par M. Tisserand.

« Dans ses recherches sur le développement approché de la fonction perturbatrice, M. Hamy (1) a obtenu, dans quelques cas particuliers, de remarquables expressions asymptotiques des inégalités d'ordre élevé. Ses résultats sont extrêmement intéressants, dans le cas particulier de deux planètes se mouvant dans un même plan, l'orbite de la planète extérieure étant supposée circulaire.

» En nous plaçant dans un cas analogue, moins général cependant que celui de M. Hamy, nous avons trouvé, de notre côté, en suivant la méthode de M. Poincaré (2), l'expression approchée des termes d'ordre élevé dans le développement de la fonction perturbatrice. C'est cette expression que nous nous proposons de donner dans la présente Note. Notre cas, du reste, est celui considéré par M. Poincaré, que nous avons repris et développé, dans l'espoir de pouvoir pousser plus loin ses belles recherches.

» Considérons, avec M. Poincaré, la partie principale  $F_1^0$  de la fonction perturbatrice développée, en fonction des deux anomalies moyennes, sous la forme

$$F_1^0 = \sum A_{m,m'} e^{\sqrt{-1}mt + m't'}$$

$m = an + b$ ,  $m' = cn + d$ ;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  finies,  $n$  un nombre entier très grand,  $\frac{c}{a}$  négatif et voisin du rapport des moyens mouvements.  $A_{m,m'}$  le coefficient du terme dont il s'agit de chercher l'expression approchée.

» On a

$$(z) \quad A_{m,m'} = \frac{1}{4\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} F_1^0 e^{-\sqrt{-1}mt + m't'} dt dt'$$

(1) HAMY, *Comptes rendus*, t. CXV et CXVII, et aussi *Bulletin astr.*, t. X.

(2) POINCARÉ, *les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, et *Comptes rendus*, t. CXII.

( 60 )

» Si l'on y fait

$$e^{\nu-1}t = t^c, \quad e^{\nu-1}t = t^{-a} z^{\frac{1}{c}},$$

et en posant

$$F(z, t) = F_1^0 t^{ad-bc-t} z^{-\frac{d}{c}},$$

on trouve

$$\Lambda_{m,m'} = \frac{1}{2i\pi} \int_{|z|=1} z^{-n-t} dz \frac{1}{2i\pi} \int_{|t|=1} F(z, t) dt,$$

les intégrales étant, cette fois, prises respectivement le long des circonférences  $|z| = 1$  et  $|t| = 1$ .

» Posons encore

$$\Phi(z) = \frac{1}{2i\pi} \int_{|t|=1} F(z, t) dt.$$

Nous aurons finalement

$$(\beta) \quad \Lambda_{m,m'} = \frac{1}{2i\pi} \int z^{-n-1} \Phi(z) dz.$$

» Supposons, maintenant, que  $\Phi(z)$  puisse se développer, en une double série, sous la forme,

$$(I) \quad \Phi(z) = \sum a_n z^n + \sum a_{-n} z^{-n}.$$

» En remplaçant ce développement dans l'expression  $(\beta)$  de  $\Lambda_{m,m'}$  et en remarquant que toutes les intégrales telles que

$$\int z^{-n-1} z^\nu dz$$

sont nulles, sauf celle qui correspond à  $\nu = n$  qui est égale à  $2i\pi$ , on trouve

$$(\gamma) \quad \Lambda_{m,m'} = a_n.$$

» Le problème se ramène ainsi à la recherche de l'expression approchée de  $a_n$ , c'est-à-dire à la recherche des *singularités* de  $\Phi(z)$ .

» Les points singuliers de  $\Phi(z)$  sont les racines du système d'équations

$$\begin{aligned} \Delta &= 0, \\ \frac{d\Delta}{dt} &= 0, \end{aligned}$$

$\Delta$  étant le carré de la distance des planètes.

» Ces équations sont algébriques par rapport à des variables convena-

blement choisies et leurs racines réelles dans le cas considéré. Les points singuliers obtenus sont au nombre de six couples, de deux points singuliers réciproques chacun. Une discussion assez délicate fera voir qu'un seul des six couples est admissible, les coordonnées des deux points étant les suivantes

$$(D) \quad \begin{cases} x = \tau \frac{-(c-2a) - \sqrt{c(c-8a)}}{2(a-c)}, \\ y = \frac{(x-\tau)^2}{\beta(1+\tau^2)x}; \end{cases}$$

$$(D') \quad \begin{cases} x = \frac{-(c-2a) + \sqrt{c(c-8a)}}{2a\tau}, \\ y = \frac{\beta(1+\tau^2)x}{(1-x\tau)^2}. \end{cases}$$

$\tau = \tan \frac{\varphi}{2}$ ,  $\sin \varphi = e$  (l'excentricité supposée assez petite).

» Les modules des points D et D' définissent respectivement les rayons des deux cercles concentriques, qui limitent l'aire à l'intérieur de laquelle  $\Phi(z)$  se développera en série de Laurent (1).

» Quant au développement de  $\Phi(z)$  dans le voisinage du point singulier  $z = z_0$  (D ou D'), on trouve qu'il est de la forme suivante

$$(II) \quad \Phi(z) = \Psi(z) + G(z) \log(z - z_0),$$

$\Psi(z)$  et  $G(z)$  étant holomorphes en ce point.

» En appliquant, maintenant, au développement (II) le beau théorème de M. Darboux (1), étendu par M. Flamme (2), on arrive à l'expression suivante

$$(\delta) \quad A_{m,m'} = i^{\frac{\sqrt{2}}{2}} \frac{1}{n} P(x_0, y_0) (1 + \varepsilon),$$

$\varepsilon$  étant très petit pour des valeurs très grandes de  $n$ , et  $P(x_0, y_0)$  ayant pour expression

$$P(x, y_0) = \frac{(1 + \frac{1}{2}\tau^2)x_0^{-(an+b)} y_0^{-(cn+d)} e^{-\frac{\tau}{1+\tau^2}(\frac{1}{x_0} - x_0)}}{\sqrt{\left[ (x_0^2 + 1)(1 + \tau^2) - 4\tau x_0 - (x_0^2 - 1) - 2\beta(1 + \tau^2)\frac{x_0}{y_0} \right] \left\{ \begin{aligned} & \frac{c x_0}{2} (1 + \tau^2) \frac{(1 + \tau^2)(x_0^2 + 1) + (x_0^2 - 1)}{[x_0(1 + \tau^2) - \tau(x_0^2 + 1)]^2} - \frac{c(x_0^2 - 1)(1 + \tau^2) + (x_0^2 + 1)}{2 x_0(1 + \tau^2) - \tau(x_0^2 + 1)} \\ & - \frac{c(x_0^2 - 1)(1 + \tau^2) + (x_0^2 + 1)}{2(x_0^2 + 1)} - \beta a(1 + a)y_0 \end{aligned} \right\}}}$$

(1) DARBOUT, *Mémoire sur l'approximation des fonctions de très grands nombres* (*Journal de Mathématiques*, 1878).

(2) FLAMME, *Thèse inaugurale*; Gauthier-Villars, 1887.

$\beta = L^2 L^{-2} > 1$ , le rapport des demi grands axes et  $x_0, y_0$  les coordonnées du point D'. Quant à la détermination qu'il faudra prendre, il suffira de remarquer que, l'argument étant compris entre  $\frac{\pi}{2}$  et  $\frac{3\pi}{4}$ , la partie réelle du radical est  $< 0$  et la partie imaginaire  $> 0$ . »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'influence qu'exercent les taches solaires sur la quantité de chaleur reçue par la Terre.* Note de M. R. SAVÉLIEF.

« La période que nous venons de traverser a été remarquable par l'abondance des taches solaires; on sait que leur périodicité concorde sensiblement avec celle des perturbations magnétiques et des manifestations électriques, telles que les aurores boréales et les courants telluriques, c'est-à-dire des orages magnétiques; en est-il de même de l'intensité calorifique de la radiation solaire, et celle-ci est-elle affectée d'une périodicité analogue?

» Je me suis proposé de jeter quelque lumière sur cette question, en discutant les nombreuses observations que j'ai faites d'une manière continue à Kieff, depuis le mois de juin 1890 jusqu'à ce jour, au moyen de l'actinographe de M. Crova, et en les comparant avec celles que M. Wolf a faites à l'observatoire de Zurich sur la fréquence des taches solaires<sup>(1)</sup>.

» J'ai eu d'abord recours aux déterminations de la constante solaire; malheureusement, dans le cours du dernier hiver, je n'ai obtenu aucune courbe absolument symétrique; aussi ai-je limité mes comparaisons aux résultats obtenus dans trois journées seulement dont j'ai publié les observations<sup>(2)</sup>.

Dates.	Constante solaire.	Nombre de taches solaires.
28 décembre 1890.....	3,47	0
10 novembre 1891.....	3,54	10
25 février 1892.....	3,54	35

» La constante solaire ne pouvant être calculée que par extrapolation, sa valeur est, dans une certaine mesure, sujette à discussion; aussi serait-il prématuré d'affirmer que la constante solaire augmente avec l'accroisse-

(1) *Meteorologischen Zeitschrift*.

(2) *Comptes rendus*, 25 mai 1891, et *Annales de Chimie et de Physique*, avril 1892 et 1893.

ment de l'activité de la surface solaire, caractérisée par la fréquence des taches observées à sa surface.

» D'autre part, j'ai calculé, pour l'été (juin-juillet-août) et pour l'automne (septembre-octobre-novembre), la quantité moyenne de chaleur reçue sur 1<sup>er</sup> de surface horizontale du sol en un jour, et pendant une heure de radiation solaire; j'ai ainsi obtenu le Tableau suivant :

		Quantité moyenne de chaleur solaire reçue		Quantité de taches solaires.
		en un jour.	en une heure.	
		cal	cal	
Été	1890 . . . . .	280	29,8	6,8
»	1891 . . . . .	322	34,2	46,8
»	1892 . . . . .	317	36,0	85,7
Automne	1890 . . . . .	59	22,0	11,7
»	1891 . . . . .	154	25,2	47,8
»	1892 . . . . .	103	21,2	68,0

» Quoique la chaleur reçue à la surface du sol dépende, non seulement de l'intensité calorifique de la radiation solaire aux limites de l'atmosphère, c'est-à-dire de la constante solaire, mais aussi du coefficient de transparence calorifique de l'atmosphère, il est à remarquer que cette dernière cause de variation est bien atténuée, puisque chacun des nombres de la Table ci-dessus est la moyenne de quatre-vingt-dix journées.

» Aussi me paraît-il que la concordance des résultats obtenus par cette seconde méthode et de ceux que j'ai déduits de la constante solaire permet d'admettre, avec une grande probabilité, que l'intensité calorifique de la radiation solaire augmente avec l'activité des phénomènes qui se produisent à la surface du Soleil, celle-ci étant caractérisée par l'accroissement du nombre des taches.

» Une seule anomalie se manifeste, dans l'automne de 1892; encore s'expliquerait-elle si l'on admettait que l'intensité de la radiation augmente moins avec le nombre absolu des taches qu'avec la rapidité de leur évolution ou même est immédiatement consécutive à leur diminution. Cette discussion a été limitée aux observations faites jusqu'au mois d'avril 1893; elle me paraît être d'un assez grand intérêt pour que je croie utile de l'étendre à une plus longue période. »

THERMODYNAMIQUE. — *Thermodynamique des gaz; approximations comparées de la loi de Joule et des lois de Mariotte et de Gay-Lussac.* Note de M. JULES ANDRADE.

« La température absolue  $T$  et l'énergie interne  $U$  d'un gaz sous pression  $p$  dans le volume  $v$  peuvent, comme on sait, s'exprimer par quatre variables physiques, définies dans l'échelle des températures expérimentales où  $\theta$  désigne la température correspondante de  $T$ . Ces quatre variables sont :

$C$ , la chaleur spécifique sous pression constante;

$c$ , la chaleur spécifique du gaz en volume constant;

$\alpha$ , le coefficient de dilatation relative, sous pression constante;

$\beta$ , le coefficient d'accroissement relatif de pression, en volume constant.

» Les principes de Mayer et de Carnot donnent alors les formules

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} T = T_0 e^{\int_{\theta_0}^{\theta} \frac{p v \alpha \beta}{E(c-c_0)} d\theta} \\ \frac{\partial U}{\partial v} = \frac{C-c}{\alpha v} - \Lambda p, \\ \frac{\partial U}{\partial \theta} = c, \end{array} \right.$$

où  $\Lambda$  désigne l'inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur,  $E$ .

» Considérons maintenant un gaz semi-parfait, c'est-à-dire un gaz qui obéirait aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac :  $p v = R\theta$ ; nous aurons alors

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} T = T_0 e^{\int_{\theta_0}^{\theta} \frac{R}{E(c-c_0)\theta} d\theta} \\ U = \theta \omega \log v + \varphi'(\theta), \quad \varphi'(\theta) = \frac{d\varphi}{d\theta}, \\ c = (\theta \omega)' \log v + \varphi'(\theta), \quad (\theta \omega)' = \frac{d(\theta \omega)}{d\theta}, \\ C = (\theta \omega)' \log v + \varphi'(\theta) + \omega + AR, \\ \omega = C - c - AR = \text{simple fonction de } \theta \text{ qui représente ce qu'on} \\ \text{peut appeler l'écart de la loi de Mayer.} \end{array} \right.$$

» Pour que le gaz supposé semi-parfait soit parfait, ou suive la loi de



Joule, il faut et il suffit que  $\omega = 0$ ; ou, en d'autres termes, que ce gaz suive la loi de Mayer.

» Lorsqu'on sait qu'une des chaleurs spécifiques est une simple fonction de  $\theta$ , il en sera de même de l'autre, et l'on devra avoir

$$\text{ou bien } \omega = 0, \quad \text{ou bien } \omega\theta = H,$$

H désignant une constante différente de zéro.

» Dans le premier cas, le gaz suit la loi de Joule, et l'échelle des températures  $\theta$  n'est pas distincte de l'échelle des températures absolues.

» Dans le second cas, les températures absolues sont liées aux températures  $\theta$  par la relation

$$\frac{T}{T_0} = \frac{H + R\theta}{H + R\theta_0}.$$

» Dans les formules (2) il est naturel de supposer  $\omega < 0$ ; sinon, pour une température donnée, l'énergie interne d'un gaz semi-parfait croîtrait indéfiniment avec l'expansion du gaz; ce résultat paraît assez paradoxal. D'ailleurs l'hypothèse  $\omega < 0$  ne m'est pas indispensable: elle me servira seulement à ajouter une probabilité de plus en faveur d'un résultat que je démontrerai directement; je me propose d'établir que les gaz réels, qui suivent à peu près les lois de Mariotte et de Gay-Lussac et la loi de Joule, obéissent à ces lois avec des approximations qui sont tout à fait comparables.

» Ce résultat se laisse déjà entrevoir par le simple rapprochement des expériences de Regnault (C presque constant) et de la première partie de l'expérience de Joule et Thomson sur l'écoulement *lent* des gaz. Dans cette mémorable expérience, on a constaté d'abord qu'un abaissement de température toujours *positif* accompagne toujours la diminution de pression dans un lent courant gazeux, en régime permanent, et cela quel que soit le sens de l'écart qu'il présente à la loi de Mariotte.

» Dans ce phénomène, l'écart de la loi de Joule domine l'écart de la loi de Mariotte. L'approximation de la loi de Joule n'est donc pas d'ordre supérieur à l'ordre d'approximation de la loi de Mariotte.

» D'autre part, si elle était d'ordre bien inférieur à l'ordre d'approximation des lois de Mariotte et de Gay-Lussac, les formules (2) pourraient être employées. Mais les expériences de Regnault n'ont révélé aucune variation sensible de C avec la pression. Donc, puisque  $\omega$  n'est pas nul, étant de l'ordre de l'écart de la loi de Joule, nous pouvons conclure que :

ou bien  $\omega\theta = \text{const.}$ , ou bien la loi de Joule a une approximation comparable à celle des lois de Mariotte et de Gay-Lussac.

» Nous pourrions conclure plus nettement encore, en invoquant la deuxième partie de l'expérience de Joule et Thomson.

» La variation  $d\theta$  de température est liée à la variation de pression  $dp$  par la formule expérimentale

$$(3) \quad d\theta = K \frac{dp}{\theta^2},$$

$K$  désignant une quantité *positive*, qui varie peu avec les conditions de l'expérience.

» Cette seule indication nous suffira.

» L'équation qui règle l'écoulement *lent* d'un gaz réel est

$$(4) \quad U + Apc = \text{const.}$$

» En la différentiant, nous pourrions éliminer  $dp$  par la relation (3), pourvu que nous connaissions la forme de la fonction  $U$ .

» Mais, si nous supposons pour un moment que, des trois lois *approchées* de Mariotte, Gay-Lussac et Joule, cette dernière soit de beaucoup la moins approchée, nous pourrions adopter la valeur  $U$  des équations (2) et la formule  $pc = R\theta$ . Le calcul ci-dessus défini donne alors cette valeur de  $K$

$$(5) \quad K = \frac{\omega v \theta^2}{R [(\omega\theta)' \log v + \frac{1}{\theta} (\theta)' + AR + \omega]} = \frac{\omega v \theta^2}{RC}.$$

» Or ce résultat présente :

» 1° Une contradiction avec l'expérience de Joule et Thomson, puisqu'il suffirait, dans cette expérience, de *diminuer de moitié la pression pour doubler la valeur de  $K$*  ;

» 2° Une contradiction avec l'hypothèse très vraisemblable signalée plus haut :  $\omega < 0$ .

» L'emploi des formules (2) ne saurait donc être légitime.

» Done, *la loi de Joule et la double loi de Mariotte et Gay-Lussac ont des écarts de même ordre.* »

MAGNÉTISME. — *Loi de l'aimantation du fer doux*. Note de M. P. JOUBIN, présentée par M. Mascart.

« Les phénomènes d'aimantation du fer n'ont pu encore être représentés que par des expressions empiriques et approximatives; c'est ainsi, par exemple, que la formule bien connue et souvent employée de Frölich n'indique pas que la susceptibilité magnétique passe par un maximum, circonstance cependant fort importante.

» 1° Soient I l'intensité d'aimantation, H le champ, K la susceptibilité, définie par la relation  $I = KH$ . Pour trouver une autre relation liant ces trois grandeurs, il suffit, à l'exemple de Rowland, de tracer une courbe en prenant pour coordonnées non pas I et H, mais bien I (ordonnée) et K (ou  $4\pi K$ ) (abscisses). A chaque valeur de K correspondent deux valeurs de I et le milieu de chaque corde se trouve sur une droite très peu inclinée sur l'axe des abscisses et dont le coefficient angulaire est négatif. Cette courbe est exactement une parabole (sauf au voisinage de l'axe des ordonnées), comme l'a reconnu Rowland, qui cependant la représente par une fonction sinusoïdale. C'est ainsi que l'équation

$$I = 660 - 0,078 \cdot 4\pi K \pm 14,53 \sqrt{2336 - 4\pi K}$$

représente exactement l'état magnétique d'un fer étudié par Bosanquet, comme le montre le Tableau suivant. Cet exemple est pris au hasard parmi beaucoup d'autres :

H.	$4\pi K$ .	I	
		calculé.	observé.
0,2 .....	629	12	10
0,5 .....	753	25	30
1 .....	1448	115	115
2 .....	2281	375	363
5 .....	1979	779	788
10 .....	1301	1028	1035
20 .....	744,5	1183	1183
50 .....	323,3	1287	1286
100 .....	170,5	1322	1356

» 2° L'aspect général de ces courbes rappelle, d'une façon frappante, les courbes qui donnent les densités des fluides saturés en fonction de la température (MM. Cailletet et Mathias). A chaque valeur de la susceptibi-

lité (qui remplace la température) correspondent deux valeurs de l'intensité d'aimantation (ou densité superficielle) qui se rapprochent lorsqu'on fait croître  $K$ , et se confondent au *point critique*. L'intensité maximum  $I_m$  est à peu près égale à trois fois l'intensité critique  $I_c$ ; en effet, dans l'exemple précédent,  $I_c = 478$  et  $I_m = 1400$ , dont le tiers est 467. Or, cette propriété des fluides ordinaires peut se déduire de l'équation de Van der Waals; on est ainsi conduit à se demander si l'on peut rapprocher les propriétés magnétiques de celles que possèdent les fluides.

» 3° A l'exemple de Faraday, considérons le champ comme occupé par des tubes de force dont la section  $\sigma$  en chaque point soit en raison inverse du champ,  $\sigma H = 1$ . Autrement dit, au lieu de représenter l'intensité du champ par le nombre de lignes de force par unité de surface, définissons-le par la section du tube unité. Le coefficient  $K$  peut s'écrire  $I\sigma$ ; c'est la quantité de magnétisme contenue dans la section du tube unité, de même que la température est la quantité de chaleur contenue dans l'unité de volume d'un gaz.

» *Il existe entre la densité superficielle  $I$  et la susceptibilité  $K$  la même relation qu'entre la densité cubique  $d$  et la température  $T$  d'un fluide, relation exprimée par la formule de Van der Waals.*

» Soit, en effet, un fluide obéissant à cette loi

$$p = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{c}{v^2}.$$

S'il est gazeux et très éloigné de son point de saturation, il suit sensiblement la loi de Mariotte, et l'on peut écrire  $pv = RT$ , d'où l'on déduit la loi approchée de sa dilatation

$$v \frac{v - \alpha}{\alpha v} = RT.$$

» La dilatation de l'unité de volume est proportionnelle à la température absolue. Cette expression nous conduit à la loi de Frölich.

» Supposons, en effet, qu'on puisse appliquer aux phénomènes magnétiques la même équation, où nous remplacerons  $\alpha$  par  $\frac{1}{I_m}$ ,  $T$  par  $K$  et  $v$  par  $\frac{1}{I}$ , nous aurons

$$p = \frac{RKH_m}{I_m - I} - cI^2.$$

» En admettant, conformément à la démonstration bien connue, que

la pression exercée contre le milieu extérieur sur la surface  $\sigma$  soit proportionnelle à  $I^2 \sigma$ , c'est-à-dire à  $KI$ , on reconnaît qu'écrire la relation  $p = RKI$ , c'est exprimer une loi analogue à la loi de Mariotte. On en déduit

$$RI^2 \sigma = \frac{RI^2 \sigma I_m}{I_m - I} - cI^2;$$

d'où

$$\sigma = \frac{I}{II} = \frac{c}{R} \frac{I_m - I}{I_m}.$$

C'est la formule de Frölich.

» Or cette formule convient fort bien aux corps faiblement magnétiques; on en conclura que, dans ce cas, la pression  $p$  est correctement évaluée; au contraire, elle ne convient pas aux corps fortement magnétiques, pour lesquels la valeur de la pression  $p$  est donnée par le second membre de la formule de Van der Waals. D'après les propriétés connues de cette équation, la pression correspondant aux deux valeurs de  $I$ , se rapportant à une même susceptibilité  $K$ , est la même.

» 4° Pour un fluide, à mesure que la température  $T$  décroît, la densité de la vapeur saturée décroît en même temps que sa tension : à la température où la densité devient nulle, la tension est nulle aussi. Le second membre de l'équation de Van der Waals s'annule donc, et l'on en déduit la valeur de la densité du liquide sous la pression nulle de sa vapeur saturée.

» Appliquons le même procédé à l'exemple cité plus haut.

» La parabole coupe l'axe des abscisses au point  $4\pi K = 516$ ; la valeur correspondante de  $I$  donnée par l'équation de Van der Waals est  $I = 1260$ . La mesure directe sur la parabole donne 1250. C'est une coïncidence presque absolue.

» 5° A partir de ce point, l'équation de Van der Waals ne peut plus représenter le phénomène, car le fluide ne peut plus exister à l'état liquide; il y a changement d'état, et la courbe représentative change brusquement. Or il en est de même pour le magnétisme; c'est à partir de ce point que la courbe n'est plus parabolique. Il y a un changement d'état correspondant au passage de l'état liquide à l'état solide.

» En résumé, les phénomènes d'aimantation du fer seraient analogues à ceux que présente un fluide saturé et pourraient être calculés par les mêmes formules; je me propose de vérifier si l'on peut trouver expérimentalement une *équation réduite* indépendante du corps aimanté.

» Les corps faiblement magnétiques seraient soumis à des lois analogues à celles des fluides éloignés de leur point de saturation. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1<sup>er</sup> janvier 1894.* Note de M. TH. MOUREAUX, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques ont été continuées en 1893, avec les mêmes appareils, et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Les courbes de variations relevées au magnétographe ont été dépoignées pour toutes les heures, et les zéros vérifiés par des mesures absolues effectuées sur le pilier de la cabane vitrée. De plus, la sensibilité des trois appareils de variations a été vérifiée par des graduations répétées, à quinze jours environ d'intervalle.

» Les valeurs absolues des éléments magnétiques au 1<sup>er</sup> janvier 1894 résultent de la moyenne des observations horaires obtenues dans les journées des 31 décembre 1893 et 1<sup>er</sup> janvier 1894, et rapportées à des mesures absolues faites du 27 décembre au 2 janvier.

» La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs suivantes et celles qui ont été données pour le 1<sup>er</sup> janvier 1893 (1).

Éléments.	Valeurs absolues au 1 <sup>er</sup> janvier 1894.	Variation séculaire en 1893.
Déclinaison.....	15. 18,0	— 6,3
Inclinaison.....	65. 6,1	— 2,4
Composante horizontale.....	0,19624	+ 0,00028
Composante verticale.....	0,42280	— 6,00017
Force totale.....	0,46612	— 0,00004

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0° 9' 23" de longitude est, et 48° 48' 34" de latitude nord.

» *Perpignan.* — Les observations faites sous la direction de M. le D<sup>r</sup> Fines ont donné les résultats suivants :

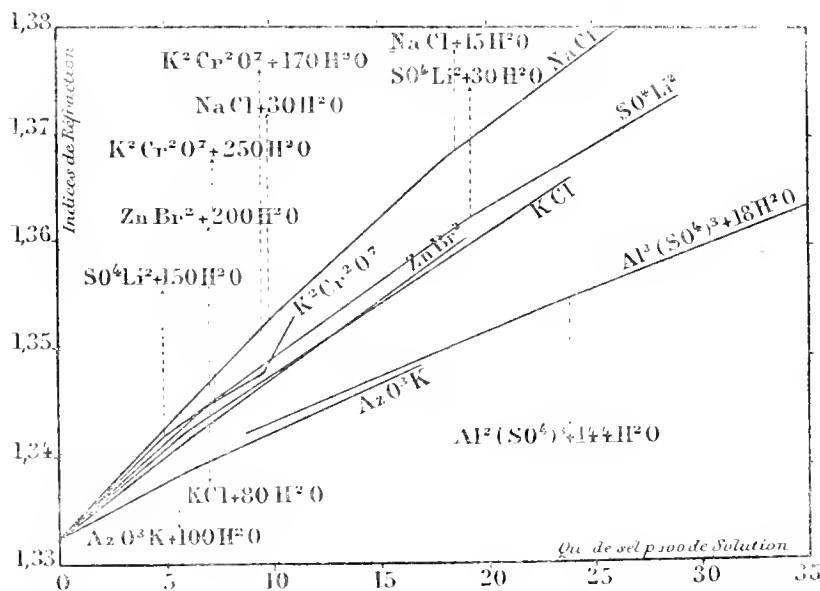
Éléments.	Valeurs absolues au 1 <sup>er</sup> janvier 1894.	Variation séculaire.
Déclinaison.....	14. 8,4	— 4,5
Inclinaison.....	60. 10,7	— 2,6
Composante horizontale.....	0,22320	+ 0,00042
Composante verticale.....	0,38940	+ 0,00007
Force totale.....	0,47883	+ 0,00027

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 57; 1893.

» L'observatoire météorologique et magnétique de Perpignan est situé par  $0^{\circ}32'45''$  de longitude, et  $42^{\circ}42'8''$  de latitude nord. »

CHIMIE. — *Sur la composition des solutions aqueuses de sels, d'après les indices de réfraction.* Note de M. **PAUL BARY**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai eu l'honneur de présenter, il y a quelque temps, à l'Académie<sup>(1)</sup>, une étude sur les indices de réfraction des solutions salines dans l'eau, qui m'avait conduit expérimentalement à admettre que deux solutions d'un même sel à des concentrations différentes n'étaient pas comparables, puisqu'on obtient, par la dilution ou la concentration, des variations brusques d'indices, qui manifestent la formation de composés nouveaux dans la masse. J'ai donné, à cette époque, les résultats obtenus sur un certain nombre de sels; depuis, les nouveaux corps étudiés ont augmenté cette série et m'ont permis de voir la généralité du phénomène décrit. La figure montre quelques-uns de ces résultats.



» Il résulte de toutes ces expériences que la dissolution n'est pas un

(1) PAUL BARY, *Comptes rendus*, t. CXIV; 4 avril 1892.

phénomène simple et qu'il tient à la fois de la combinaison et du mélange. Afin de montrer cette première conclusion, j'essayerai de détailler les actions qui se passent dans les solutions, sur un exemple :

» En étudiant l'azotate de sodium dans des solutions le contenant en quantités variables depuis 3,9 jusqu'à 38,9 pour 100, on remarque que la courbe représentant les indices de réfraction, en fonction de la quantité de sel contenu dans 100 de solution, est formée de trois droites; la première allant de la concentration 3,9 à 11,59 pour 100 de sel; la seconde de 11,59 à 28,2 pour 100, et la troisième de 28,2 à la saturation. Aux points d'intersection de ces droites, les compositions de la liqueur, qui contient alors 11,59 et 28,2 pour 100 de sel, correspondent aux formules



» Voici comment on doit expliquer ce qui se passe durant la concentration. Lorsque, dans l'eau pure, on ajoute une petite quantité d'azotate de sodium, il se forme la quantité correspondante de l'hydrate à 36 molécules d'eau; cet hydrate, qui est liquide à la température ordinaire, se mélange à l'eau en excès (la droite obtenue dans cette partie de la courbe répond bien, en effet, à la loi des mélanges); plus la quantité de sel ajouté est grande, plus cet hydrate se forme en abondance, jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'eau libre. En continuant à augmenter la quantité de sel, l'hydrate à 36H<sup>2</sup>O se transforme pour donner naissance à l'hydrate à 12H<sup>2</sup>O, jusqu'à ce que celui-ci reste à son tour seul dans la solution. Enfin, dans la troisième phase, l'hydrate à 12H<sup>2</sup>O perd encore de son eau, pour former un nouvel hydrate dont on ne peut prévoir la formule, puisqu'il ne se trouverait seul dans la solution que pour une concentration supérieure à la saturation.

» On voit donc, d'après ce maximum, qu'il n'existe jamais en mélange, dans la solution, que deux hydrates au maximum.

» Mes expériences jusqu'alors avaient été faites sur des solutions relativement concentrées, et il n'était pas possible de prévoir comment ces résultats pouvaient entrer en harmonie avec l'hypothèse de M. Svante Arrhenius sur la dissociation du sel en ses *ions*. Le réfractomètre de M. C. Féry, que j'employais dans ces expériences, ne donne qu'une approximation d'environ 2 ou 3 dix-millièmes sur la valeur de l'indice; je dus employer une méthode beaucoup plus sensible, pour arriver à déterminer les indices de solutions ne contenant plus que 0<sup>se</sup>,04 de sel pour 100, alors que les plus étendues auxquelles je m'arrêtais par le réfractomètre en contenaient encore, suivant les corps, de 1<sup>se</sup> à 4<sup>se</sup>.

» J'ai obtenu cette sensibilité, en mesurant par les interférences la différence de marche entre deux rayons lumineux traversant l'un une cuve d'eau, l'autre une cuve semblable emplie de la solution. Les interférences étaient produites par l'appareil de Jamin, et la différence était corrigée



par un compensateur à lame prismatique, dont on mesurait le déplacement latéral.

» Dans ces conditions, j'ai trouvé pour le chlorure de potassium les nombres indiqués dans le Tableau ci-dessous; la deuxième colonne donne le nombre de grammes de chlorure de potassium contenus dans un litre de solution; la troisième représente les déplacements observés au compensateur pour ramener la frange centrale au croisement des réticules de la lunette.

Numéros.	Déplacements du compensateur				Indices.	Quantité de sel dissocié pour 100.
	Grammes par litre.	observés.	calculés.	$\Delta$ .		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.....	0	0	0	0	1,332000	100
2.....	0,468	5,9	5,9	0	1,332092	96,3
3.....	0,937	11,6	11,7	- 0,1	1,332183	93,6
4.....	1,250	15,4	15,7	- 0,3	1,332242	92,2
5.....	2,500	31,0	31,3	- 0,3	1,332487	88,5
6.....	3,250	40,6	40,7	0,1	1,332639	88,9
7. ....	5,000	62,6	62,6	0	1,332985	88,8

» D'après ces chiffres, on voit que la loi représentant les déplacements du compensateur [ou les indices qui leur sont proportionnels <sup>(1)</sup>] en fonction des quantités de sel est linéaire. Les colonnes 4 et 5 du Tableau donnent les valeurs calculées des déplacements et les différences  $\Delta$  avec les valeurs observées, en partant de l'expérience n° 7.

» Cette droite, prolongée jusqu'à la concentration de 1,25 pour 100, donne pour valeur de l'indice 1,33446, qui concorde avec le nombre 1,3343, trouvé dans mes expériences antérieures.

» En résumé, les indices de réfraction suivent, dans cette partie de la courbe, la loi des mélanges. Or nous nous trouvons dans des solutions où les quantités de sel dissocié, d'après M. Arrhénius, sont considérables, ainsi que l'indiquent les chiffres de la dernière colonne du Tableau, tirés des Mémoires de ce savant. Il en résulte donc, en admettant la théorie de M. Arrhénius, que *les sels dissociés se comportent, au point de vue de la réfraction, comme si la dissociation n'existait pas* <sup>(2)</sup> ».

<sup>(1)</sup> Les erreurs provenant des différences de dispersion étant inférieures aux erreurs de mesures.

<sup>(2)</sup> Ce travail a été fait au Laboratoire de M. Baille, à l'École de Physique et de Chimie industrielles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'action chimique exercée sur le vin par l'abristol (naphthyle sulfate de calcium)*. Note de M. SCHEURER-RESTER.

« Le naphthyle sulfate de calcium a été l'objet d'une remarquable étude thérapeutique de MM. Dujardin-Beaumetz et Stackler (1). Ce produit, auquel ils ont donné le nom d'*asaprol*, a été introduit par M. Ivar Bang, avec une dénomination différente (*abristol*), dans le traitement des vins. Des expériences, poursuivies depuis deux ans, ont consacré son usage pour leur clarification et leur conservation. Il est probable que l'*abristol* remplacerait avec avantage, au point de vue hygiénique et au point de vue du résultat, le plâtre dont on a dû, quoique à regret, autoriser l'emploi jusqu'à concurrence de 2<sup>gr</sup> de sulfate de potassium par litre de vin, tandis que quelques centigrammes d'*abristol* suffisent pour entraver complètement ses fermentations secondaires ou postérieures, et l'empêcher de *tourner*.

» L'absence de troubles cardiaques ou cérébraux pendant l'administration de l'*asaprol*, son élimination rapide par les urines, la tolérance remarquable de l'organisme pour ce produit ingéré, ont permis de conclure à l'emploi inoffensif de cette substance pour la conservation des vins : 6<sup>gr</sup> à 10<sup>gr</sup> par hectolitre suffisent pour assurer ce résultat, alors que l'organisme peut en supporter des doses quotidiennes de cette importance, et pendant une longue période de temps.

» L'emploi de l'*abristol* pour le traitement des vins ayant été tour à tour recommandé et combattu, j'ai fait quelques expériences pour rechercher si, comme on l'a dit et publié, il se produit au sein du vin *abristolé* des décompositions ou réactions chimiques, de nature à modifier profondément la constitution du naphthyle sulfate de calcium ou *abristol*.

» On a prétendu entre autres que l'*abristol*, en présence du principe constituant des vins, donnait lieu à la production d'acide sulfurique. Le naphthyle sulfate de calcium, sous l'action de certains acides énergiques, comme l'acide chlorhydrique, par exemple, est, en effet, décomposé et transformé en  $\beta$ -naphtol et acide sulfurique; mais, en présence d'acides plus faibles comme ceux du vin, il n'en est pas de même : ni l'acide tartrique ni l'acide malique ne provoquent cette transformation.

---

(1) *Sur un dérivé soluble du  $\beta$ -naphtol* (Comptes rendus, 19 juin 1893).



» Le vin abrastolé ne renferme donc pas trace d'acide sulfurique libre, contrairement à ce qui a été publié. Un travail récent de M. Sanglé-Ferrière (1) a démontré que la présence de l'abrastol peut être décelée dans le vin, même quand il n'en renferme qu'un quarante-millième, et que la présence de cet antiseptique ne nuit en rien au dosage du sulfate de potasse, fait dans les conditions ordinaires. On peut, par conséquent, procéder aux recherches des substances étrangères additionnées au vin, comme si l'abrastol ne s'y rencontrait pas, fait qui paraît important au point de vue de l'hygiène. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la présence de glandes venimeuses chez les Couleuvres, et la toxicité du sang de ces animaux.* Note de MM. C. PHISALIX et G. BERTRAND.

« Fontana (2), le premier, a reconnu que les couleuvres supportent sans danger de nombreuses morsures de vipères, ou l'inoculation sous-cutanée du venin de ce reptile. Nous avons vérifié l'exactitude de cette assertion. En injectant à une couleuvre à collier, de petites dimensions (50<sup>cm</sup> de long), 0<sup>gr</sup>,005 de venin sec, dose capable de tuer de quinze à vingt cobayes, nous n'avons constaté aucun effet. Quelle est la cause de cette immunité? C'est ce que les recherches exposées dans cette Note nous permettent d'établir.

» Il semble difficile d'admettre, au premier abord, que l'immunité naturelle des couleuvres résulte d'une accoutumance au venin, puisque ces serpents, aglyphodontes, sont inoffensifs; cependant, d'après l'explication que nous avons donnée de l'immunité du crapaud et de la vipère relativement à leur propre venin (3), il nous a paru rationnel de rechercher, dans le sang des couleuvres, des substances toxiques analogues à l'échidnine. Nous avons donc étudié la toxicité du sang, en opérant sur deux espèces très communes en France : la couleuvre à collier (*Tropidonotus natrix* Dum. et Bibr.) et la couleuvre vipérine (*Trop. viperinus* Dum. et Bibr.).

» Le sang, extrait aseptiquement du cœur de ces couleuvres, légè-

(1) *Comptes rendus*, novembre 1893.

(2) *Trattato del veleno della vipera*, p. 81 et suivantes; 1787.

(3) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1080, et t. CXVII, p. 1099.

ment chloroformées, a été injecté à des cobayes, de suite, ou après vingt-quatre heures de repos dans un endroit frais, en n'utilisant que le sérum. Qu'il s'agisse d'une espèce ou d'une autre, du sang entier ou du sérum, les résultats ont été les mêmes.

» *Expérience I.* — Le 20 décembre, à 10<sup>h</sup> du matin, on injecte 1<sup>cc</sup>,5 de sérum de couleuvre vipérine dans la cavité péritonéale d'un cobaye femelle du poids de 420<sup>gr</sup>.

	Tempé- rature.	Respi- ration.	Pouls.	Observations.
Avant l'injection, à 9.50. <sup>m</sup>	38,9	»	»	
Après l'injection, à 10. 10.	37,7	»	»	Aussitôt après l'injection : mou- vements nauséux violents, puis stupeur, immobilité.
» 10. 20.	»	120	240	
» 10. 28.	36,9	»		
« 10. 35.	»	120	<sup>a peine</sup> perceptible	Le train de derrière est flasque.
» 10. 55.	34,8	152	»	L'animal est complètement flasque, ne peut plus se tenir sur ses jambes; gonflement de l'abdomen, à droite; mu- seau et pattes pâles.
» 11. 10.	»	136	»	
» 11. 30.	31,9	64	»	Secousses agoniques des mâ- choires et de la tête.
» 11. 45.	30,0	40	»	Absolument affaîssé, reste sur le dos quand on l'y met.
Mort à 12. 0.				

» *Autopsie.* — Le cœur est rempli de sang noir et ses parois sont très vascularisées. L'estomac et les intestins sont très congestionnés, avec taches hémorragiques sur la muqueuse stomacale, le gros intestin et l'intestin grêle. Le péritoine est rouge, avec épanchement séro-sanguinolent.

» Les résultats de ces expériences ne diffèrent pas de ceux qui ont été obtenus avec l'échidnine. L'abaissement de température, la parésie progressive aboutissant au collapsus, avec conservation de la sensibilité, l'affaiblissement des battements du cœur, la vaso-dilatation générale accompagnée de congestion des viscères et de suffusions sanguines, en un mot, tous les symptômes sont ceux de l'empoisonnement par le sang ou le venin de vipère. Il existe donc dans le sang de la couleuvre, en quantité au moins aussi grande que dans celui de la vipère, des principes toxiques analogues à l'échidnine; ils sont comme elle insolubles dans l'alcool et très adhérents aux précipités. Mais d'où viennent ces principes? Par quels

organes sont-ils fournis au sang? C'est ce que nous avons essayé de déterminer par l'inoculation successive des extraits organiques des principaux viscères, foie, pancréas, rate, thymus, corps thyroïde et glandes salivaires. Les organes provenant de trois couleuvres ont été broyés dans l'eau glycerinée à 50 pour 100, en observant les précautions ordinaires d'asepsie. Après vingt-quatre heures de macération, les liquides étaient introduits dans la cavité péritonéale de cobayes. Avec les cinq premiers organes, aucun des animaux injectés n'a semblé éprouver de malaise. Il n'en a pas été de même avec les glandes salivaires (glandes labiales supérieures) : elles ont déterminé une envenimation caractéristique.

» *Expérience II.* — Le 20 décembre, à 10<sup>h</sup> 15, on injecte à un cobaye femelle, pesant 415<sup>gr</sup>, 2<sup>cc</sup> de macération dans l'eau glycerinée des glandes labiales supérieures de trois petites couleuvres vipérines, l'un dans la cuisse droite, l'autre dans l'abdomen.

	Tempé- rature.	Respi- ration.	Pouls.	Observations.
Avant l'injection, à 9.40. <sup>m</sup>	38,8	»	»	Après l'injection, mouvements nauséux.
Après l'injection, à 10.30.	38,0	»	»	
» 10.42.	37,3	134	226	Train postérieur très affaibli, un peu de stupeur.
» 11.00.	36,3	120		
» 11.35.	35,2	136	Devient im- perceptible.	Gonflement de la cuisse, avec teinte violacée de la peau.
» 1.00.	32,9	92	»	
» 2.45.	32,8	104	»	Stupeur, l'animal marche difficilement.
» 4.00.	32,1			
» 5.30.	31,1	132	»	L'animal ne se relève plus quand on le met sur le flanc, il est affaissé et ne peut plus marcher.
» 5.40.	30,0	60	»	Tombe sur le flanc, ne peut plus crier.
» 5.50.	28,0		»	Secousses convulsives agoniques de la tête et des mâchoires.
Mort à 5.55.				

» *Autopsie.* — Au point d'inoculation dans la cuisse, œdème hémorragique qui remonte jusqu'à l'aisselle. Les muscles de la cuisse sont friables et infiltrés de sang noir. Le cœur est distendu, flasque, vascularisé. L'estomac et l'intestin grêle sont très congestionnés. Le foie, les reins, les poumons sont un peu congestionnés; le péritoine est rouge. *Les résultats ont été les mêmes avec une seule paire de glandes d'une grosse couleuvre.*

» Si l'on compare le petit volume des glandes employées dans cette expérience avec les effets obtenus, on voit que leur produit de sécrétion est très actif, d'autant plus qu'il n'y en a pas d'accumulé, comme chez la vipère, dans un réservoir spécial. Les symptômes de l'empoisonnement par ces glandes ressemblent en tous points à ceux déterminés par le sang des mêmes animaux. L'extrait alcoolique s'est montré inactif.

» Il en résulte que les principes toxiques du sang de couleuvre proviennent de la sécrétion interne des glandes labiales supérieures, et que la similitude physiologique et chimique de ces principes avec l'échidnine explique l'immunité de la couleuvre pour le venin de vipère.

» En outre, si l'on considère que la sécrétion interne des glandes labiales supérieures de la couleuvre est aussi active que celle des glandes homologues de la vipère, à en juger par la toxicité du sang, il faut en conclure que la différenciation physiologique de ces organes est beaucoup moins grande qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, la modification ayant surtout porté sur les caractères de la sécrétion externe. C'est un nouvel argument en faveur de l'indépendance de ces deux sécrétions. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les nitrates dans les plantes vivantes.*

Note de M. DEMOUSSY, présentée par M. Dehérain.

« Dans un travail considérable, MM. Berthelot et André ont montré la présence universelle des azotates dans le règne végétal et ont fait ressortir l'importance du rôle que jouent ces substances dans la vie de la plante.

» Une expérience de M. Dehérain, communiquée récemment à l'Académie, est venue confirmer, pour un cas particulièrement intéressant, les faits indiqués par MM. Berthelot et André il y a une dizaine d'années. M. Dehérain a montré que les eaux de drainage écoulées pendant l'hiver des terres en culture étaient infiniment plus pauvres en nitrates que les eaux provenant des terres nues, et il a expliqué cette différence par la présence dans les plantes, et notamment dans les racines, d'une quantité notable de nitrates.

» Il est curieux de constater que les nitrates, si facilement enlevés au sol par les eaux de drainage, persistent en nature dans les racines ou dans les feuilles, malgré leur solubilité et malgré les lavages multiples auxquels

ils sont exposés pendant la pluie ou pendant la filtration des eaux au travers du sol.

» On reconnaît au reste aisément, lorsqu'on lave les racines à l'eau froide pour enlever la terre qui y reste adhérente, que ces lavages n'entraînent pas les nitrates.

» Un pied de pâturin fut lavé à l'eau froide, on sécha une partie de ses racines et l'on y obtint avec le sulfate de diphénylamine la coloration bleue caractéristique des nitrates; on laissa alors pendant deux jours le reste des racines dans de l'eau distillée; après dessiccation, ces racines présentaient encore la réaction caractéristique des nitrates; l'eau froide avait été impuissante à les extraire.

» Si les organes vivants renferment très souvent des nitrates, il n'en est plus ainsi des racines mortes ou des vieilles feuilles cueillies pendant l'hiver; les nitrates ont disparu.

» On constate facilement, en outre, que la plante séchée à 100° cède presque instantanément ses nitrates à l'eau froide; après quelques lavages de courte durée, des racines de pâturin ne donnent plus aucune réaction avec le sulfate de diphénylamine. Il en est de même pour des racines fraîches lavées à l'eau bouillante.

» Ainsi la plante tuée par l'action de la chaleur perd totalement la propriété de retenir les azotates qu'elle contient. Mais l'action de la chaleur est brutale; elle ne nous permet pas d'affirmer que cette insolubilité des nitrates est due à l'activité vitale de la plante. En portant celle-ci à une température relativement élevée, il n'est pas impossible que l'on change l'état chimique de certains corps qui se trouvent dans les cellules végétales. Il y avait donc lieu d'avoir recours à un moyen qui permit de tuer la plante sans y détruire l'équilibre chimique des substances contenues. Je me suis adressé au chloroforme et j'ai cherché si son action était comparable à celle de la chaleur.

» Un petit paquet de racines vivantes, contenant des nitrates, fut suspendu à l'aide d'un fil à l'intérieur d'un flacon au fond duquel on avait mis quelques centimètres cubes de chloroforme. Après un séjour d'une demi-heure, les racines furent lavées à l'eau froide pendant une heure environ, séchées et traitées par le sulfate de diphénylamine; la réaction fut absolument nulle, tous les nitrates avaient été enlevés par l'eau froide. L'action du chloroforme est extrêmement rapide; l'expérience réussit encore lorsque les plantes ne séjournent que quelques minutes dans une atmosphère chargée de vapeurs de chloroforme. L'action dissolvante de l'eau sur des racines aussi ténues que celles du pâturin est également très rapide; en mettant sur une lamelle de verre une goutte du liquide qui baigne les racines après leur séjour dans le flacon à



chloroforme, on peut, après dessiccation préalable, y déceler la présence des azotates, le sulfate de diphénylamine y donne une coloration bleue très intense.

» Nous pouvons maintenant affirmer que les nitrates sont bien retenus dans la plante par son activité vitale. Le chloroforme agissant sur le protoplasma, il est possible que les nitrates soient retenus par une sorte de combinaison avec le protoplasma vivant, ou encore que le chloroforme contractant le protoplasma modifie les propriétés osmotiques de la cellule.

» Une expérience chiffrée précise les faits qui précèdent.

» Un lot de pieds de pâturin, racines et parties aériennes, fut divisé en trois parts de 100<sup>gr</sup> chacune, représentant 22<sup>gr</sup> de matière sèche.

» A. Le premier échantillon fut maintenu vingt-quatre heures dans un litre d'eau froide; une goutte du liquide dans lequel la plante avait séjourné fut évaporée à siccité: elle ne donnait qu'une très faible réaction avec le sulfate de diphénylamine, tandis que la matière, après dessiccation, se colorait aussi violemment que la veille. Le liquide a été concentré, et l'on y a dosé l'azote par le procédé de M. Schlesing; on y a trouvé 0<sup>mg</sup>,1 d'azote.

» C'est-à-dire que les plantes n'avaient pas cédé de nitrates à l'eau.

» La matière a alors été épuisée par l'eau bouillante; on a trouvé que l'extrait ainsi obtenu renfermait 21<sup>mg</sup>,9 d'azote.

» B. Le second lot a été séché à l'étuve, puis épuisé à l'eau chaude; après le troisième lavage, la réaction du sulfate de diphénylamine sur un échantillon de la matière sèche était nulle.

» Le liquide renfermait 22<sup>mg</sup>,6 d'azote.

» C. Le dernier lot a été soumis pendant une heure à l'action des vapeurs de chloroforme, puis mis pendant vingt-quatre heures dans un litre d'eau froide; après ce traitement, les plantes ne donnaient plus avec le sulfate de diphénylamine qu'une très faible réaction; cette réaction devint nulle lorsque la matière eut été lavée quelques instants. Le liquide contenait 21<sup>mg</sup>,3 d'azote.

» La matière fut alors épuisée à trois reprises par de l'eau bouillante; mais tous les nitrates avaient été enlevés par l'eau froide, car cet extrait fait à chaud contenait 0<sup>mg</sup>,2 d'azote.

» Nous trouvons aisément maintenant l'explication de l'absence des nitrates dans les organes morts: l'humidité du sol enlève facilement l'azote nitrique aux racines mortes, puisqu'il n'y a plus de protoplasma vivant pour les retenir; de même, les tiges et les feuilles mortes sont dépouillées de leurs nitrates par les pluies d'hiver. Mais on conçoit que, si ces parties aériennes meurent à une époque de sécheresse, elles doivent conserver leur azote nitrique; M. Berthelot a, en effet, rencontré des doses souvent considérables d'azotate de potasse dans les tiges desséchées de diverses plantes. Au reste, on constate facilement que les feuilles mortes cueillies

sur une plante maintenue dans une serre, à l'abri de toute cause de dissolution, renferment des quantités appréciables d'azote nitrique.

» Jusqu'ici on ne concevait pas bien comment les plantes pouvaient accumuler des quantités souvent très fortes de nitrates dans leurs tissus; M. Dehérain avait montré depuis longtemps que la silice, les phosphates, les iodures, etc., s'accumulent dans les organes, où ils deviennent insolubles. Mais une certaine difficulté persistait pour les azotates. Les expériences que je viens de citer sont peut-être de nature à jeter quelque lumière sur ce sujet; elles nous conduisent à admettre que, si les azotates, malgré leur solubilité, s'accumulent dans les organes vivants, c'est qu'ils y deviennent insolubles, le protoplasma les retenant avec une énergie comparable à une affinité chimique. Les faits précédents ne sont donc qu'un cas particulier de la théorie générale de l'assimilation des matières minérales par les plantes, proposée par M. Dehérain en 1865. »

BOTANIQUE. — *De l'influence de la lumière et de l'altitude sur la striation des valves des Diatomées.* Note du Frère J. HÉRIBAUD, présentée par M. Duchartre.

« 1<sup>o</sup> *Influence de la lumière.* — Le degré d'éclairement ne peut-il pas modifier sensiblement la striation des valves siliceuses des Diatomées? Par exemple, la striation d'une espèce vivant sur les bords ensoleillés d'un lac est-elle identique à celle de la même espèce se développant à une profondeur considérable, où la lumière n'arrive que très affaiblie (1)?

» A l'époque où je me posais ces deux questions (octobre 1891), je ne possédais pas encore les matériaux nécessaires pour les résoudre d'une façon satisfaisante. Aujourd'hui, grâce aux sondages pratiqués dans plusieurs lacs d'Auvergne, pendant l'été de 1893, par MM. P. Girod, A. Berthoule, Ch. Bruyant et P. Gautier, il m'a été possible d'éclaircir le point spécial qui fait l'objet de la première Partie de cette Note.

» Des Characées du lac Chauvet (*Chara fragilis*, *Ch. hispida*, *Nitella translucens* et *flexilis*), provenant d'une profondeur de 15<sup>m</sup>, m'ont fourni une série de Diatomées vivantes dont il m'a été facile de comparer la striation avec celle des *mêmes espèces* récoltées sur les bords du *même lac*. L'examen de ces deux catégories de Diatomées m'a permis de constater les faits suivants :

---

(1) *Les Diat. d'Auc.*, Intr., p. 13.

» 1° Les espèces vivant à la profondeur de 15<sup>m</sup> se montrent normalement endochromées, et les chromatophores sont même plus vivement foncés que ceux des espèces développées au bord du lac, exposées à l'action directe des rayons solaires.

» 2° La forme du frustule est généralement plus allongée et moins large.

» 3° Le nombre des stries diminue par l'affaiblissement de la lumière.

» Voici, d'ailleurs, les espèces sur lesquelles j'ai observé ces faits :

	Par 15 <sup>m</sup> sous l'eau.	Bords du lac.
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrb...	6 à 9 stries en 0,01 <sup>mm</sup>	10 à 14
<i>Navicula elliptica</i> Ktz.....	7 à 9 »	10 à 13
» <i>radiosa</i> Ktz.....	6 à 8 »	9 à 12
» <i>cardinalis</i> Ktz.....	5 à 7 »	7 à 10
» <i>mesolepta</i> Ehrb.....	9 à 12 »	13 à 18
<i>Stauroneis Phœnicenteron</i> Ehrb..	9 à 12 »	14 à 16
<i>Synedra acuta</i> Ktz.....	9 à 11 »	12 à 16
» <i>Ulna</i> Ehrb.....	7 à 9 »	10 à 13

» Deux autres séries de Diatomées observées sur les *Isoetes lacustris* et *echinospora* du lac Guéry, les uns cueillis aux bords du lac et les autres par 10<sup>m</sup> à 12<sup>m</sup> de profondeur, m'ont fourni un résultat analogue.

» Bien que mes observations ne concernent jusqu'ici que le lac Chauvet et le lac Guéry, il est à croire que les autres lacs d'Auvergne permettraient de constater les mêmes faits, et je crois pouvoir conclure que l'influence de la lumière sur la striation des valves de Diatomées est un fait acquis à la Science.

» 2° *Influence de l'altitude.* — L'influence de l'altitude sur la striation des valves des Diatomées a été déjà soupçonnée par Schulmann (1) et par le professeur J. Brun (2); mais ces deux diatomistes n'ont point précisé ce fait important.

» Dans une lettre, en effet, reçue de M. J. Brun, en date du 15 décembre 1891, le savant micrographe de la Faculté de Genève me disait :

» Pour les variations que subit la striation de la valve, sous l'influence de l'altitude, il s'agirait de comparer, non les espèces de la même masse d'eau, mais des exemplaires de la même espèce récoltée dans la plaine et sur les hautes montagnes. Cette donnée, mal élucidée par les diatomistes, serait, je crois, fort intéressante.

(1) *Diat. du Haut-Tatra*, 1867, p. 38.

(2) *Diat. des Alpes et du Jura*, 1880, p. 18.

» Au cours de mes recherches sur les Diatomées d'Auvergne, j'ai constaté que l'altitude augmente le nombre des stries et diminue leur intensité; en d'autres termes, pour une même espèce cueillie dans la plaine et sur les sommets de nos plus hautes montagnes, les stries de la forme alpine sont plus nombreuses et moins fortes.

» Les récoltes examinées, pour le département du Puy-de-Dôme, avaient été prises près du sommet du pic de Sancy, à une altitude de 1830<sup>m</sup> environ, et dans un étang près de Lezoux, à l'altitude de 350<sup>m</sup>.

» Les espèces du Cantal provenaient d'une source froide située près du sommet du Plomb, à une altitude de 1800<sup>m</sup>, et des bords du Lot, à Vieilleville, altitude 220<sup>m</sup>.

» Voici les espèces étudiées comparativement :

	Forme alpine.	Forme de la plaine.
<i>Gomphonema dichotomum</i> Ktz. . . . .	14 à 17 stries en 0 <sup>mm</sup> ,01	11 à 14
<i>Cymbella Ehrenbergii</i> Ktz. . . . .	7 à 9 »	5 à 7
<i>Navicula cuspidata</i> Ktz. . . . .	14 à 18 »	11 à 13
<i>Navicula limosa</i> Ktz. . . . .	20 à 24 »	16 à 18
<i>Navicula viridis</i> Ktz. . . . .	10 à 13 »	7 à 9
<i>Synedra capitata</i> Ehrb. . . . .	12 à 15 »	9 à 11

» Tels sont les faits que j'ai constatés, et que je me propose de vérifier encore dans mes recherches ultérieures.

» *Conclusions.* — 1° Sous l'influence d'un *éclaircissement affaibli*, voisin probablement de l'obscurité physiologique, qui existe à une profondeur de 13<sup>m</sup> à 15<sup>m</sup> dans les lacs d'Auvergne, *la striation des valves des Diatomées se montre moins serrée; de plus, la forme générale des frustules est plus allongée et plus étroite.*

» 2° Sous l'influence de *l'altitude*, *les stries sont plus nombreuses et moins fortes.* »

BOTANIQUE. — *L'insertion des spores et la direction des cloisons dans les protobasides.* Note de M. PAUL VUILLEMIX, présentée par M. Duchartre.

« On nomme *protobaside* un organe partagé, par un nombre défini de cloisons, en segments dont chacun porte une spore extérieure.

» Certaines protobasides ont toutes leurs spores insérées autour du sommet (Trémellinées); d'autres ont des spores latérales (Auricularinées, Puccininées). La même diversité se retrouve dans les basides, qui ont des stérigmates terminaux ou latéraux, dans les asques, dont les spores sont

unisériées ou agglomérées. Existe-t-il, comme on l'a supposé, une relation nécessaire entre la situation des spores et le sens des divisions cellulaires? Pour répondre à cette question, les protobasides offrent une donnée de plus que les basides ou les asques, grâce aux cloisons permanentes. Examinons les rapports entre la situation des spores, la direction des cloisons et l'orientation des noyaux au moment de la division.

» La disposition primitive des cloisons de la protobaside est celle des *Auricularia*, des *Puccinia*, etc., qui correspond à celle des filaments du thalle. Chez ces espèces à cloisonnement transversal, la situation des spores est nécessairement latérale sur les segments inférieurs; on remarquera toutefois qu'elle est aussi voisine que possible de la situation terminale, puisque le stérigmate s'échappe immédiatement sous la cloison et devient ascendant. Le stérigmate supérieur a parfois la même situation; aussi souvent il prolonge le sommet de l'axe. Tantôt terminale, tantôt subterminale ou latérale, l'insertion des spores n'a donc pas de rapport fixe avec l'insertion, constamment transversale, des cloisons.

» Chez les *Tremella*, les quatre spores sont insérées au sommet de la protobaside. Cette différence n'établit pas une opposition absolue entre ces Champignons et les précédents; d'une part, les *Auricularia*, les Pucciniées, ont souvent une spore terminale; d'autre part, j'ai observé chez l'*Exidiopsis quercina*, espèce voisine des *Tremella*, des protobasides irrégulières, dont un segment très réduit émettait un stérigmate nettement latéral. Dans cette espèce, malgré la situation terminale des spores, la première cloison n'est jamais longitudinale; elle coupe obliquement la cellule-mère; telle est son inclinaison, qu'une seule des cellules issues de la première bipartition est en contact avec le pédicelle. A cet égard, le cloisonnement oblique rappelle bien plutôt un cloisonnement transversal qu'un cloisonnement longitudinal. Chaque segment subit individuellement une seconde bipartition. Les deux nouvelles cloisons, diversement inclinées sur la première, sont rarement dans un même plan. L'une d'elles ou les deux peuvent manquer. Le cloisonnement oblique n'est pas spécial à l'*Exidiopsis quercina*; il a été décrit et figuré par M. Brefeld, chez l'*Exidiopsis effusa* et chez les espèces les plus diverses d'*Exidia*, *Ulocolla*, *Sebacinina*, *Gyrocephalus*, *Tremella*. Il est surprenant que l'on ait récemment attribué aux protobasides des Trémelles deux cloisons longitudinales rectangulaires. La situation terminale des spores chez les Trémelliniées, n'est donc pas déterminée par un cloisonnement longitudinal de la protobaside, pas plus que leur situation latérale, chez les *Auricularia* et les *Puccinia*, n'est une conséquence nécessaire du cloisonnement transversal.

» J'ai suivi, chez l'*Exidiopsis quercina*, les premiers stades de la division sur des cellules-mères, fixées par le réactif de Flemming et colorées à l'hématoxyline. Le noyau au repos contient quatre boules chromatiques. Au début de la division, on en distingue huit, disposées dans un plan équatorial très élargi. Cette plaque nucléaire affecte des orientations diverses par rapport à l'axe du filament qui porte la cellule-mère : elle est tantôt transversale, tantôt longitudinale, tantôt oblique. Les noyaux-filles, au lieu de rester juxtaposés en croix dans un plan déterminé, se placent à diverses hauteurs. La première cloison, constamment oblique, se montre indépendante de la direction des divisions nucléaires. L'orientation du noyau au moment de la division ne détermine pas plus la position des cloisons que celle-ci ne détermine la situation des spores.

» Chez l'*Auricularia* comme chez le *Tremella*, le stérigmate est aussi voisin que possible de la position terminale. Cette situation est en rapport avec la nécessité de dégager les spores de la gelée qui enveloppe la cellule-mère, pour assurer leur dispersion par le vent. Le *Tremella* est plus favorisé, en ce sens que la protobaside est raccourcie et dilatée, en un mot contractée de façon à rapprocher du sommet la cellule-fille contiguë au pédicelle; que, de plus, le début de la migration des noyaux vers le haut prévient l'apparition des cloisons et en dévie la position transversale, inaltérée chez l'*Auricularia*. Ce genre de progrès était superflu chez les Pucciniées, grâce à l'influence du parasitisme et à la régression de la couche gélatinée, à partir des *Coleosporium*. Les *Puccinia* et les *Tremella* sont des types déviés du type *Auricularia* dans deux directions divergentes.

» La différence entre le type des *Auricularia* et *Puccinia* et celui des *Tremella* se ramène à une accélération de développement et à un phénomène d'adaptation secondaire; elle n'a qu'une faible importance taxinomique.

» Un caractère aussi superficiel et aussi inconstant que la situation terminale ou latérale des spores doit être relégué au second plan et subordonné à l'existence même d'une protobaside ou d'une baside. Il est indiqué de réunir tous les Champignons à protobasides dans un ordre des Protobasidiomycètes, comprenant trois sous-ordres : les Auricularinées, les Puccininées, les Trémellinées. Cet ordre ne saurait être enchevêtré dans l'ordre supérieur des Basidiomycètes, dont l'homogénéité a toujours frappé les plus modestes observateurs. Loin de jeter le trouble dans la classification, comme pourraient le faire craindre des généralisations prématurées, les détails de structure, appréciés avec un soin suffisant, ne font que confirmer et préciser, chez les Champignons comme chez les vé-



Sciences de l'Université de Genève pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences, par PAUL GALOPIN. Genève, Taponnier, 1893; 1 br. in-4°.

*Prévisions mathématiques du temps pour l'année 1894*, par J.-A. GOSSOT; 1 br. in-18.

*The Transactions of the royal irish Academy*. Vol. XXX, Part. V, VI, VII et VIII, IX, X. Dublin, 1893; 5 fasc. in-4°.

*Actes de la Société scientifique du Chili*, fondée par un groupe de Français. Troisième année. Santiago, Cervantes, 1893; 1 vol. in-4°.

*Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der Kaiserlich japanischen Universität*, Band II, n° 1. Tokio, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

---

*ERRATA.*

---

(Séance du 26 décembre 1893.)

Note de M. *Maurice Hamy*, Sur le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé :

Page 1652, ligne 2, *au lieu de*  $z =$ , *lisez*  $r =$ .

Page 1653, ligne 19, *au lieu de*  $|\Phi(Z_i)| < |\varphi(z_1)|$ , *lisez*  $|\varphi(Z_i)| < |\varphi(z_1)|$ .

Page 1653, ligne 20, *au lieu de*

$$\begin{aligned} & 1 = [\Phi(Z_i) + \Phi(Z_i)](1 + \varepsilon), \\ \text{lisez} & 1 = [\Phi(Z_i) + \Phi(Z_{-i})](1 + \varepsilon). \end{aligned}$$


---



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

**On souscrit, dans les Départements,**

**On souscrit, à l'Étranger,**

chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :	
<i>Agen</i> .....	Michel et Médan.	<i>Lorient</i> .....	Baumal.	<i>Amsterdam</i> .....	Feikema, Caarelsen et C <sup>o</sup> .	<i>Londres</i> .....	Dufan.
	Gavault St-Lager.		M <sup>o</sup> Texier.				Hachette et C <sup>o</sup> .
<i>Alger</i> .....	Jourdan.		Bernoux et Cumin.	<i>Athènes</i> .....	Beck.		Nutt.
	Ruff.		Georg.	<i>Barcelone</i> .....	Verdaguer.	<i>Luxembourg</i> ....	V. Bück.
<i>Amiens</i> .....	Courtin-Hecquet.	<i>Lyon</i> .....	Mégret.		Asher et C <sup>o</sup> .		Libr. Gutenberg.
	Germain et Grassin.		Chauatd	<i>Berlin</i> .....	Dames.	<i>Madrid</i> .....	Capdeville.
<i>Angers</i> .....	Lachèse.		Vitte.		Friedlander et fils.		Gonzalès e hijos.
		<i>Marseille</i> .....	Ruat.		Mayer et Muller.		F. Fè.
<i>Bayonne</i> .....	Jérôme.		Calas.	<i>Berne</i> .....	Schmid, Francke et C <sup>o</sup> .	<i>Milan</i> .....	Dumolard frères.
			Conlet.				Hefli.
<i>Besançon</i> .....	Jacquard.	<i>Montpellier</i> ....	Conlet.	<i>Bologne</i> .....	Zanichelli.	<i>Moscou</i> .....	Gautier.
	Avrard.				Ramlot.		Furchheim.
<i>Bordeaux</i> .....	Duthu.	<i>Noullins</i> .....	Martial Place.	<i>Bruxelles</i> .....	Mavolez et Audiarte.	<i>Naples</i> .....	Marghieri di Gius.
	Muller (G.).		Jacques.		Lebegue et C <sup>o</sup> .		Pellerano.
<i>Bourges</i> .....	Renaud.	<i>Nancy</i> .....	Grosjean-Maupin		Hannann.	<i>New-York</i> .....	Dyrsen et Pfeiffer.
	Lefournier.		Sidot freres.	<i>Bucharest</i> .....	Ranisteanu.		Stechert.
<i>Brest</i> .....	F. Robert.	<i>Nantes</i> .....	Loiseau.				Westermann.
	J. Robert.		M <sup>o</sup> Veloppé.	<i>Budapest</i> .....	Kilian.	<i>Odessa</i> .....	Ronssean.
	V <sup>o</sup> Uzel Carol.				Deighton, Bell et C <sup>o</sup> .	<i>Oxford</i> .....	Parker et C <sup>o</sup> .
<i>Caen</i> .....	Baër.	<i>Nice</i> .....	Barna.	<i>Cambridge</i> .....	Gammermeyer.	<i>Palerme</i> .....	Clausen.
	Massif.		Visconti et C <sup>o</sup> .	<i>Christiania</i> .....	Otto Keil.	<i>Porto</i> .....	Magalhães.
<i>Chamberv</i> .....	Perrin.	<i>Nîmes</i> .....	Thibaud.	<i>Copenhague</i> .....	Holt et fils.	<i>Prague</i> .....	Rivnac.
	Henry.	<i>Orleans</i> .....	Luzeray.	<i>Florence</i> .....	Lœscher et Seeber.	<i>Rio-Janeiro</i> ....	Garnier.
<i>Cherbourg</i> .....	Marguerie.	<i>Poitiers</i> .....	Blanchier.	<i>Gand</i> .....	Hoste.		Bocca frères.
			Druinaud.	<i>Gênes</i> .....	Beuf.	<i>Rome</i> .....	Loescher et C <sup>o</sup> .
<i>Clermont-Ferr...</i>	Rousseau.	<i>Rennes</i> .....	Phibon et Herve.		Cherbuliez.	<i>Rotterdam</i> .....	Kramers et fils.
	Ribou-Collay.	<i>Rocheport</i> .....	Girard (M <sup>o</sup> s)	<i>Genève</i> .....	Georg.	<i>Stockholm</i> .....	Samson et Wallin.
					Stapelmoir.		Zinserling.
<i>Dijon</i> .....	Lamarche.	<i>S<sup>t</sup> Étienne</i> ....	Chevalier.	<i>La Haye</i> .....	Belinfante frères	<i>S<sup>t</sup> Petersburg</i> ..	Wolff.
	Ratel.				Benda.		Bocca frères.
	Damulot.	<i>Toulon</i> .....	Bastide.	<i>Lausanne</i> .....	Payot.	<i>Turin</i> .....	Brero.
<i>Douai</i> .....	Lauverjat		Rumêbe.		Barth.		Clausen.
	Crepin.	<i>Toulouse</i> ....	Gimet.		Brockhaus.	<i>Varsovie</i> .....	Rosenberg et Sellier.
<i>Grenoble</i> .....	Drevet.		Privat.	<i>Leipzig</i> .....	Lorentz.		Gebethner et Woll.
	Gratier.	<i>Tours</i> .....	Boisselier.		Max Rube.	<i>Verone</i> .....	Drucker.
<i>La Rochelle</i> ....	Foucher.		Péricat.		Twietmeyer.		Frick.
		<i>Valenciennes</i> ....	Supphieon	<i>Wurze</i> .....	Desoer.	<i>Vienne</i> .....	Gerold et C <sup>o</sup> .
<i>Le Havre</i> .....	Bourdignou.		Giard.		Gnuse.	<i>Zurich</i> .....	Meyer et Zepf.
	Dombre.		Lemaitre.				
<i>Lille</i> .....	Lefebvre.						
	Quarré.						

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

- Tomes 1<sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.
- Tomes 32 à 61. — (1<sup>er</sup> Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.
- Tomes 62 à 91. — (1<sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

**SUPPLEMENT AUX COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADEMIE DES SCIENCES :**

**Tome I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A.-J.-J. SOUER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856. .... 15 fr.

**Tome II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONX. In-4°, avec 27 planches; 1861. .... 15 fr.

À la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

# N° 2.

## TABLE DES ARTICLES. (Séance du 8 janvier 1894.)

### RENOUVELLEMENT ANNUEL

#### DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

Pages.	Pages.		
M. MARLY est élu Vice-Président, pour l'année 1894.....	41	fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1894.....	41
MM. FIZEAU et DUBREUIL sont élus membres de la Commission administrative, pour l'année 1894.....	41		
M. DE LACAZE-DUTHIERS, Président sortant.			

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

#### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MM. BERTHELLOT et G. ANDRI. — Études sur la formation de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles détachées des plantes : réactions purement chimiques.....	45	de M. <i>Ducler</i> , intitulée : « Y a-t-il de l'oxygène dans l'atmosphère du Soleil? »	54
M. J. JANSSEN. — Remarques sur une Note		MM. Ad. CHATEL et A. MUNIZ. — Conclusions relatives au partage des claires et aux causes du verdissement des Huîtres.....	56

### RAPPORTS.

M. CORNIÉ. — Rapport verbal sur une réclamation de priorité formulée par M. <i>Ulrich</i>		<i>Dahring</i> , concernant une loi relative aux vapeurs saturées.....	58
---	--	--	----

### CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire PERDUTYLL annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. <i>Hertz (Heinrich-Rudolf)</i> , décédé le 1 <sup>er</sup> janvier 1894.....	58	M. TH. MOREAUX. — Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1 <sup>er</sup> janvier 1894.....	70
MM. TOURNELUX, SAYAGEAU, COQUILLON, LAFLANDE, MAKVAN, BEFFRICH, ASAPH HALL, G. ROBIN adressent des remerciements accordés à leurs travaux.....	58	M. F. BARY. — Sur la composition des solutions aqueuses de sels, d'après les indices de réfraction.....	71
M. COQUILLO. — Sur les expressions approchées des termes d'ordre élevé dans le développement de la fonction perturbatrice.	59	M. SCHEUBER-KESTNER. — Recherches sur l'action chimique exercée sur le vin par l' <i>Fabrazol</i> (naphyle sulfate de calcium).	74
M. R. SÄVELIEF. — Sur l'influence qu'exercent les taches solaires sur la quantité de chaleur reçue par la Terre.....	60	MM. C. PUISALIX et G. BERTRAND. — Sur la présence de glandes venimeuses chez les Couleuvres, et la toxicité du sang de ces animaux.....	76
M. J. ANDRÉ. — Thermodynamique des gaz: approximations comparées de la loi de Joule et des lois de Mariotte et de Gay-Lussac.....	64	M. DE MOUSSY. — Les nitrates dans les plantes vivantes.....	79
M. P. JOUBIN. — Loi de l'aimantation du fer doux.....	67	Le Père J. HERBAUD. — De l'influence de la lumière et de l'altitude sur la striation des valves des Diatomées.....	81
		M. P. VILLI MIN. — L'insertion des spores et la direction des cloisons dans les protobasides.....	84

### COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Fa-		miraal <i>Péris</i> : 1 <sup>er</sup> M. <i>Hall</i> ; 2 <sup>o</sup> M. <i>Caspari</i> , M. <i>Guyou</i> .....	87
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.....			87
ERRATA.....			88

1894

PREMIER SEMESTRE.

—

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

---

TOME CXVIII.

---

N<sup>o</sup> 3 (15 Janvier 1894).

---

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1894

3029.

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5<sup>h</sup>. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

# COMPTES RENDUS

## DES SEANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1894.

PRÉSIDENCE DE M. LOEWY.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **ÉDOUARD VAN BENEDEN** adresse à M. le Président la Lettre suivante, lui annonçant la mort de son père, M. *P.-J. van Beneden*, Associé étranger de l'Académie :

Louvain, le 10 janvier 1894.

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» Je viens vous prier de vouloir bien annoncer à l'Académie des Sciences la mort de mon cher et vénéré père, M. *P.-J. van Beneden*, Professeur à l'Université de Louvain.

» Nous avons eu la poignante douleur de le perdre lundi 8 janvier, à 5 heures du soir; il venait d'entrer dans sa 85<sup>e</sup> année.

» Après avoir été honoré pendant de longues années du titre de Correspondant de l'Académie des Sciences, il avait été élu récemment Associé étranger. Il était heureux et fier de porter ce titre envié, qui lui avait été conféré par le premier corps savant du monde.

» Il aimait la France, à laquelle il devait son éducation scientifique; il professait

pour la Science française, dont il connaissait l'évolution et l'histoire, une profonde vénération.

» L'Académie des Sciences perd en lui l'un de ses Membres les plus dévoués.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'hommage respectueux de mes sentiments les plus distingués.

» ÉDOUARD VAN BENEDEN,

» Professeur à l'Université de Liège (Belgique). »

M. ÉMILE BLANCHARD, après la lecture de cette Lettre, communiquée par M. de Lacaze-Duthiers, donne en ces termes un aperçu de la carrière scientifique de M. *Van Beneden* :

« Je ne puis dissimuler mon émotion en parlant aujourd'hui de M. Van Beneden. J'étais à peine un adolescent lorsque j'eus l'occasion de le connaître. Nous nous sommes retrouvés plus tard, et durant un demi-siècle nous avons entretenu, M. Van Beneden et moi, les relations les plus amicales.

» M. Van Beneden, né à Malines, le 15 décembre 1809, était âgé, sans doute, mais sa belle prestance et sa physionomie superbe, qui le faisaient comparer à un patriarche des temps bibliques, nous donnaient l'espérance de le conserver encore longtemps. Son activité était demeurée entière. Il avait négligé de prendre l'*Emeritatus*, car on le sait, en Belgique, le professeur du haut enseignement, après trente années d'exercice devient, à son gré, professeur émérite. Dans cette situation, il reste maître d'entretenir le public de ses travaux et, jusqu'à sa dernière heure, il demeure en possession de l'intégralité de son traitement. Ainsi l'homme qui a le plus honoré et le mieux servi le pays n'est jamais en crainte d'être jeté dans la misère aux jours de sa vieillesse.

» Que dirai-je de la carrière scientifique de Van Beneden? L'œuvre est immense et le temps que peut m'accorder l'Académie m'oblige à n'en rappeler que les traits les plus saisissants.

» Van Beneden avait installé une station zoologique à Ostende. La côte est vraiment bien pauvre si on la compare au littoral de la Basse Normandie et de la Bretagne. Elle fournit cependant encore assez de sujets pour occuper un habile investigateur. Van Beneden a pris une part considérable aux études sur le développement des polypes hydriques, sur les générations alternantes, ainsi qu'on s'est plu à désigner la condition de ces polypes qui multiplient par scissiparité, par bourgeons, par bulbilles.

Le professeur de Louvain a décrit en termes poétiques l'effet charmant du spectacle offert aux yeux de l'observateur, le jour où s'échappe du polype une pluie de campanulaires, petites méduses d'une merveilleuse délicatesse.

» Des êtres d'une organisation singulière, les Linguatules ou Pentastomes, étaient considérés comme des vers; Van Beneden, ayant reconnu le premier âge des Linguatules, donna la preuve que ce type zoologique se rattache à la classe des Arachnides.

» Il y a environ un demi-siècle la connaissance des vers parasites, souvent nommés les *vers intestinaux*, préoccupait les zoologistes de tous les pays. Le premier j'avais reconnu que l'ordre des vers vésiculaires ou cystiques devait être rayé dans nos classifications. L'étude anatomique m'avait conduit à ne voir dans les vers vésiculaires que des cestoïdes, c'est-à-dire des ténias, toujours enkystés en dehors de l'appareil digestif et n'acquérant jamais, dans cette condition, d'organes reproducteurs. A la vérité, je ne croyais pas que tout ténia dût commencer fatalement son existence par l'état de cysticerque. Un naturaliste allemand, Kunchenmeister, prouva, par une expérience restée célèbre, que le cysticerque du porc, introduit dans l'estomac de l'homme, se transforme aussitôt en ténia : le ver solitaire, suivant l'expression habituelle.

» Van Beneden, à son tour, entreprit une longue suite de recherches sur le développement, les transformations, les migrations des vers parasites, et il eut le bonheur d'enrichir la science d'une foule de notions nouvelles.

» L'Académie ayant mis au concours la question relative au développement des vers, il fit de nombreuses expériences sur le développement du ténia du chien (*Tenia serrata*) qui a pour origine le cysticerque du lapin. Un jour, il vint à Paris pour soumettre les résultats de ses expériences à la Commission académique. Il amenait avec lui huit ou neuf chiens, portant chacun son numéro d'ordre; l'expérimentateur avait pu dire : le n° 1 a mangé des cysticerques tel jour, les ténias sont déjà d'un âge assez avancé; le n° 2, soumis plus tardivement à l'expérience, aura des ténias d'un âge moins avancé, et ainsi de chaque sujet. Enfin, un chien ayant été déclaré avoir couru la ville, on ne répondait pas de la quantité de ténias qu'on trouverait dans son intestin. Les animaux sacrifiés, tout fut reconnu exact dans les déclarations de l'expérimentateur, et Van Beneden eut le prix.

» Malgré la belle santé que conservait le savant qui devait, le 18 juil-

let 1892, devenir un de nos Associés étrangers, sa vue commençant à être fatiguée, il dut abandonner l'étude des êtres de dimensions exigües, pour se livrer entièrement à des recherches sur les Cétacés vivants et fossiles et, dans cet ordre d'études, il a fait encore jaillir bien des clartés qui intéressent à la fois la Zoologie et la Paléontologie.

» N'en ai-je point dit assez pour faire comprendre la grandeur de la perte que vient de faire la science? »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la photographie des couleurs simples et composées par la méthode interférentielle.* Note de M. G. LEPPMANN.

« 1. On peut fixer l'image de la chambre noire, avec son modelé et ses couleurs, en employant une couche sensible transparente et continue, d'épaisseur suffisamment grande, adossée pendant la pose à une surface réfléchissante qu'il est commode de constituer par une couche de mercure. On développe et l'on fixe au moyen des réactifs usités en Photographie. Si l'on regarde par réflexion la couche redevenue sèche et éclairée par la lumière blanche, on retrouve l'image de la chambre noire fidèlement reproduite.

» Ce phénomène est dû aux interférences lumineuses. Pendant la pose, les rayons incidents formant l'image interfèrent avec les rayons réfléchis par le mercure; il en résulte des ondes lumineuses stationnaires, dont l'amplitude varie d'une manière continue d'un point à l'autre suivant l'épaisseur de la plaque. La densité du dépôt photographique et par suite son pouvoir réflecteur varient, par suite, d'une manière continue en fonction des coordonnées. Ainsi, lorsque l'on regarde l'image développée, la lumière reçue par l'œil est réfléchie, non par une surface réfléchissante, mais par un volume doué d'un pouvoir réflecteur variable dans toute son étendue. Chacun des rayons qui parviennent à l'œil est la résultante d'une infinité de rayons élémentaires. Dans le calcul de cette résultante, il est nécessaire de tenir compte non seulement de la variation du pouvoir réflecteur en fonction de la profondeur, mais encore des différences de phase dues à la différence des chemins parcourus par la lumière.

## I.

» 2. Considérons d'abord le cas simple où l'impression photographique est produite par une lumière homogène de longueur d'onde  $\lambda$ ; supposons



en outre l'incidence normale et la vibration lumineuse réduite à une de ses composantes rectilignes. Soit  $z$  la distance d'un point au plan qui limite la couche sensible, plan qui est adossé au miroir pendant la pose, et qui, après coup, sera tourné du côté de l'œil. L'interférence entre le rayon incident et le rayon réfléchi donne lieu à une vibration stationnaire dont l'intensité a pour mesure  $4 \sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda}$ . Il en résulte au point  $z$ , après développement, un pouvoir réflecteur  $\rho$  qui est une fonction de l'intensité qui a produit l'impression; on a donc

$$(1) \quad \rho = \varepsilon \varphi \left( \sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda} \right);$$

$\varepsilon$  est un coefficient qui dépend des conditions de l'expérience: on ne peut pas le faire croître indéfiniment; mais, par contre, on peut le diminuer à volonté, soit en diminuant la proportion de matière sensible contenue dans la couche transparente, soit en changeant le mode de développement.  $\rho$  est donc une fonction de  $\frac{z}{\lambda}$  toujours comprise entre 0 et l'unité et ayant  $\frac{\lambda}{2}$  pour période.

» Cela posé, supposons que l'on éclaire la couche développée par de la lumière blanche. Parmi les lumières homogènes qui constituent la lumière blanche, considérons-en une quelconque, dont la longueur d'onde  $\lambda'$  n'est pas, en général, égale à  $\lambda$ . A l'entrée de la couche, la vibration en question a pour équation

$$y = \sin \frac{2\pi t}{\lambda'}.$$

» Après réflexion sur un élément situé en  $z$  et de profondeur infiniment petite  $dz$ , l'amplitude incidente est multipliée par la fraction infiniment petite  $\rho dz$ . En même temps, il y a une perte de phase due au chemin parcouru  $2z$ , et égale à  $2\pi \frac{2z}{\lambda}$ . La vibration réfléchie a donc pour équation

$$y = \rho dz \sin 2\pi \left( \frac{t}{\lambda'} - \frac{2z}{\lambda} \right) = \rho dz \cos \frac{4\pi z}{\lambda} \sin \frac{2\pi t}{\lambda'} - \rho dz \sin \frac{4\pi z}{\lambda} \cos \frac{2\pi t}{\lambda'}.$$

Telle est l'équation de l'un quelconque des rayons élémentaires renvoyés à l'œil. Pour en avoir la résultante, il suffit d'intégrer par rapport à  $z$ , depuis  $z = 0$  jusqu'à  $z = Z$ ,  $Z$  étant l'épaisseur de la couche. On obtient

ainsi une expression de la forme

$$X \sin \frac{2\pi t}{T} + Y \cos \frac{2\pi t}{T};$$

en posant

$$(2) \quad X = \int_0^z \varphi \cos \frac{4\pi z}{\lambda'} dz, \quad Y = \int_0^z \varphi \sin \frac{4\pi z}{\lambda'} dz,$$

l'amplitude résultante  $a$ , comme on sait, pour expression

$$+ \sqrt{X^2 + Y^2}.$$

Il s'agit de discuter la valeur de cette quantité. Il est commode <sup>(1)</sup> de considérer l'expression  $X + Y\sqrt{-1}$ . On a donc

$$X + Y\sqrt{-1} = \int_0^z \varphi \left( \cos \frac{4\pi z}{\lambda'} + \sqrt{-1} \sin \frac{4\pi z}{\lambda'} \right) dz.$$

» Il reste à discuter la précédente intégrale. On peut la partager en une somme d'intégrales prises respectivement entre les limites 0 et  $\frac{\lambda}{2}$ ,  $\frac{\lambda}{2}$  et  $2\frac{\lambda}{2}$ , ...,  $p\frac{\lambda}{2}$  et  $(p+1)\frac{\lambda}{2}$ .

» On passe d'une intégrale à la suivante en changeant  $z$  en  $z + \frac{\lambda}{2}$ ; il faut remarquer qu'il est inutile de faire ce changement dans la fonction  $\varphi$ , qui a  $\frac{\lambda}{2}$  pour période. Posons

$$u = \cos \frac{2\pi\lambda}{\lambda'} + \sqrt{-1} \sin \frac{2\pi\lambda}{\lambda'}.$$

» On passe d'une intégrale à la suivante en multipliant par  $u$  sous le signe  $\int$ . Il s'ensuit que l'on a

$$X + Y\sqrt{-1} = \int_0^{\frac{\lambda}{2}} \varphi \left( \cos \frac{4\pi z}{\lambda'} + \sqrt{-1} \sin \frac{4\pi z}{\lambda'} \right) dz \times \Sigma,$$

$\Sigma$  étant égal à  $1 + u + u^2 + u^3 + \dots + u^{p-1}$ .

» L'intégrale en facteur au second membre est toujours finie. Il en est de même de la somme  $\Sigma$ , qui reste finie quand  $\frac{\lambda}{\lambda'}$  a une valeur quelconque

(1) Le calcul qui suit peut se faire en quantités réelles; il conduit, mais moins rapidement, au même résultat.

fractionnaire, lors même que le nombre de ses termes croîtrait indéfiniment.

» Quand l'épaisseur totale  $Z$  croît indéfiniment,  $n$  croît indéfiniment, puisque l'on a  $Z = n \frac{\lambda}{2}$  (1). D'autre part, il convient de déterminer la fraction arbitraire  $\varepsilon$ , qui entre dans l'expression (1) de  $\rho$  de manière que  $n\varepsilon$  reste égale à une grandeur finie, qu'il est loisible de prendre égale à l'unité (2). On a donc  $\varepsilon = \frac{1}{n}$  et

$$X + Y \sqrt{-1} = \int_0^{\frac{\lambda}{2}} \varphi \left( \sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda} \right) \left( \cos \frac{4\pi z}{\lambda'} + \sqrt{-1} \sin \frac{4\pi z}{\lambda'} \right) dz \times \frac{\Sigma}{n}.$$

» Or  $\frac{\Sigma}{n}$  tend vers zéro quand  $n$  tend vers l'infini. En résumé, quand il n'y a pas de relation particulière entre  $\lambda'$ , la longueur d'onde de la lumière qui éclaire la plaque, et  $\lambda$ , celle de la lumière qui l'a impressionnée, l'amplitude réfléchie tend vers zéro quand l'épaisseur de la couche sensible tend vers l'infini.

» Il n'en est plus de même si  $\lambda = \lambda'$ , c'est-à-dire si l'on éclaire avec la même lumière qui a impressionné la plaque.

» Dans ce cas,  $\Sigma = n$  et, par suite,

$$X + Y \sqrt{-1} = n \int_0^{\frac{\lambda}{2}} \varepsilon \varphi \left( \sin^2 \frac{4\pi z}{\lambda} \right) \left( \cos \frac{4\pi z}{\lambda} + \sqrt{-1} \sin \frac{4\pi z}{\lambda} \right) dz.$$

» Le second membre tend vers l'infini avec  $n$ , si  $\varepsilon$  est fini, et vers une quantité finie si  $n\varepsilon = 1$ . Il en serait de même pour  $\lambda = 2\lambda'$ ,  $\lambda = 3\lambda'$ . La couche sensible n'a donc pas un pouvoir différent de zéro dans le cas où la longueur d'onde de la vibration incidente est égale à celle de la vibration photographiée ou à l'un de ses sous-multiples.

» Le cas de  $\lambda = \lambda'$  est seul réalisé dans la pratique, à cause de la faible

(1) Quand  $Z$  tend vers l'infini, on peut supposer que la longueur  $\frac{\lambda}{2} y$  est contenue un nombre entier de fois, en négligeant, s'il y a lieu, la fraction complémentaire.

(2) Le nombre des couches réfléchissantes élémentaires augmentant avec l'épaisseur totale, il faut bien supposer que le pouvoir réflecteur de chacune d'elles diminue en même temps; car, d'une part, le pouvoir réflecteur total doit être au plus égal à l'unité; d'autre part, il faut que la lumière puisse traverser toute l'épaisseur du système.

longueur du spectre visible qui comprend moins d'une octave. Pour réaliser les cas de  $\lambda = \frac{\lambda'}{2}$ , il faudrait photographier le spectre assez loin dans l'infra-rouge. En fait, on voit souvent en deçà du rouge commencer le violet. D'autre part, en humectant quelque peu la couche, ce qui la gonfle et ce qui en revient à augmenter les valeurs de  $\lambda$ , on voit apparaître le violet et les couleurs suivantes, correspondant aux demi-valeurs de  $\lambda$ .

» En opérant sur des couches sèches, impressionnées par la partie visible du spectre, on n'aperçoit que les couleurs du premier ordre données par  $\lambda = \lambda'$ .

» 3. L'analyse précédente peut être remplacée par une construction géométrique. Notre confrère, M. Cornu, a montré autrefois que la construction de Fresnel pour la composition des vibrations s'étendait au cas d'une infinité de composantes infiniment petites; il obtient dans ce cas une courbe dont chaque élément représente une des composantes et où chaque corde représente une résultante. On peut effectuer ici une construction analogue.

» Soit  $ds$  un élément de la courbe représentative dû à la vibration réfléchie par un élément du réseau photographique situé à la profondeur  $z$  et d'épaisseur  $dz$ . Soient  $dX$  et  $dY$  les projections de  $ds$  sur deux axes de coordonnées rectangulaires; on a

$$ds = \rho dz, \quad dX = \rho dz \cos \frac{4\pi z}{\lambda'}, \quad dY = \rho dz \sin \frac{4\pi z}{\lambda'}.$$

» Soient  $dz$  l'angle de contingence,  $\alpha$  l'angle de la tangente à la courbe avec l'axe des X, R le rayon de courbure; on a

$$dz = \frac{4\pi dz}{\lambda'}, \quad \alpha = \frac{4\pi z}{\lambda'}, \quad R = \frac{\lambda'}{4\pi} \rho.$$

» D'après l'équation (1),  $\rho$  est une fonction périodique de  $z$  ayant pour période  $\frac{\lambda'}{2}$ . Il en est donc de même de  $ds$  et de R. Si l'on fait croître  $z$  successivement de 0 à  $\frac{\lambda'}{2}$ , de  $\frac{\lambda'}{2}$  à  $2 \frac{\lambda'}{2}$ , ..., c'est-à-dire, si l'on considère successivement l'action d'une série de concamérations du réseau réfléchissant, on voit que l'on passe d'un arc de la courbe au suivant par le changement de  $z$  en  $z + \frac{\lambda'}{2}$ ;  $\alpha$  seul change dans ce cas en s'accroissant de la quantité constante  $\frac{2\pi\lambda'}{\lambda'}$ . La courbe se compose donc d'une série d'arcs AB,

BC, CD, ... égaux entre eux, sous-tendus par des cordes égales, chaque corde faisant avec la précédente un angle constant égal à  $\frac{2\pi\lambda}{\lambda'}$ . Ces cordes sont inscriptibles dans une circonférence; leur résultante géométrique, quel que soit leur nombre, est au plus égale au diamètre de la circonférence, par conséquent du même ordre de grandeur, en général, que AB. Il n'en est plus de même dans le cas particulier où  $\frac{\lambda}{\lambda'}$  est égal à l'unité, ou à un nombre entier. Les cordes AB, BC, ... sont alors situées sur une même droite; leur résultante géométrique, égale à la somme de leurs longueurs, est proportionnelle à leur nombre  $n$ . Quand  $n$  tend vers l'infini, la résultante totale devient infiniment plus grande si  $\frac{\lambda}{\lambda'}$  est égal à l'unité ou à un nombre entier que si  $\lambda'$  est quelconque. On retrouve ainsi les résultats donnés par l'analyse. Les valeurs des intégrales X et Y, considérées précédemment, sont égales aux coordonnées courantes de la courbe représentative.

## II.

» Le cas général où la plaque photographique a été impressionnée par une lumière hétérogène, telle que celle qui est diffusée par un corps quelconque exposé à la lumière blanche, est beaucoup plus complexe. Il faut encore calculer le pouvoir réflecteur  $\sigma dz$  en un point  $z$  du réseau photographique, ce qui exige que l'on définisse au préalable la composition d'une lumière hétérogène, la couleur d'un corps, la sensibilité photographique et l'isochromatisme d'une plaque. Ces deux dernières définitions peuvent seules présenter quelques difficultés.

» La composition d'une lumière hétérogène peut se définir comme il suit. Supposons que l'on forme le spectre normal de cette lumière, c'est-à-dire tel que la déviation d'un rayon soit proportionnelle à sa longueur d'onde  $\lambda$ , que l'on mesure, par exemple à l'aide d'une pile thermo-électrique, l'intensité totale des rayons qui passent à travers une fente de largeur  $d\lambda$ ; enfin, que l'on déduise de cette mesure l'amplitude correspondante. Cette amplitude est de la forme  $d\lambda \times F(\lambda)$ ;  $F(\lambda)$  définit la répartition des amplitudes dans le spectre normal, et, par conséquent, la composition de la lumière hétérogène employée.

» La couleur d'un corps se définit également par une fonction de  $\lambda$ . Tout corps diffuse (ou transmet) une fraction déterminée de l'amplitude d'une lumière simple incidente de longueur d'onde  $\lambda$ . Cette fraction varie

en général avec  $\lambda$ ; on peut la représenter par  $f(\lambda)$ . Cette fonction définit la couleur du corps. La condition  $f(\lambda) = \text{const.}$  définit le corps blanc.

»  $F(\lambda)$  représentant la composition de la lumière blanche et  $f(\lambda)$  la couleur d'un corps ou d'un élément d'un corps, le produit  $F(\lambda)f(\lambda)$  représente la composition de la couleur diffusée par l'élément considéré, et qui vient impressionner la plaque.

» Enfin, il faut définir la sensibilité d'une couche isochromatique. Soit  $O(\lambda)$  l'impression produite par une vibration  $\lambda$  d'amplitude un; une amplitude égale à  $F(\lambda)$  produira une impression égale à  $F(\lambda)O(\lambda)$ . J'admettrai que l'équation

$$(3) \quad F(\lambda) O(\lambda) = \text{const.}$$

exprime analytiquement l'isochromatisme; c'est la condition pour que l'impression d'un spectre normal soit uniforme.

» Cela posé, on peut calculer le pouvoir réflecteur  $\sigma$  en un point  $z$  de la plaque; si l'on éclaire celle-ci par une lumière homogène de longueur d'onde  $\lambda'$ , l'intensité totale réfléchie se calculera à l'aide des intégrales

$$(4) \quad X = \int_0^z \sigma \cos \frac{4\pi z}{\lambda'} dz, \quad Y = \int_0^z \sigma \sin \frac{4\pi z}{\lambda'} dz,$$

analogues à celles données en (2). Seulement, le pouvoir réflecteur  $\sigma$ , au lieu d'être donné par un terme unique, est la somme d'une infinité de termes correspondant aux lumières simples qui ont produit l'impression; il est donc représenté par une intégrale.

» Le pouvoir réflecteur produit au point  $z$  par un rayon homogène  $\lambda$  est, en tenant compte de la réduction de l'amplitude due à l'interférence,

$$F(\lambda)f(\lambda)O(\lambda)\varepsilon\varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right).$$

» En tenant compte de la condition d'isochromatisme (3), ce terme se réduit à

$$f(\lambda)\varepsilon\varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right).$$

» Pour les raisons indiquées plus haut, il convient de faire encore  $\varepsilon = \frac{1}{Z}$ . On a donc enfin

$$(5) \quad \sigma = \frac{1}{Z} \int_A^B f(\lambda) \varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right) d\lambda.$$

A et B étant les limites entre lesquelles varie  $\lambda$ .

» En substituant en ( 1 ) il vient

$$X = \frac{1}{Z} \int_{\lambda}^B \int_0^Z f(\lambda) \zeta \left( \sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda} \right) \cos \frac{2\pi z}{\lambda} d\lambda dz,$$

$$Y = \frac{1}{Z} \int_{\lambda}^B \int_0^Z f(\lambda) \zeta \left( \sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda} \right) \sin \frac{2\pi z}{\lambda} d\lambda dz.$$

L'amplitude réfléchie est égale à  $\sqrt{X^2 + Y^2}$ .

» Les intégrales doubles X et Y étant définies, il est permis de renverser l'ordre des intégrations. Ce renversement a une interprétation physique : au lieu d'intégrer par rapport à  $\lambda$ , il est permis de donner d'abord à cette variable l'une quelconque des valeurs qu'elle doit acquérir, et d'intégrer par rapport à  $z$ . Ceci équivaut à isoler par la pensée, au milieu du réseau photographique complexe que porte la plaque, le réseau partiel produit par l'une quelconque des vibrations simples agissantes, et de chercher le pouvoir réflecteur total de ce réseau partiel; l'intégration faite ensuite par rapport à  $\lambda$  représente la somme des actions partielles ainsi considérées.

» En d'autres termes, l'amplitude réfléchie est la même que si chacune des vibrations simples impressionnantes avait été seule à agir sur la couche sensible.

» Cette remarque permet de prévoir la conclusion de l'analyse, ainsi que la propriété essentielle des intégrales X et Y. On a vu que le réseau photographique dû à une vibration simple  $\lambda$  ne réfléchit une fraction finie de la vibration  $\lambda'$  qui éclaire la plaque que si  $\lambda = \lambda'$  (ou plus généralement si  $\lambda$  est un multiple de  $\lambda'$ ); et que l'effet de tout  $\lambda$  différent de  $\lambda'$  est infiniment petit quand la couche est infiniment épaisse. En d'autres termes, le pouvoir réflecteur de la plaque pour une vibration  $\lambda'$  est déterminé uniquement par l'amplitude que possédait la vibration de même longueur d'onde dans le faisceau complexe qui a produit l'impression photographique.

» Au point de vue analytique, il s'ensuit que les intégrales X et Y ne dépendent qu'en apparence des limites A et B de  $\lambda$ , et qu'elles se réduisent à des fonctions de  $\lambda'$ . En effet, on peut démontrer directement qu'il en est ainsi et que, pour  $Z = \infty$ ,

$$\lim X = f(\lambda') + \text{const.}, \quad \lim Y = 0.$$

Par cette propriété singulière, comme par leur forme, les intégrales

doubles X et Y sont analogues à une intégrale double découverte par Fourier <sup>(1)</sup> et qui se réduit, elle aussi, à un seul de ses éléments.

» Pour le démontrer, on peut avoir recours non à l'analyse de Fourier, mais à la démonstration géométrique qu'il y a ajoutée et qui est plus générale.

» Afin de faciliter le rapprochement, il convient de développer

$$\varphi\left(\sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda}\right),$$

en tant que fonction de  $z$ , à l'aide de la série trigonométrique de Fourier, entre les limites  $z = 0$ ,  $z = \frac{\lambda}{2}$ . On a ainsi

$$(6) \quad \varphi\left(\sin^2 \frac{4\pi z}{\lambda}\right) = C_0 + C_1 \cos \frac{2\pi z}{\lambda} + C_2 \cos \frac{4\pi z}{\lambda} + \dots + C_i \cos \frac{4\pi i z}{\lambda} + \dots$$

» Il faut remarquer que le premier membre étant, ainsi que le second, une fonction périodique de  $z$ , ayant  $\frac{\lambda}{2}$  pour période, les deux membres sont égaux non seulement entre 0 et  $\frac{\lambda}{2}$ , mais encore entre deux multiples quelconques de  $\frac{\lambda}{2}$ . Le développement est donc valable non seulement de 0 à  $\frac{\lambda}{2}$ , mais de zéro à l'infini. Il faut remarquer encore que les coefficients du développement  $C_0, C_1, \dots$  sont indépendants de  $\lambda$  comme de  $z$ ; en d'autres termes, ce sont des nombres déterminés seulement par le choix de la fonction  $\varphi$ . En effet, on a

$$C_0 = \frac{1}{\lambda} \int_0^{\frac{\lambda}{2}} \varphi\left(\sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda}\right) dz, \quad C_i = \frac{2}{\lambda} \int_0^{\frac{\lambda}{2}} \varphi\left(\sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda}\right) \cos \frac{4\pi i z}{\lambda} dz.$$

» Posons  $\frac{4\pi z}{\lambda} = \alpha$ , par suite  $dz = \frac{\lambda}{4\pi} d\alpha$ ; il vient

$$C_0 = 4\pi \int_0^{2\pi} \varphi\left(\sin^2 \frac{\alpha}{2}\right) d\alpha, \quad C_i = 8\pi \int_0^{2\pi} \varphi\left(\sin^2 \frac{\alpha}{2}\right) \cos i\alpha d\alpha.$$

» La variable  $\alpha$  disparaissant par l'intégration, les coefficients  $C_0, \dots$  se réduisent donc à des nombres.

<sup>(1)</sup> *Ouvrages de Fourier*, publiés par M. G. DEBBEX, t. I, p. 494. Gauthier-Villars et fils.



» En substituant à  $\varphi \left( \sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda} \right)$  sa valeur, il vient

$$X = \frac{i}{Z} \int_{\lambda}^{\lambda'} \int_0^Z f(\lambda) \sum \left( C_i \cos \frac{4\pi i z}{\lambda} \right) \cos \frac{4\pi z}{\lambda'} d\lambda dz;$$

ainsi, en faisant  $i = 1$ , le terme correspondant est

$$(7) \quad \frac{1}{Z} \int_{\lambda}^{\lambda'} \int_0^Z f(\lambda) C_1 \cos \frac{4\pi z}{\lambda} \cos \frac{4\pi z}{\lambda'} d\lambda dz.$$

» En appliquant à cette intégrale double le raisonnement de Fourier, on voit que, tant qu'il y a une différence finie entre les périodes des deux cosinus, l'intégrale double reste finie quel que soit Z; son quotient par Z a donc pour limite zéro. Il n'en est plus de même si les arguments sont égaux; si  $\lambda = \lambda'$ , l'intégrale double tend alors vers  $f(\lambda') C_2 Z$ , et son quotient par Z vers  $C_1 f(\lambda')$ .

» Si l'on opère avec les longueurs d'onde du spectre visible,  $\lambda$  ne varie pas du simple au double; le terme (7), qui correspond à  $i = 2$  ou à  $\lambda = \lambda'$ , est le seul qui ne se réduise pas à zéro (1). On a alors

$$(8) \quad \lim X = C_1 f(\lambda').$$

» On démontre d'ailleurs que  $\lim Y = 0$ ;  $\sqrt{X^2 + Y^2}$  se réduit à X.

»  $C_2$  est une constante numérique. En se reportant à la définition de  $f(\lambda)$ , on voit que l'équation (8) signifie que l'image d'un élément dont la couleur est définie par  $f(\lambda)$  affaiblit par réflexion les diverses radiations de la lumière incidente dans la même proportion que l'élément qui a servi d'objet; en d'autres termes, la couleur de l'image est la même que celle de l'objet.

» La théorie qui précède est non seulement un peu abrégée sur certains points, mais incomplète sur d'autres. Il y aurait à examiner l'influence de l'absorption. Cette influence complique le phénomène et les formules; mais les conclusions restent qualitativement les mêmes.

» Il est bon de remarquer également que j'ai supposé implicitement le

(1) Si l'on supposait, au point de vue théorique, que  $\lambda$  et  $\lambda'$  puissent varier entre des limites quelconques, il y aurait lieu de considérer les autres valeurs de  $i$ . Chacun des termes correspondants représenterait une image d'ordre supérieur. L'œil d'ailleurs ne pourrait percevoir que les images d'ordre supérieur fournies par une source émettant des rayons infra-rouges.

dépôt photographique formé de molécules réfléchissantes disséminées suivant une loi déterminée dans un milieu d'ailleurs homogène. Il n'est pas impossible, au moins dans certains cas, que ce milieu lui-même ait été altéré chimiquement de telle façon que, tout en restant continu, il acquière un indice variable en fonction de l'espace, et un pouvoir réflecteur dû imprécisément à la variation de l'indice. L'examen de cette hypothèse exigerait une autre analyse. »

MÉCANIQUE. — *Note sur un problème de Mécanique*; par M. A. POTIER.

« Dans la séance du 2 janvier 1894, M. J. Bertrand a rappelé l'attention sur un problème soulevé par lui en 1877 (1), et qu'il énonce ainsi :

» Un point matériel est sollicité par une force dont les composantes sont déterminées en fonction des coordonnées de ce point. Quelle est la loi de ces forces pour laquelle le point, quelles que soient les conditions initiales, décrit une section conique ?

» Dans sa Communication, M. Bertrand démontre, fort simplement, que la force doit passer par un point fixe G, puis il achève la solution dans l'hypothèse où cette force est fonction de la distance seule. Halphen et M. Darboux avaient donné la solution générale du problème, dans le volume cité des *Comptes rendus*, sans faire cette restriction. Le mode de démonstration suivant me paraît conduire assez simplement au résultat obtenu par ces deux géomètres.

» Lorsqu'un point de masse égale à l'unité décrit une conique sous l'action d'une force constamment dirigée vers un point G, la valeur de cette force est, à chaque instant,

$$F = n^2 r \left( \frac{\delta_0}{\delta} \right)^3,$$

formule où  $n$  est le moyen mouvement,  $r$  la distance du mobile au point G,  $\delta$  sa distance à la polaire F du point G par rapport à la conique,  $\delta_0$  la distance du centre à cette même polaire.

» Or, une trajectoire passant par un point M coupe nécessairement en

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV.

un second point  $M_1$ , la droite  $GM_1$ , et si  $F_1$  est la force en  $M_1$ ,

$$F_1 = \frac{r}{r_1} \left( \frac{\delta_1}{\delta} \right)^3 = \frac{r_1^2}{r^2},$$

puisque  $\delta$  et  $\delta_1$  sont proportionnels à  $r$  et  $r_1$ .

» Si donc les diverses trajectoires coupent  $GM$  en des points différents, la force doit varier le long d'une droite passant par  $G$ , en raison inverse du carré de la distance.

» Considérons maintenant deux trajectoires distinctes, l'une aux paramètres  $n, \delta_0$ , l'autre aux paramètres  $n', \delta'_0$ , et soient  $M$  et  $M'$  les intersections par une droite issue de  $G$ ; on devra avoir  $F r'^2 = F' r^2$ , ou

$$\frac{r}{\delta} : \frac{r'}{\delta'} = \frac{\delta_0}{\delta'_0} \left( \frac{n^2}{n'^2} \right)^{\frac{1}{3}};$$

ce rapport reste donc invariable quand la droite  $GMM'$  tourne autour du point  $G$ ; ce qui exige que les tangentes réelles ou imaginaires menées de ce point aux deux coniques soient les mêmes; c'est-à-dire que l'équation générale de toutes les trajectoires soit

$$(1) \quad \alpha x^2 + \beta xy + \gamma y^2 = [Mx + Ny + P]^2,$$

$\alpha, \beta, \gamma$  étant fixes, et  $M, N, P$  trois paramètres variables; la loi de la force est alors

$$F = \frac{r}{[\alpha x^2 + \beta xy + \gamma y^2]^{\frac{2}{3}}},$$

le moyen mouvement étant déterminé par la condition

$$n^2 (Mx_0 + Ny_0 + P)^3 = 1,$$

si  $x_0, y_0$  sont les coordonnées du centre.

» Mais il est possible que toutes les trajectoires issues de  $M$  rencontrent la droite  $GM$  en un point fixe  $M_1$ , ne dépendant que de la position du point  $M$ . Il est facile de voir alors que la polaire du point  $G$  par rapport à toutes ces trajectoires est la même. En effet, deux trajectoires quelconques se couperont en quatre points, deux à deux en ligne droite avec  $G$ . Dans ce cas l'équation générale des trajectoires étant mise encore sous la forme (1), les coefficients  $M, N, P$  seront fixes et  $\alpha, \beta, \gamma$  trois paramètres variables; la force sera

$$F = \frac{r}{(Mx + Ny + P)^3},$$

et le moyen mouvement déterminé comme ci-dessus.

» Ce sont bien les lois données par M. Darboux.

» Quant à la loi du mouvement, on l'obtiendra en introduisant un angle auxiliaire  $\theta$  qui joue le rôle de l'anomalie excentrique;  $x$  et  $y$  étant les coordonnées du mobile, on posera

$$x = A + a \sin \theta, \quad y = B + b \sin(\theta - \varphi).$$

» Les paramètres  $A, B, a, b, \varphi$  ont une signification géométrique bien connue.

» En désignant alors par  $c$  la constante des aires, donnée par les conditions initiales qui déterminent aussi la forme de la trajectoire, il vient

$$x dy - y dx = [Ab \cos(\theta - \varphi) - aB \cos \theta + ab \sin \varphi] d\theta = c dt,$$

d'où

$$A b \sin(\theta - \varphi) - a B \sin \theta + \theta ab \sin \varphi = ct + C,$$

qui se met facilement sous la forme

$$\theta - \psi - e \sin(\theta - \psi) = n(t - t_0).$$

» L'emploi de la variable  $\theta$  permet de démontrer la proposition qui a servi de point de départ, sans passer par la formule de Binet, mais cet énoncé résulte immédiatement du scolie de la proposition XVII, du Livre I des *Principes* de Newton, comme l'a indiqué M. Glaisher (1). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Études sur la formation de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles détachées des plantes. — Expériences faites à la température ordinaire, avec le concours des actions biologiques*; par MM. BERTHELOT et G. ANDRÉ.

« Dans les expériences qui précèdent, nous avons cherché à définir certaines réactions purement chimiques, développées par dédoublement, hydratation et oxydation, aux dépens des feuilles des végétaux : la température de 100° à 110°, mise en jeu pour ces études, écartait toute influence biologique.

» Nous allons maintenant exposer des essais faits à la température ordinaire, avec le concours de ces mêmes influences. Ils comprennent deux

---

(1) *Monthly Notices*, t. XXXIX.

séries, l'une effectuée avec l'aide d'une dessiccation progressive. La méthode employée pour ces études est décrite dans une Note, à la suite de la présente.

5<sup>e</sup> SÉRIE. — *Dessiccation progressive, opérée à froid.*

» Voici les résultats observés :

» I. *Blé.* — Feuilles humides : 10<sup>gr</sup>, 0, représentant à l'état sec 2,26 et contenant C = 0,9718.

Après 3 jours.....	CO <sup>2</sup> extrait.	0 <sup>gr</sup> ,0688	{ poids total calculé... 0,109
			{ poids restant..... 0,040 }
Après 5 jours à la suite...	CO <sup>2</sup> »	0,021	{ poids total calculé... 0,033 }
			{ poids restant..... 0,012 }

» Il semble donc que la fonction chlorophyllienne ait continué à s'exercer, faiblement d'ailleurs (0<sup>gr</sup>,007 absorbés).

Après 7 jours à la suite

(15 jours en tout)....	CO <sup>2</sup>	0,0183	poids total calculé... 0,0292
------------------------	-----------------	--------	-------------------------------

» Cette fois, au contraire, l'acide carbonique a crû d'une façon très marquée pendant la période envisagée.

» Mais, en poursuivant, nous avons constaté que cette production était arrêtée par le fait d'une dessiccation plus avancée.

» La quantité totale obtenue a été trouvée : 0<sup>gr</sup>, 48 ; soit 5,26 pour 100 du poids des feuilles, l'acide carbonique contenant 3,3 pour 100 de leur carbone.

» Ces nombres sont plus que triples de ceux qui ont été observés avec le blé chanffé à 100°-110° dans un courant d'air : circonstance qui met en évidence les actions biologiques exercées aux dépens de la plante, pendant sa dessiccation. On voit en même temps quel peut être l'ordre de grandeur des pertes de poids de la matière organique du foin pendant sa dessiccation.

» II. *Corylus avellana.* — Feuille pesant : 12<sup>gr</sup>, 3 ; à l'état sec : 5<sup>gr</sup> ; contenant C = 2<sup>gr</sup>, 336.

Après 5 jours.....	CO <sup>2</sup> = 0 <sup>gr</sup> ,0403	{ poids total calculé..... 0,0636
		{ poids restant..... 0,0232 }
6 jours à la suite.	CO <sup>2</sup> = 0,0233	{ poids total calculé..... 0,0368 }
		{ poids restant..... 0,0135 }
4 jours à la suite.	CO <sup>2</sup> = 0,0160	{ poids total calculé..... 0,025 }
		{ poids restant..... 0,0093 }
7 jours à la suite.	CO <sup>2</sup> = 0,0063	{ poids total calculé..... 0,016 }
		{ poids restant..... 0,0037 }

22 jours

» Le dégagement de l'acide carbonique a continué entre le 5<sup>e</sup> et le 15<sup>e</sup> jour, les excès respectifs étant, du 8<sup>e</sup> au 11<sup>e</sup>, 0,0136; du 11<sup>e</sup> au 15<sup>e</sup>, 0,0115; mais il a cessé à partir de ce moment.

» L'acide carbonique total s'est élevé à 0<sup>sr</sup>, 0895: soit 1,76 pour 100 du poids des feuilles sèches, contenant 1,3 pour 100 de leur carbone.

» Le premier nombre l'emporte de 0,68 pour 100; le second étant double, par rapport au poids correspondant observé dans un courant d'air à 100°-110°: ce qui représente les actions biologiques exercées pendant la dessiccation des feuilles de coudrier à la température ordinaire.

» III. *Sedum maximum*. — Cette plante étant gorgée d'eau, et douée d'une structure spéciale, sa dessiccation s'accomplit avec une lenteur excessive. Il en résulte que le dégagement de l'acide carbonique est fort irrégulier; il a fallu trois mois pour arriver à une dessiccation complète, et pendant ce temps, aux actions biologiques internes de la plante se sont ajoutées des influences microbiennes externes, dues à l'intervention de Mucédinées, fort visibles d'ailleurs. Les effets observés répondent à la marche des altérations progressives d'une plante semblable, morte mais humide, exposée à l'air dans les conditions naturelles.

» Voici les résultats observés :

» Poids des feuilles humides : 17<sup>gr</sup>, 80; sèches : 1<sup>gr</sup>, 52; renfermant C = 0,6724.

			Poids total calculé.	Poids restant.
Après 8 <sup>jour</sup> .....	CO <sup>2</sup>	0,0354 <sup>gr</sup>	0,0591 <sup>gr</sup>	0,0207 <sup>gr</sup>
Après 11 à la suite.		0,0545	0,0853	0,0318
Après 11.....		0,0366	0,0579	0,0213
Après 30.....		0,0894	0,1474	0,058
Après 12.....		0,0503	0,0796	0,0293
Après 10.....		0,0369	0,0584	0,0215
Après 13.....		0,0367	0,0581	0,0214
Après 11.....		0,0072	0,0114	0,0042
Après 21.....		0,0019	0,0030	0,0011
127.....		0,3489		
		11		
		0,359		

» D'après ces nombres, le dégagement de l'acide carbonique a cessé seulement après deux mois et demi. Au début, il était en moyenne de 7<sup>mg</sup> par jour, il est descendu jusqu'à 1<sup>mg</sup>, 7 (après deux mois), pour remonter à 2<sup>mg</sup>, 9, puis diminuer de nouveau: variation corrélatrice de l'action des moisissures.

» Les phénomènes observés dans ces conditions sont fort différents des précédents. Le poids de l'acide carbonique exhalé s'élève à 23 centièmes du poids de la matière et la proportion du carbone qu'il renfermait à 14,1 du poids du carbone de celle-ci, d'après son analyse élémentaire. Nous avons trouvé en effet :

Produit initial.	Produit final.	Perte.
C = 0,6724	0,4959	0,1765
H = 0,0819	0,0565	0,0254
Az = 0,0218	0,0207	0,0011
O = 0,6111	0,4257	0,1854
Cendres. . . 0,1328	0,1404	0,0076
1,5200	1,1392	0,3808

» La perte totale s'élève à 25,1 centièmes, soit un quart du poids de la matière initiale.

» Voici comment elle se décompose :

» Sur les 0<sup>sr</sup>,1765 de carbone perdu, on doit déduire d'abord 0<sup>sr</sup>,0955, un peu plus de moitié, éliminé à l'état d'acide carbonique, contenant 14,1 pour 100 du poids de carbone. Reste près de moitié de la perte, soit 0<sup>sr</sup>,0810 ou 125 pour 100 du poids de son carbone, éliminé sous forme de composés volatils indéterminés (absorbables par l'acide sulfurique du dessiccateur).

» L'azote, circonstance remarquable, est demeuré invariable, dans les limites d'erreur des expériences. Il en est de même des cendres : ce qui fournit un contrôle pour l'exactitude de celle-ci. Le poids de l'oxygène perdu, divisé par 8, soit 0<sup>sr</sup>,0232, fournit un nombre très voisin de celui de l'hydrogène perdu, soit 0<sup>sr</sup>,0254; ce qui montre que le dernier élément a été éliminé principalement à l'état d'eau, ou de composés volatils équivalents à un hydrate de carbone, tel que l'acide acétique.

» S'il s'était produit une dose notable d'alcool, ou de carbures gazeux, la formation de ces corps devrait se traduire par la perte d'un excès correspondant d'hydrogène.

» Ceci prouve que l'oxygène, fixé sur le carbone dans la formation de l'acide carbonique, provenait à peu près en totalité de l'oxygène de l'air, à l'exclusion de celui de la plante : l'acide carbonique n'a donc pas été produit par des ferments anaérobies, contrairement à ce que l'on a supposé dans la fermentation alcoolique. On observera encore que le rapport en volume de l'acide carbonique exhalé, comparé à l'oxygène fixé, a été sensiblement égal à l'unité; précisément comme dans les phénomènes respiratoires des animaux.

» Mais si ce rapport est observé dans le cours d'une oxydation profonde provoquée par les Mucédinées, telle que celle-ci, il n'en est plus de même au début d'une oxydation peu avancée, telle que celle qui a été observée à 100° dans un matras scellé : sans doute parce qu'une telle oxydation porte d'abord et de préférence sur les principes oxydables, peu abondants d'ailleurs, que renferme le végétal ; tandis qu'une oxydation plus avancée finit par s'exercer principalement sur les hydrates de carbone, qui en constituent la masse fondamentale.

» C'est ce que confirme l'analyse élémentaire du produit initial et du produit final, sur lesquels a porté la présente expérience.

» Rapportons, en effet, chacun d'eux à 100 parties (cendres déduites).

	Produit initial.	Produit final.
C.....	48,5	49,6
H.....	5,9	5,7
Az.....	1,6	2,1
O.....	44,0	42,6

» A première vue, on s'aperçoit que la composition centésimale a à peine changé, sauf pour l'azote, dont la proportion relative s'est accrue du tiers. Si nous admettons que cet azote est susceptible de former avec l'hydrogène de l'ammoniaque, éliminable soit en nature, soit après hydratation, il restera 5,6 d'hydrogène dans le produit initial. Or, l'oxygène de ce produit exigerait 5,5 d'hydrogène pour former de l'eau, soit le même poids sensiblement. De même dans le produit final, il restera 5,3 d'hydrogène, poids précisément égal à celui qui formerait de l'eau avec l'oxygène.

» On peut représenter ces nombres par les relations empiriques que voici. Le produit initial, aussi bien que le produit final, répond à un hydrate de carbone. Ce produit est voisin des rapports bruts  $C^6H^8O^4$  et 12 parties de cet hydrate en poids seraient associées avec 2 équivalents d'ammoniaque dans le produit initial ; or 3 de ces parties auraient été détruites intégralement dans la formation du produit final, sans séparation d'ammoniaque. Bref, les choses se sont passées comme si une molécule complexe formée par la condensation de plusieurs molécules primaires d'un tel hydrate de carbone, ou plutôt du glucose générateur  $C^6H^{12}O^6$ , s'était transformée en une molécule complexe moins condensée, par suite de la destruction intégrale de plusieurs des molécules primaires glucosiques, et cela sans qu'il y ait eu fixation d'eau ou d'oxygène sur la molécule organique. Les choses se passeraient à peu près de la même manière que



lorsqu'un composé dérivé d'un carbure  $C^nH^{2p}$  se change en son homologue inférieur, dérivé du carbure  $C^{n-m}H^{2(p-m)}$ , par suite de la destruction, au sein du composé initial, de  $m$  molécules du carbure  $CH^2$  fondamental. Peut-être est-il plus simple de supposer que les hydrates de carbone seuls ont été détruits par oxydation, à l'exclusion des principes azotés.

SIXIÈME SÉRIE. — *Action de l'oxygène, à froid, sans dessiccation.*

» Dans cette expérience, on a étudié les actions oxydantes déterminées à la fois par les influences cellulaires internes et par les mucédines extérieures, pendant un laps de temps considérable, en dosant à la fois l'oxygène absorbé et l'acide carbonique produit.

» Dans un matras de 155<sup>cc</sup> environ, on a introduit 10<sup>gr</sup>,6 de feuilles fraîches de *Corylus avellana*, pesant à l'état sec 4<sup>gr</sup>,38 et renfermant  $C = 2,0616$ . On a ajusté le matras avec une trompe à mercure, à l'aide de joints imperméables, et l'on y a fait le vide rapidement. Cela fait, on a laissé rentrer peu à peu de l'air ordinaire, à une température et sous une pression connue : le matras était bien éclairé. Au bout de vingt-quatre heures, on extrait les gaz ; on les mesure et on les analyse (acide carbonique, oxygène, azote) : on réintroduit de l'air, etc.

» Pendant la première semaine, on a répété ces opérations tous les jours, plus tard tous les deux ou trois jours, et cela pendant trois mois et demi ; on a pratiqué en tout 46 extractions de gaz et analyses, le volume total de l'air introduit s'élevant à 7<sup>lit</sup>,285.

» Il se forme ainsi de l'acide carbonique et il disparaît de l'oxygène. Au début, ces phénomènes paraissent dus principalement aux réactions internes des feuilles. Mais, au bout d'une semaine, des moisissures apparaissent et provoquent des effets spéciaux de décomposition et de combustion lente, très dignes d'intérêt par leur analogie avec ce qui se passe dans la décomposition des débris végétaux humides, abandonnés au contact de l'air dans la nature.

» A la fin de l'expérience, on dessèche le produit, d'abord dans le vide, à une douce chaleur, en condensant l'eau à l'aide d'un mélange réfrigérant ; puis à l'étuve, à 110°. On pèse le résidu et l'on en fait l'analyse élémentaire.

» Pendant la première semaine, le rapport en volume entre l'acide carbonique formé et l'oxygène absorbé est demeuré assez voisin de 1, soit  $\frac{16}{57}$ . Les jours suivants, il y a eu absorption d'oxygène, sans production d'acide

carbonique : ce qui semble indiquer le terme des réactions internes.

» Puis, les deux phénomènes ont repris, sous l'influence de moisissures très visibles : le volume d'oxygène absorbé demeurant en général supérieur à celui de l'acide carbonique. L'expérience a été prolongée pendant trois mois et demi, et l'on a dû y mettre fin, sans que le terme en fût atteint, et même sans qu'il parût y avoir un ralentissement marqué dans les réactions, lesquelles semblaient susceptibles de se prolonger jusqu'à destruction totale de la matière organique.

» A ce moment, l'acide carbonique total s'élevait à 900<sup>cc</sup>, 3 (gaz réduit), soit 1<sup>gr</sup>, 7735. L'oxygène absorbé = 1013<sup>cc</sup>, 1, pesant 1<sup>gr</sup>, 4488.

» On voit que le rapport en volume  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}} = 0,89$ ; c'est-à-dire  $\frac{\text{O}}{\text{CO}_2} = 1,12$ .

» Excès de l'oxygène absorbé par rapport à celui que renferme CO<sup>2</sup> : 0<sup>gr</sup>, 159.

» Poids du carbone contenu dans CO<sup>2</sup> : 0<sup>gr</sup>, 4837.

» Le poids de l'acide carbonique dosé s'élève à 41 pour 100 du poids de la matière, et il renferme 23,5 pour 100 du poids de son carbone.

» Le poids de l'oxygène fixé représente 70,3 pour 100 du poids de la matière.

» On voit que l'oxydation a été poussée bien plus loin cette fois, que dans l'expérience faite avec le *Sedum*, la dessiccation n'y ayant pas mis un terme.

» L'eau distillée dans le vide, à la fin de l'expérience, et dont le poids recueilli s'élevait à près de 5<sup>gr</sup>, ne contenait ni alcool, ni acide acétique.

» L'analyse élémentaire a donné :

	Produit initial séché à 110°.	Produit final séché à 110°.	Perte.
C.....	2,0616	1,5174	0,5442
H.....	0,2645	0,1790	0,0849
Az.....	0,1030	0,1090	-0,006
O.....	1,6368	1,0654	0,5714
Cendres.....	0,3141	0,3360	-0,022
	<u>4<sup>gr</sup>, 3800</u>	<u>3, 2074</u>	<u>1, 1726</u>

» Perte totale : 26,8 pour 100, se décomposant comme il suit :

» Sur 0<sup>gr</sup>, 5442 de carbone perdu, on doit en déduire 0<sup>gr</sup>, 4837, c'est-à-dire les  $\frac{8}{9}$ , éliminés à l'état d'acide carbonique, contenant 23,5 pour 100, soit environ le quart du poids du carbone initial : reste 0<sup>gr</sup>, 0605, soit

3 pour 100 du carbone, éliminé sous forme de composés volatils indéterminés, qui ne sont ni de l'alcool, ni de l'acide acétique.

» L'azote est demeuré invariable, dans les limites d'erreur : la stabilité des composés azotés de la feuille, dans ces conditions, est digne de remarque. Les cendres retrouvées à la fin l'emportent légèrement sur les cendres initiales : ce qui résulte, soit de la difficulté d'opérer les analyses sur une matière tout à fait homogène, soit et plutôt de l'attaque du verre, au contact des feuilles humides, contact prolongé pendant trois mois et demi.

» Le poids de l'oxygène perdu, divisé par 8, donne 0<sup>gr</sup>,0718, chiffre inférieur au poids de l'hydrogène éliminé; la différence, soit 0<sup>gr</sup>,131, aurait exigé pour être changée en eau 0<sup>gr</sup>,1048 d'oxygène. Ce poids est inférieur à l'excès d'oxygène absorbé pendant l'expérience (par rapport à celui que renferme l'acide carbonique) de 0<sup>gr</sup>,056; soit 4 pour 100 de l'oxygène total. La matière en définitive a donc pris de l'oxygène, en sus des proportions de l'eau : soit 1,7 pour 100 du poids du produit final et 1,2 pour 100 du produit initial. Cet excès d'oxygène est en somme bien faible.

» Si nous comparons la composition centésimale du produit initial et celle du produit final (cendres déduites) nous trouvons :

	Produit initial.	Produit final.
C.....	50,7	52,9
H.....	6,5	6,3
Az.....	2,5	3,8
O.....	40,3	37,0

» Il est facile de reconnaître que, l'azote étant supposé éliminé à l'état d'ammoniaque, la matière restant renferme, au début comme à la fin, un excès d'hydrogène par rapport à la composition d'un hydrate de carbone : excès qui a diminué d'un dixième environ par le fait de l'oxydation. Pour préciser, les rapports atomiques bruts sont, pour les produits initial et final :



» On voit par là que la composition élémentaire de la feuille de coudrier n'est pas la même que celle du *Sedum*. Cependant, en somme, l'oxydation effectuée dans les conditions de nos expériences est représentée en majeure partie par le même phénomène fondamental, c'est-à-dire par la destruction intégrale de plusieurs des molécules glucosiques primaires, génératrices des hydrates de carbone qui constituent la feuille végétale :

ces molécules glucosiques étant brûlées avec formation d'eau et d'acide carbonique comme dans la nutrition des animaux.

» Dans cette dernière, à la vérité, les matières azotées sont également brûlées; mais avec cette circonstance similaire très digne d'intérêt, que le carbone et l'hydrogène seuls sont éliminés sous forme de composés sur-oxydés, l'azote au contraire s'éliminant sous une forme équivalente à l'ammoniaque, je veux dire à l'état de composés amidés et spécialement d'urée, transformable en ammoniaque par simple hydratation. Ni dans l'économie animale, ni dans les feuilles oxydées par les ferments actuels, l'oxydation ne paraît donc porter sur l'azote ammoniacal ou amidé.

» Peut-être n'est-il pas superflu d'ajouter que l'oxydation des feuilles dégage nécessairement une certaine quantité de chaleur, quantité qui peut être évaluée approximativement, d'après les analyses précédentes? Elle sera, en effet, pour chaque molécule glucosique brûlée, voisine de la chaleur de combustion de la cellulose : soit  $115^{\circ},7$  pour chaque atome de carbone ( $12^{\text{gr}}$ ) changé en acide carbonique, répondant à la combustion de  $27^{\text{gr}}$  de matière organique et à l'absorption de  $39^{\text{gr}}$  d'oxygène. D'après ces nombres et le poids de la matière des feuilles brûlée en trois mois et demi, on peut évaluer la chaleur dégagée pendant un jour. Or elle aurait été capable d'élever de  $8^{\circ}$  par jour la température de la matière soumise à l'oxydation, si cette chaleur n'avait pas été dissipée par rayonnement, convection, etc.; ce qui représente une quantité égale au quart de la chaleur animale développée dans l'organisme humain. Il est clair que, dans le cas où l'on opérerait sur des masses de feuilles suffisantes, cette chaleur, ne se dissipant pas en totalité, tendrait à en élever la température jusqu'à un degré supérieur à celle du milieu ambiant; mais l'énergie ainsi perdue ne se renouvellerait pas indéfiniment, comme il arrive chez les animaux supérieurs, parce que, dans ces conditions, la matière végétale consommée n'éprouve point de régénération. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une méthode destinée à étudier les échanges gazeux entre les êtres vivants et l'atmosphère qui les entoure*; par M. BERTHELOT.

« L'étude des échanges gazeux entre les êtres vivants et l'atmosphère ambiante offre une grande importance dans une multitude de questions, telles que celles qui concernent la respiration animale et végétale, la fonction chlorophyllienne des plantes, etc. Elle a été faite d'ordinaire en

extrayant et en analysant la totalité des gaz mis en rapport avec les êtres vivants, dans un temps donné; ce qui offre de grandes difficultés expérimentales et expose souvent à entraver, ou à modifier, les conditions de leur existence normale. C'est pourquoi il n'est pas sans intérêt d'exposer une méthode différente, qui permet d'étudier la marche des phénomènes d'une manière continue et sans en troubler le jeu normal, en opérant au sein de capacités suffisamment vastes pour que la vie animale ou végétale puisse se poursuivre dans des conditions faciles et uniformes.

» L'exemple suivant, relatif aux feuilles des plantes, montrera comment cette méthode peut être appliquée.

» Les feuilles sont disposées dans une capsule à fond plat, en couche très mince, au-dessus d'une large conserve remplie d'acide sulfurique concentré, le tout sous une grande cloche jaugeant 4<sup>lit</sup>, 50 environ et ajustée sur une plaque de verre dépoli. Au bout de quelques jours, on y fait passer lentement, bulle à bulle, par aspiration, un courant d'air pur et sec, introduit vers le centre de la cloche, et durant quatre à cinq heures; l'extraction des gaz sortants ayant lieu à la partie supérieure. On fait passer un volume d'air (déterminé par le volume d'eau écoulée de l'aspirateur) égal au volume de l'air contenu dans la cloche et l'on dose, par pesée, au moyen de la potasse, l'acide carbonique contenu dans l'air extrait de la cloche. Cette opération a été répétée une ou deux fois par semaine, jusqu'à ce que la décroissance régulière du poids de l'acide carbonique indiquât qu'il n'y avait plus production nouvelle de ce gaz; son développement étant arrêté par l'effet de la dessiccation, qui suspend toute réaction vitale.

» Or la proportion de l'acide carbonique contenu dans la cloche au moment de chaque épuisement est facile à calculer, d'après la quantité extraite dans ces conditions. Soit en effet une cloche de capacité  $V$ , exprimée en centimètres cubes, renfermant un poids total  $p$  d'acide carbonique. Introduisons au centre une bulle d'air représentée par  $v$ , volume très petit par rapport à  $V$ , et admettons qu'elle se répartisse uniformément dans la masse; ce qui peut être admis à partir de la seconde bulle au moins, en moyenne, lorsque  $v$  est très petit et le courant gazeux très lent. Faisons sortir de la cloche un volume gazeux égal,  $v$ . Ce volume renferme un poids d'acide carbonique égal à  $p \frac{v}{V}$ , et il reste dans la cloche  $p \left(1 - \frac{v}{V}\right)$ . Après la seconde bulle, il restera  $p \left(1 - \frac{v}{V}\right)^2$ ; après la  $n^{\text{e}}$ ,  $p \left(1 - \frac{v}{V}\right)^n$ ; chaque

bulle représentant une fraction de centimètre cube, répondant à l'écoulement de 1 ou 2 gouttes d'eau seulement.

» Posons  $nc = V$ , ce qui répond à notre manière expérimentale de procéder <sup>(1)</sup>;  $v$  étant très petit, on aura sensiblement

$$p\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6} + \frac{1}{24} - \frac{1}{120} \dots\right) = 0,368 \dots p;$$

et après  $m$  opérations de ce genre :

$$p(0,368)^m \text{ sensiblement.}$$

» Le poids de la première dose d'acide carbonique extraite sera les 0,632 du poids initial; le poids restant dans la cloche, les 0,368, c'est-à-dire  $\frac{1}{2}(1 + \frac{1}{6})$  du poids déjà extrait; le second poids extrait, sera les 0,232 du poids initial, etc.; de telle sorte que, par chaque double épuisement, la quantité restante décroîtra à peu près suivant les puissances de la fraction  $\frac{1}{2}$ . Entre les quantités extraites dans deux opérations successives, le rapport devra être représenté par  $\frac{1}{3}(1 + \frac{1}{10})$ .

» Dans le cas où les poids observés s'écartent considérablement de ces rapports, on peut en tirer des conclusions intéressantes. En effet, si l'acide carbonique obtenu dans la dernière extraction est en excès, c'est que les feuilles ont continué à émettre de l'acide carbonique; si, au contraire, il est en défaut, c'est que les feuilles ont conservé assez de vitalité pour décomposer l'acide carbonique sous l'influence de la lumière.

» On peut étudier ainsi d'une manière continue la production de l'acide carbonique par la plante.

» Il est clair que cette méthode s'appliquerait également au dégagement ou à l'absorption de tout autre gaz, en variant convenablement les procédés d'analyse.

» Elle permettra d'étudier la respiration des animaux, en les plaçant dans une capacité considérable par rapport à leurs dimensions propres, c'est-à-dire dans des conditions de vie régulière, et sans les enfermer dans des espaces trop étroits et assujettis à des variations intermittentes de pression, qui troublent le phénomène normal. En un mot, cette méthode paraît susceptible de nombreuses applications physiologiques. »

---

<sup>(1)</sup> On pourrait évidemment adopter tout autre rapport; la méthode resterait la même.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la méthode chronostylographique et ses applications à l'étude de la transmission des ondes dans les tuyaux ;*  
par M. A. CHAUVEAU.

« La présente Note n'est qu'un prétexte à exhibition de graphiques. Elle n'a d'autre but ou d'autre portée que de signaler l'application possible, à l'étude d'un certain nombre de phénomènes physiques délicats, d'un dispositif expérimental imaginé pour des démonstrations physiologiques de salle de cours. Les tracés que je présente à l'Académie ont été obtenus, en effet, sous les yeux du public, pendant des leçons consacrées à la description de l'outillage spécial de mon nouveau laboratoire au Muséum d'Histoire naturelle. Voici à quel propos ont été entreprises les démonstrations auxquelles se rapportent ces graphiques.

» Parmi les instruments qui composent cet outillage nouveau de mon laboratoire, figurent deux polygraphes de construction particulière, dont un à projection. Celui-ci permet de montrer, en cours même de génération et considérablement agrandies, les courbes des phénomènes mécaniques de toutes sortes qui se passent dans l'économie animale.

» C'est avec ces deux appareils que s'exploite chez moi la *méthode chronostylographique* (1). Ils mériteraient une description spéciale. Néanmoins, je me bornerai, en ce qui les concerne, à signaler le seul détail qui se rapporte au sujet sur lequel je désire appeler l'attention. Comme avec tout autre appareil de même genre, les courbes sont tracées par le style d'un organe récepteur, auquel une colonne d'air, renfermée dans un tube, communique les impulsions reçues par l'organe transmetteur correspondant. Mais la longueur de ce tube dépasse de beaucoup celle qui est habituellement adoptée dans l'emploi des autres polygraphes ou enregistreurs phy-

(1) Mon excellent confrère et ami M. J. Marey, avec lequel j'ai été heureux de m'associer autrefois, pour l'une des premières applications physiologiques de la *chronostylographie*, a, non pas abandonné, mais délaissé cette méthode, pour s'attacher surtout à la *chronophotographie*. Les magnifiques résultats qu'il a obtenus avec cette dernière ne m'ont pas détourné de la première. Du reste, le plus grand nombre des phénomènes mécaniques et physiques *intérieurs* de l'organisme animal ne sont accessibles qu'à la seule *chronostylographie*. Il n'était donc pas inutile de chercher à en perfectionner l'outillage. J'y ai appliqué mes efforts.





siologiques. En effet, avec mon installation, les sujets porteurs des organes transmetteurs sont placés loin de la salle où se trouvent les organes inscripteurs : la distance, en certains cas, n'est pas inférieure à 15<sup>m</sup>-20<sup>m</sup>. Pour éviter que les impulsions reçues par les transmetteurs n'arrivent plus ou moins déformées aux récepteurs, il convenait donc de déterminer les meilleures dispositions à donner aux tubes intermédiaires. J'ai été amené ainsi à faire des recherches et des démonstrations sur le transport des ondes dans des tuyaux de forme, de longueur et de diamètre variés.

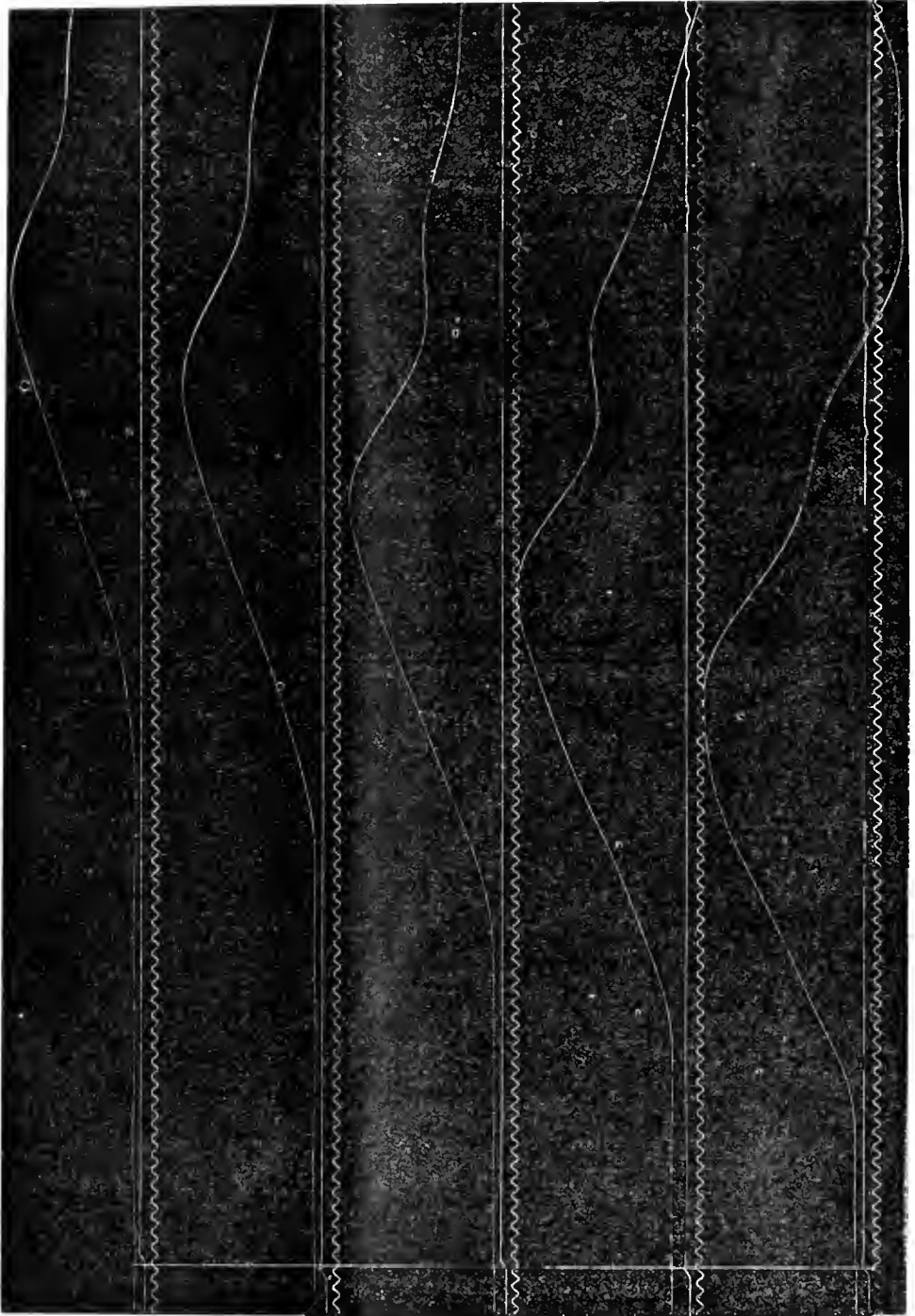
» Ces expériences ont été exécutées avec un dispositif expérimental primitivement appliqué à l'étude de la vitesse de propagation des excitations des nerfs moteurs des mammifères (<sup>1</sup>), et pour la création duquel je m'étais, du reste, inspiré en partie de l'instrumentation employée par Regnault dans ses recherches sur la transmission du son. Pour adapter mon dispositif à l'étude des ondes qui se propagent à l'intérieur des tuyaux, je n'ai eu qu'à introduire dans ce dispositif une très légère modification. Tel qu'il fonctionne pour cette seconde destination, l'appareil se compose essentiellement d'un transmetteur et d'un récepteur, identiques de forme (tambours à membrane et à levier) reliés l'un à l'autre par le tube dans lequel on se propose d'étudier les caractères du cheminement des ondes. Quand on exerce un appui brusque et instantané sur le levier du transmetteur, celui du récepteur s'élève puis s'abaisse. L'impulsion imprimée à la membrane du transmetteur donne naissance en effet à une demi-onde condensée, immédiatement suivie d'une demi-onde dilatée, lesquelles se propagent jusqu'à la membrane du récepteur. Dans les deux organes, le début du déplacement de la membrane peut être indiqué par la rupture d'un courant qui actionne un signal Marcel Deprez. Les deux signaux inscrivent leurs indications à côté de celles d'un diapason chronographe à 500 vibrations doubles. En même temps, un style extrêmement léger, dont est muni le levier du récepteur, trace la forme des ondes et donne la mesure de leur intumescence.

» J'ai eu recours à bon nombre de combinaisons variées pour étudier ces ondes, au point de vue spécial qui m'intéressait. Les graphiques que m'ont donnés ces combinaisons m'ont renseigné sur plusieurs ordres de faits, qu'il serait à propos de faire connaître, s'il était possible de reproduire les beaux tracés qui en donnent la démonstration. Malheureusement

---

(<sup>1</sup>) *Comptes rendus*, t. LXXXVII; 1878.

82





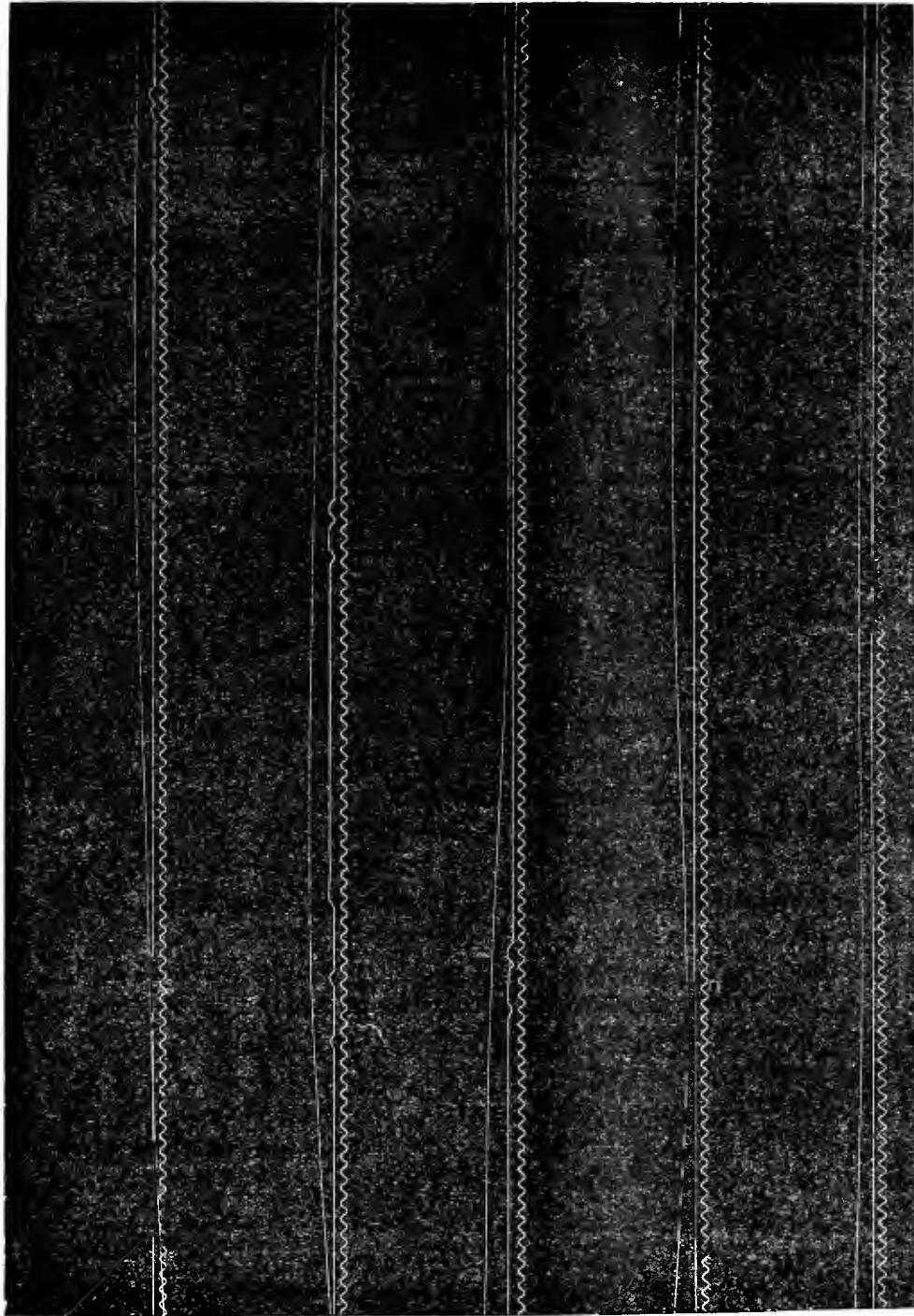
mes feuilles de graphiques sont pour cela beaucoup trop grandes (76<sup>cm</sup> sur 58<sup>cm</sup>). Pour donner une idée de mes résultats, je dois me borner à l'insertion d'une reproduction, en héliogravure, de tracés fragmentaires plus ou moins défectueux et peu exacts, mais présentant l'avantage de pouvoir tenir dans le cadre des pages des *Comptes rendus*. Ces tracés, du reste, par leur physionomie d'ensemble, représentent assez heureusement ce qu'ils veulent exprimer, c'est-à-dire l'influence de la longueur des tubes sur la forme de l'onde et la durée de sa propagation.

» Le n° 1 a surtout pour but de montrer le retard que subit le transport de l'onde, quand le tube (tube étroit : 7<sup>mm</sup>) où celle-ci chemine, tube d'abord très court, est allongé cinq fois de 3<sup>m</sup>,40 successivement. Dans chacune des cinq séries de tracés, la ligne inférieure représente le temps en millièmes de seconde. La deuxième marque le moment du départ de l'onde; la troisième l'arrivée de son front sur la membrane du récepteur. Quant à la quatrième ligne, elle figure l'onde elle-même par la représentation de la courbe des impulsions communiquées à cette membrane du récepteur.

» Le n° 2 et sa suite, le n° 2 *bis*, ont été pris dans les mêmes conditions que le n° 1. Seulement on a supprimé le contact actionnant le signal indicateur de l'arrivée de l'onde au récepteur; d'où faculté donnée au levier de celui-ci de tracer librement l'onde de retour.

» Rien ne serait plus facile que d'obtenir ces tracés d'une manière à peu près irréprochable. Il suffirait de quelques améliorations insignifiantes au dispositif instrumental et de l'observation de quelques précautions qu'il ne m'était pas possible de prendre dans les conditions où j'ai dû opérer. La chronographie pourrait même atteindre un rare degré de précision. En effet, avec mon instrumentation, la demi-ondulation du diapason répondant au millième de seconde prend couramment sur les tracés un développement de 5<sup>mm</sup> à 6<sup>mm</sup>, intervalle qui, allongé par l'intervention de grossissements à la loupe, peut être facilement divisé en 10, 15, 20 parties. Ce qui permet de déterminer le temps avec une approximation poussée au  $\frac{1}{10000}$  ou même au  $\frac{1}{20000}$  de seconde. Les graphiques sur plaques de verre, agrandis par la projection, se prêtent naturellement à cette division extrême du temps.

» Les tuyaux courts, qui sont d'un maniement si facile, permettent donc, avec l'instrumentation dont il vient d'être question, l'étude et la démonstration des faits relatifs à la propagation des ondes. »



ZOOLOGIE. — *Observations sur les Epyornis de Madagascar*;  
par MM. A. MILNE-EDWARDS et ALFRED GRANDIDIER.

« Les découvertes qui ont été faites récemment à Madagascar fournissent des renseignements nouveaux sur l'histoire des *Epyornis*. Les premières notions que nous ayons eues relativement à ces oiseaux gigantesques datent de 1851; elles sont dues à I. Geoffroy Saint-Hilaire qui fit alors connaître des œufs et quelques fragments osseux trouvés dans le sud, près du port des Masikoro (Machicora). L'étude de ces pièces permit à ce savant zoologiste de classer l'*Epyornis* parmi les Brévipennes, mais elle ne porta cependant pas la conviction dans tous les esprits, car Valenciennes, loin d'admettre le rapprochement proposé par Geoffroy, regardait l'*Epyornis* comme une sorte de Pingouin et Bianconi voulait voir en lui un grand Rapace et peut-être l'oiseau Roc dont parle Marco Polo.

» L'un de nous, pendant une exploration de Madagascar, fit faire des fouilles dans un terrain marécageux de la côte ouest, à Ambolisatra ou Amboulitsatre, et il y découvrit plusieurs os du même oiseau qui furent l'objet d'un travail publié en 1869 et dans lequel nous montrâmes que l'*Epyornis* constitue, parmi les Brévipennes, un type caractérisé par ses formes massives et par ses pattes énormes. Nous avons aussi reconnu que les ossements d'Ambolisatra provenaient de trois espèces distinctes : l'*Epyornis maximus*, l'*E. medius* et l'*E. molestus*.

» De nouveaux matériaux d'étude viennent de nous arriver. Ils ont été recueillis sur divers points de Madagascar. La collection la plus importante a été faite au centre même de l'île, à Antsirabé<sup>(1)</sup>, par M. Georges Muller

(<sup>1</sup>) Antsirabé est une ville située à 3 journées de marche de Tananarive à 125<sup>km</sup> environ dans le sud-sud-ouest par 19°52'45" de latitude sud et 44°40'00" de longitude est, à 1500<sup>m</sup> au-dessus du niveau de la mer; les petites plaines au milieu desquelles elle se trouve entre le Sahalambo et le Sahatsio, affluents du Manandena qui va se jeter dans la Mania, comme toutes celles qui existent dans cette partie du grand massif central, étaient jadis des lacs que le temps a desséchés. A côté d'Antsirabé, il y a plusieurs sources thermales, dont les eaux, très calcaires, ont une température de +37° et +46° et déposent des concrétions abondantes qu'exploitent de nombreux forçats malgaches pour en faire de la chaux avec laquelle on construit les principaux édifices de la capitale de l'île, Tananarive. Le Dr Rosaas, missionnaire norvégien, établi depuis longtemps dans cette région, s'est employé avec la plus grande obligeance à aider les recherches de M. G. Muller.

et envoyée au Muséum d'Histoire naturelle, avant son départ pour le nord. C'est pendant cette dernière expédition qu'il fut assassiné sur la route de Mojanga par une troupe de pillards Sakalaves ou Fahavalo. Il laissait son œuvre inachevée, mais il avait déjà rendu à la Science des services importants, et, si la mort ne l'avait pas arrêté, son nom aurait certainement pris place à côté des explorateurs les plus méritants.

» D'autres ossements nous sont parvenus par les soins de M. Samat, négociant à Mouroundava; ils avaient été recueillis dans le sud-ouest.

» Enfin, M. Grevé a découvert sur la côte ouest, entre Bêlo et Mouroundava, de nouveaux gisements fossilifères, et il a procuré au Muséum de belles pièces de squelettes d'*Epyornis*. Ce sont ces matériaux qui nous permettent de faire une étude plus complète des oiseaux disparus de Madagascar et de reconnaître qu'ils se rapportent à des espèces nombreuses et variées.

» Les *Epyornis* constituent une famille représentée par des formes très diverses; on en compte aujourd'hui au moins douze, les unes de grande taille, les autres de dimensions médiocres. Les premières avaient plus de 3<sup>m</sup> de hauteur, les autres ne dépassaient guère les dimensions de l'Outarde. Leurs caractères anatomiques permettent de les répartir en deux sections : celle des *Epyornis*, à pattes larges et massives, et celle des *Mullerornis* <sup>(1)</sup>, à pattes plus fines et qui ressemblaient davantage, par leurs proportions, aux Casoars de la Nouvelle-Guinée ou aux Apteryx de la Nouvelle-Zélande.

» On aurait pu supposer que des différences légères dans les dimensions ou dans les proportions des pièces du squelette pouvaient être des caractères sexuels: les plus grands de ces os appartenant à des mâles et les plus petits à des femelles. Cette hypothèse n'est pas vérifiée par les faits, ainsi qu'on peut s'en convaincre en examinant la série des os de la jambe envoyés par M. Muller. Il en existe plus de soixante, ramassés dans la même localité, dont trente environ proviennent d'oiseaux adultes. Ces derniers sont, à peu de chose près, de taille égale et de proportions semblables; on ne peut admettre que, dans une série aussi considérable où sont représentés tous les âges, il ne se soit rencontré que des individus de même sexe. Nous pouvons en conclure que les mâles et les femelles étaient semblables en taille, et, s'il en est ainsi pour une espèce d'*Epyornis*, il

---

(1) Nous proposons cette dénomination afin de conserver le souvenir de M. Muller qui, le premier, nous a fait connaître ces oiseaux.

doit en être de même pour les autres. Les différences de dimensions indiquent donc des différences spécifiques.

» GENRE *EPYORNIS*. — Le plus grand de tous les *Epyornis* que nous appellerons *E. ingens* fait partie de la collection Grevé. Il surpassait de beaucoup l'*E. maximus*. Le fémur massif et court se fait surtout remarquer par la grosseur de la diaphyse, rappelant, d'une manière exagérée, les caractères que nous avons signalés chez l'espèce que nous venons de nommer et différant du même os chez l'*E. Titan* décrit par M. Andrews. Le tibia est d'une puissance extraordinaire et l'os du pied est particulièrement élargi dans ses parties articulaires (1).

» De nombreux ossements de l'*E. Titan* (Andrews) nous ont aussi été envoyés de la côte ouest par M. Grevé et du sud par M. Samat; ils indiquent une espèce aussi haute mais moins massive et à articulations plus fines. L'*E. maximus* (L. Geoffroy) est notablement plus petit que les deux précédents et il se rapproche plus par ses proportions de l'*E. ingens* que de l'*E. Titan*; l'*E. medius* et le *modestus* doivent, dans une classification zoologique, prendre place à côté de l'espèce décrite par L. Geoffroy, mais leur taille est moindre (2).

» Deux autres espèces de fortes dimensions sont faciles à distinguer par les caractères de l'os du pied; l'une d'elles, *Epyornis cursor* (3), est presque égale à l'*E. maximus*, mais elle est plus grêle. L'autre, *E. lentus* (4), est remarquable par ses pieds courts et massifs.

» La nouvelle espèce que nous devons aux recherches de M. G. Muller et que nous nommerons *E. Mulleri* est plus petite; elle présente cependant des dimensions supérieures à celles de l'*E. Hildebrandti* décrit par M. Burekhardt et provenant aussi d'Autsirabé. Nous possédons le squelette

(1) Le corps du fémur dans sa portion la plus étroite mesure 29<sup>m</sup> de circonférence sa largeur est de 10<sup>m</sup>. Le tibia a 81<sup>m</sup> de longueur, la circonférence de la diaphyse est de 26<sup>m</sup>,5 (au plus étroit). Le tarso-métatarsien présente les dimensions suivantes : longueur 42<sup>m</sup>, largeur de l'extrémité supérieure 18<sup>m</sup>, circonférence du corps de l'os (au plus étroit) 21<sup>m</sup>,5, largeur au même point 9<sup>m</sup>.

(2) Nous avons déjà fait connaître les caractères de cette espèce et indiqué les dimensions des principaux ossements dans un Mémoire publié en 1869.

(3) Longueur du tarso-métatarsien 38<sup>m</sup>, largeur de l'extrémité supérieure 14<sup>m</sup>, largeur de l'extrémité inférieure 12<sup>m</sup>, circonférence du corps de l'os 15<sup>m</sup>,5, largeur 6<sup>m</sup>,5.

(4) Longueur du tarso-métatarsien 36<sup>m</sup>, largeur de l'extrémité supérieure 15<sup>m</sup>, circonférence du corps de l'os 17<sup>m</sup>, largeur 6<sup>m</sup> à 8<sup>m</sup>.



presque entier de cet oiseau, le crâne, le bec inférieur, les vertèbres, les côtes, le sternum et ses annexes, une partie du bassin, les os des pattes et quelques phalanges, ce qui permet d'apprécier très exactement les affinités des *Epyornis*.

» La tête était moins aplatie que celle des *Dinornis* et beaucoup plus longue et plus étroite. Le cerveau était plus volumineux. Le condyle articulaire occipital est fortement pédonculé. Les fosses temporales sont profondes, mais étroites. Le basisphénoïde porte de chaque côté une apophyse ptérygoïdienne bien marquée. Le bec inférieur est droit, robuste, rappelant un peu par sa forme celui des Nandous ou Rhea, mais les branches maxillaires sont plus hautes, plus robustes. La portion symphy-saire est longue, resserrée et excavée en forme de cuiller. Le sternum offre beaucoup de rapports avec celui des *Apteryx* ; c'est un plastron mince, aplati et très élargi ; les surfaces articulaires coracoïdiennes sont disposées comme dans le genre néo-zélandais. Les coraco-scapulaires sont faibles et portent une très légère empreinte articulaire indiquant la présence d'un os du bras rudimentaire. Les pattes, toutes proportions gardées, ressemblent à celles de l'*E. Titan* (1).

» GENRE *MULLERORNIS*. — Ces oiseaux, de taille moyenne, n'avaient pas l'apparence lourde et massive des *Epyornis*, ils se rapprochaient davantage des Casoars. Nous ne les connaissons encore que par quelques-uns des os de leur patte. Mais ces pièces permettent déjà de reconnaître trois espèces différentes.

» Le *Mullerornis Betsilei* vivait dans le centre de l'île, à côté de l'*E. Mulleri* ; il était beaucoup moins abondant. L'os de la jambe est grêle, l'os du pied n'est pas élargi comme celui du genre précédent, et la section de la diaphyse figure un triangle presque isocèle (2).

» Le *Mullerornis agilis* habitait la côte sud-ouest ; nous n'avons de lui

(1) Longueur du fémur 32<sup>cm</sup>, circonférence 19<sup>cm</sup>, largeur 6<sup>cm</sup>,5. Longueur du tibia 54<sup>cm</sup>, circonférence 13<sup>cm</sup>,5, largeur 4<sup>cm</sup>,9, largeur de l'articulation supérieure 10<sup>cm</sup>,5. Largeur de l'extrémité inférieure : 9<sup>cm</sup>,5. (Chez le *E. Hildebrandti* le tibia ne mesure que 48<sup>cm</sup>,5 et la circonférence du fémur n'est que de 15<sup>cm</sup>,8.) Circonférence du tarso-métatarsien 14<sup>cm</sup>,5, largeur 5<sup>cm</sup>,8, largeur de l'extrémité supérieure 12<sup>cm</sup>.

(2) *Mullerornis Betsilei*, longueur du tibia à partir de la surface articulaire fémorale 39<sup>cm</sup>, circonférence de l'os 9<sup>cm</sup>, largeur 3<sup>cm</sup>, largeur de l'extrémité articulaire supérieure 7<sup>cm</sup>,5, largeur de l'extrémité inférieure 6<sup>cm</sup>, longueur du tarso-métatarsien 31<sup>cm</sup> (?), circonférence 8<sup>cm</sup>, largeur du corps de l'os 2<sup>cm</sup>,7, largeur de l'extrémité supérieure 7<sup>cm</sup>.

qu'un tibia remarquable par la manière dont les crêtes osseuses inter-musculaires et les coulisses tendineuses sont marquées. Le bord externe de l'os, au-dessus de l'articulation inférieure, se développe en une crête particulièrement saillante ( <sup>1</sup> ).

» La troisième espèce ou *M. rudis*, a été trouvée par M. Grevé, dans les gisements de la côte ouest. Le tibia est à peu près de même longueur que celui du *Mullerornis Betsilei*, mais il est plus massif. Le tarso-métatarsien est remarquable par l'élargissement de l'extrémité inférieure, dont les poulies digitales sont très grosses. Entre la médiane et l'externe se trouve un pertuis osseux pour le passage du tendon du muscle adducteur du doigt externe; pertuis qui n'existe pas chez les *Epyornis* ( <sup>2</sup> ).

» Les conditions dans lesquelles ont été enfouis les restes de ces oiseaux semblent indiquer que les *Epyornis* et les *Mullerornis* fréquentaient les bords des eaux et que, s'ils ne nageaient pas, ils se tenaient au milieu des roseaux bordant les lacs ou les rivières. En effet, partout où ils ont été signalés, leurs ossements sont associés à ceux des petits Hippopotames, des Crocodiles et des Tortues, c'est-à-dire d'animaux tout à fait aquatiques. Les *Epyornis* devaient vivre d'ordinaire dans les plaines basses et inondées; ils y nichaient aussi, comme on peut en juger par le nombre des pièces du squelette de très jeunes oiseaux que l'on y trouve en abondance.

» Nous ajouterons que nous avons pu reconnaître, parmi les ossements d'Antsirabé, des pièces provenant d'un grand Rallide voisin de l'*Aphanapteryx* et d'un Anséridé plus grand que ceux qui habitent Madagascar, indiquant encore des espèces aquatiques disparues, de la même époque que les *Epyornis* et vivant dans des conditions analogues.

» Ces grands oiseaux ont été certainement contemporains de l'Homme; on voit, sur quelques-uns de leurs os, des entailles profondes et très nettes qui ont été faites par des instruments coupants, probablement pour détacher la chair. Sur un fémur d'Hippopotame, de la même date, on remarque un trou entamant toute l'épaisseur de l'os et produit évidemment de main d'homme.

( <sup>1</sup> ) *Mullerornis agilis*, longueur du tibia, à partir de la surface articulaire supérieure, 14<sup>m</sup>, circonférence de l'os 9<sup>m</sup>,7, largeur 3<sup>m</sup>,4, largeur de l'extrémité supérieure 6<sup>m</sup>,5, largeur de l'extrémité inférieure 7<sup>m</sup>.

( <sup>2</sup> ) *Mullerornis rudis*, longueur du tibia à partir de la surface articulaire supérieure 10<sup>m</sup>, circonférence de l'os 10<sup>m</sup>, largeur 3<sup>m</sup>,5, largeur de l'extrémité inférieure 7<sup>m</sup>,5.

» Ces découvertes en font pressentir d'autres plus importantes encore qui jetteront un peu de lumière sur les origines de Madagascar; dès aujourd'hui il est impossible de ne pas être frappé des analogies que présentait alors la faune de cette île avec celle de la Nouvelle-Zélande où, à une époque peu ancienne, vivaient en grand nombre des oiseaux gigantesques, les *Dinornis*, représentés par plus de vingt espèces. Ce rapprochement semble indiquer certaines relations entre ces terres, aujourd'hui séparées par une immense étendue de mer, et il est en accord avec les observations relatives à l'ancienne faune des îles Mascareignes. »

M. A. DES CLOIZEAUX, en présentant à l'Académie un nouveau fascicule de son « Manuel de Minéralogie », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le deuxième fascicule du second Volume de mon « Manuel de Minéralogie », qui contient les familles des titanides, des tantalides, des niobides, des tungstides, des molybdides, des vanadides, des chromides, des tellurides, des antimonides, des arsénides et des phosphorides.

» Comme dans le Volume précédent, j'ai donné, d'une manière aussi complète que possible, le recueil des angles calculés, comparés aux angles mesurés par différents auteurs. La détermination des propriétés optiques biréfringentes a été faite sur tous les cristaux transparents et j'ai signalé les anomalies optiques dont les plus remarquables sont celles de la pérowskite.

» La publication de ce fascicule a été retardée par les nombreuses observations personnelles qu'il contient, et c'est grâce au concours de M. Lacroix que j'ai pu le terminer.

» J'espère qu'il nous sera possible de publier un troisième Volume, qui complètera mon Manuel. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. l'amiral *Paris*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Guyou obtient. . . . .	41 suffrages
M. Hatt » . . . . .	13 »
M. Caspari » . . . . .	1 »

M. **GUYOU**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **V. DRCLA** adresse un Mémoire relatif à une « Classification générale des corps simples, d'après le nombre des molécules contenues dans l'unité de volume ».

( Commissaires : MM. Troost, Friedel, Arn. Gautier.)

M. **C. MATHEU** adresse un Mémoire portant pour titre « Aérostat à poids constant et à volume variable ».

( Commissaires : MM. Janssen, Marey, Maurice Lévy.)

### CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. *L. de Belenet*, intitulé : « Notice généalogique sur la famille Papin; son existence ancienne, sa noblesse, ses alliances, ses illustrations; Denis Papin, Nicolas Papin et Isaac Papin » (extrait de l'Ouvrage : « Vie et Oeuvres de D. Papin »), et un volume de M. *Fédoroff*, écrit en langue russe, sur la « Morphologie et la systématique des polyèdres ».

MM. **A. PIZON**, **E. MEYER**, **G. GRINER** adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Généralisation de quelques théorèmes de Mécanique.* Note de M. A. KOTELNIKOFF, présentée par M. Darboux.

« Si les liaisons d'un système de points matériels permettent un déplacement hélicoïdal de tout le système, comme s'il était invariable, nous dirons que le système admet un torseur virtuel.

» Étant donné le torseur d'un système de vecteurs, nous le nommerons *torseur des forces* si les vecteurs expriment les forces, et *torseur des quantités de mouvement* si les vecteurs expriment les quantités de mouvement d'un système de points.

» Cela posé, nous aurons :

» THÉORÈME I. — *Si le système admet un torseur virtuel, la dérivée du moment du torseur des quantités de mouvement, par rapport au torseur virtuel, est égale au moment du torseur des forces, par rapport au même torseur virtuel.*

» *Démonstration.* — Si  $a, b, c, p, q, r$  sont les quantités constantes, qui déterminent le torseur virtuel, les liaisons permettent les déplacements suivants :

$$\delta x = (a + qz - ry)\tau, \quad \delta y = (b + rx - pz)\tau, \quad \delta z = (c + py - qx)\tau,$$

où  $\tau$  est une quantité arbitraire et infiniment petite. Pour ces déplacements le principe de d'Alembert nous donne l'équation

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} & \frac{d}{dt} \left[ a \sum m \frac{dx}{dt} + b \sum m \frac{dy}{dt} + c \sum m \frac{dz}{dt} + p \sum m \left( y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right) \right. \\ & \quad \left. + q \sum m \left( z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} \right) + r \sum m \left( x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) \right] \\ & = a \sum X + b \sum Y + c \sum Z + p \sum (yZ - zY) \\ & \quad + q \sum (zX - xZ) + r \sum (xY - yX), \end{aligned} \right.$$

qui exprime le théorème.

» *Corollaire I.* — Si le système admet un groupe de torseurs virtuels à  $\bar{n}$  termes, nous aurons  $\bar{n}$  équations indépendantes de la forme (1). Ces équations forment la *loi du moment du torseur des quantités de mouvement, par rapport aux torseurs du groupe virtuel*. Dans le cas particulier, quand  $\bar{n} = 3$ , si les flèches des torseurs virtuels sont infinies, nous aurons la loi du mouvement du centre de gravité, et si les flèches des torseurs virtuels sont nulles, nous aurons la loi du moment des quantités de mouvement.

» *Corollaire II.* — Si le moment du torseur des forces, par rapport à

tous les torseurs du groupe virtuel, est nul, nous aurons  $\bar{n}$  intégrales indépendantes de la forme

$$a \Sigma m \frac{dx}{dt} + b \Sigma m \frac{dy}{dt} + c \Sigma m \frac{dz}{dt} + p \Sigma m \left( y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right) \\ + q \Sigma m \left( z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} \right) + r \Sigma m \left( x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) = \text{const.},$$

qui expriment la loi de la conservation du moment du torseur des quantités de mouvement, par rapport aux torseurs du groupe virtuel. Dans les cas particuliers indiqués dans le corollaire précédent, nous aurons les lois de la conservation du mouvement du centre de gravité et des aires.

» THÉORÈME II. — Si les liaisons sont indépendantes du temps et admettent un torseur virtuel  $(a, b, c, p, q, r)$ , s'il existe la fonction des forces  $\bar{U} = V + W$ , dont la première partie  $V$  est indépendante du temps et donne un torseur des forces, réciproque au torseur virtuel, et la seconde partie  $W$  dépend seulement des distances des points du système à des points  $(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$ , qui sont en mouvement et dont les vitesses sont

$$\frac{d\alpha_i}{dt} = (a + q\gamma_i - r\beta_i)\sigma, \quad \frac{d\beta_i}{dt} = (b + r\alpha_i - p\gamma_i)\sigma, \quad \frac{d\gamma_i}{dt} = (c + p\beta_i - q\alpha_i)\sigma,$$

où  $\sigma$  est constante, nous aurons une intégrale

$$(2) \quad \left\{ \frac{1}{2} \Sigma m v^2 - \sigma \left[ a \Sigma m \frac{dx}{dt} + b \Sigma m \frac{dy}{dt} + c \Sigma m \frac{dz}{dt} + p \Sigma m \left( y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right) \right. \right. \\ \left. \left. + q \Sigma m \left( z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} \right) + r \Sigma m \left( x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) \right] \right\} = U + h,$$

$h$  étant une constante arbitraire.

Démonstration. — Le théorème est une conséquence de deux équations

$$\frac{d}{dt} \frac{1}{2} \Sigma m v^2 = \frac{dU}{dt} + \frac{dW}{dt} - \frac{\partial W}{\partial t}, \\ \sigma \frac{dt}{d} \left[ a \Sigma m \frac{dx}{dt} + b \Sigma m \frac{dy}{dt} + c \Sigma m \frac{dz}{dt} + p \Sigma m \left( y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right) \right. \\ \left. + q \Sigma m \left( z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} \right) + r \Sigma m \left( x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) \right] \\ = \sigma \left[ a \Sigma \frac{\partial W}{\partial x} + b \Sigma \frac{\partial W}{\partial y} + c \Sigma \frac{\partial W}{\partial z} + p \Sigma \left( y \frac{\partial W}{\partial z} - z \frac{\partial W}{\partial y} \right) \right. \\ \left. + q \Sigma \left( z \frac{\partial W}{\partial x} - x \frac{\partial W}{\partial z} \right) + r \Sigma \left( x \frac{\partial W}{\partial y} - y \frac{\partial W}{\partial x} \right) \right] \\ = \sigma \left[ a \Sigma \frac{\partial W}{\partial x} + b \Sigma \frac{\partial W}{\partial y} + c \Sigma \frac{\partial W}{\partial z} + p \Sigma \left( \beta \frac{\partial W}{\partial z} - \gamma \frac{\partial W}{\partial y} \right) \right. \\ \left. + q \Sigma \left( \gamma \frac{\partial W}{\partial x} - z \frac{\partial W}{\partial z} \right) + r \Sigma \left( \alpha \frac{\partial W}{\partial y} - \beta \frac{\partial W}{\partial x} \right) \right] = \frac{\partial W}{\partial t},$$

que nous donnent le théorème des forces vives et le théorème I.

» THÉORÈME III. — Si les liaisons admettent une combinaison d'un torseur virtuel  $(a, b, c, p, q, r)$  avec une extension  $\xi$  autour de l'origine des coordonnées, si l'intégrale des forces vives existe et si la fonction des forces  $U$  est homogène de degré  $-2$  et donne un torseur réciproque au torseur virtuel, nous aurons une intégrale de la forme

$$(3) \left\{ \begin{aligned} & a \Sigma m \frac{dx}{dt} + b \Sigma m \frac{dy}{dt} + c \Sigma m \frac{dz}{dt} + p \Sigma m \left( y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right) \\ & + q \Sigma m \left( z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} \right) + r \Sigma m \left( x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) + \frac{1}{2} \xi \frac{d}{dt} \Sigma m \varrho^2 = 2 \xi h t + \text{const.}, \end{aligned} \right.$$

où  $h$  est une constante de l'intégrale des forces vives et  $\varrho$  la distance d'un point du système à l'origine.

» Démonstration. — En appliquant le principe de d'Alembert aux déplacements virtuels

$$\begin{aligned} \delta x &= (a + \xi x - r y + q z) \tau, \\ \delta y &= (b + r x + \xi y - p z) \tau, \\ \delta z &= (c - q x + p y + \xi z) \tau, \end{aligned}$$

NOUS AURONS

$$(A) \left\{ \begin{aligned} & \frac{d}{dt} \left[ a \Sigma m \frac{dx}{dt} + b \Sigma m \frac{dy}{dt} + c \Sigma m \frac{dz}{dt} + p \Sigma m \left( y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right) \right. \\ & \left. + q \Sigma m \left( z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} \right) + r \Sigma m \left( x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) + \frac{1}{2} \xi \frac{d}{dt} \Sigma m \varrho^2 \right] - \xi \Sigma m v^2 = - 2 \xi U, \end{aligned} \right.$$

d'où, à l'aide de l'intégrale des forces vives, suit le théorème.

» Remarque. — Les théorèmes II et III présentent une généralisation des théorèmes de Jacobi (*Vorlesungen über Dynamik*, p. 27 et 42).

» THÉORÈME IV. — Si les liaisons sont indépendantes du temps et admettent un torseur virtuel  $(a, b, c, p, q, r)$  et une extension  $\xi$  autour de l'origine des coordonnées, s'il existe la fonction des forces homogènes de degré  $-2$ , satisfaisant aux conditions du théorème II, nous aurons l'intégrale

$$(1 + 2 \xi \tau) \left[ a \Sigma m \frac{dx}{dt} + b \Sigma m \frac{dy}{dt} + c \Sigma m \frac{dz}{dt} + p \Sigma m \left( y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right) + q \Sigma m \left( z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} \right) + r \Sigma m \left( x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) \right] + \frac{1}{2} \xi \frac{d}{dt} \Sigma m \varrho^2 = 2 \xi h t + \text{const.}$$

» La démonstration suit des équations (2) et (A). »

MÉCANIQUE. — *Sur le pendule à tige variable*. Note de M. L. LECONU, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Les oscillations d'un pendule de longueur variable, réalisé, par exemple, au moyen d'un poids suspendu à la corde d'un treuil, sont régies par l'équation différentielle  $l \frac{d^2 \theta}{dt^2} + 2 \frac{dl}{dt} \frac{d\theta}{dt} + g \sin \theta = 0$ , dans laquelle  $l$  désigne la longueur du pendule, et  $\theta$  l'inclinaison sur la verticale. Si la longueur varie proportionnellement au temps  $t$ , on a  $l = a + bt$ . Si, de plus, ces oscillations sont assez faibles pour qu'on puisse remplacer  $\sin \theta$  par  $\theta$ , et si l'on pose  $u = \theta l$ ,  $x = \frac{g}{b^2} l$ , il vient

$$(1) \quad x \frac{d^2 u}{dx^2} + u = 0.$$

» L'intégration d'une pareille équation donne, comme l'on sait, naissance à des fonctions cylindriques : le mouvement considéré présente donc cet intérêt spécial de fournir une image très nette de la marche de ces fonctions. Par la méthode des coefficients indéterminés, on se procure aisément la solution particulière

$$\varphi = x - \frac{2x^2}{(1.2)^2} + \frac{3x^3}{(1.2.3)^2} - \frac{4x^4}{(1.2.3.4)^2} + \dots$$

qui n'est autre chose que  $\sqrt{x} J_1(2\sqrt{x})$ . On en réduit l'intégrale générale

$$u = A\varphi + B\varphi \int \frac{dx}{\varphi^2}.$$

Celle-ci peut également se mettre sous la forme

$$u = Cx \left[ \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos(2 \cos \omega \sqrt{x} - z) \sin^2 \omega \, d\omega + \sin z \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{e^{-2\sqrt{x} \tan \omega} \, d\omega}{\cos^3 \omega} \right],$$

avec les deux constantes arbitraires  $C$  et  $z$ . Comme le pendule s'allonge indéfiniment, il arrive toujours un moment où la valeur initiale  $a$  peut être prise assez grande pour que le nombre abstrait  $\frac{b}{\sqrt{ga}}$  soit très petit, et il est alors avantageux de développer  $u$  ou  $\theta$  suivant les puissances croissantes de ce nombre. Le calcul ne présente aucune difficulté. Si l'on né-



glige les puissances de  $\frac{b}{\sqrt{ga}}$  supérieures à la première, on trouve simplement

$$\theta = \rho \left( 1 - \frac{3}{4} \frac{b}{a} t \right) \sin \left( \sqrt{\frac{g}{a}} t - \omega \right) + \frac{1}{8} \rho \frac{b}{\sqrt{ga}} \left( 1 - 2 \frac{g}{a} t^2 \right) \cos \left( \sqrt{\frac{g}{a}} t - \omega \right).$$

» Dans cette équation,  $\rho$  et  $\omega$  désignent deux constantes arbitraires dont la seconde peut être annulée par un choix convenable de l'instant initial. Au voisinage de cet instant, les phases remarquables se produisent pour les valeurs suivantes du temps :

- A. Première position verticale...  $t = \dots \frac{1}{2} \frac{b}{g}$
- B. Première élongation à droite...  $t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{a}{g}} + \frac{1}{2} \left( \frac{\pi^2}{2} - 7 \right) \frac{b}{g}$
- C. Deuxième position verticale...  $t = \pi \sqrt{\frac{a}{g}} + \frac{1}{2} (2\pi^2 - 1) \frac{b}{g}$
- D. Première élongation à gauche...  $t = \frac{3\pi}{2} \sqrt{\frac{a}{g}} + \frac{1}{2} \left( \frac{9\pi^2}{2} - 7 \right) \frac{b}{g}$
- E. Troisième position verticale...  $t = 2\pi \sqrt{\frac{a}{g}} + \frac{1}{2} (8\pi^2 - 1) \frac{b}{g}$
- .....

» La première demi-oscillation (de la position A à la position C) s'effectue dans le temps  $\pi \sqrt{\frac{a}{g}} + \frac{1}{4} \pi^2 \frac{b}{g}$ ; c'est, comme on pouvait le prévoir, la durée de la demi-oscillation d'un pendule de longueur constante et égale à celle du pendule variable au milieu de cet intervalle de temps. Le ralentissement  $\frac{1}{4} \pi^2 \frac{b}{g}$ , dû à la variation de longueur, est indépendant de la longueur. En ce qui concerne l'angle d'écart maximum, on trouve, pour les positions B et D, les valeurs respectives  $\rho \left( 1 - \frac{3}{8} \pi \frac{b}{\sqrt{ga}} \right)$  et  $\rho \left( 1 - \frac{9}{8} \pi \frac{b}{\sqrt{ga}} \right)$ . D'une demi-oscillation à la suivante, l'angle d'écart est donc réduit d'une fraction de cet angle égale à  $\frac{3}{4} \pi \frac{b}{\sqrt{ga}}$ .

» L'équation (1), mise sous la forme  $\frac{d}{dx} \left( u - x \frac{du}{dx} \right) = u$ , est susceptible d'une interprétation géométrique assez simple; car  $u - x \frac{du}{dx}$  est l'ordonnée à l'origine de la tangente à la courbe, lieu du point ayant pour coordonnées cartésiennes  $x$  et  $u$ . On déduit de là un procédé pour con-

struire graphiquement un polygone différant de cette courbe aussi peu que l'on veut.

» Dans le cas du pendule conique, si l'on suppose l'inclinaison  $\omega$  assez petite pour que  $\cos \omega$  puisse être remplacé par l'unité, et si, désignant par  $c$  la constante des aires, on pose  $x = \frac{g}{b^2}(a + bt)$  et  $\alpha = b \sqrt{\frac{b}{gc}} \omega x$ , on parvient à la relation

$$(2) \quad x \frac{d^2 \alpha}{dx^2} + \alpha = \frac{x}{a^3}.$$

» Soit  $u$  une intégrale de l'équation (1). En posant  $\alpha = \lambda u$ , il vient  $\lambda = \sqrt{1 + \left(\int \frac{dx}{u^2}\right)^2}$ , d'où  $\alpha = \sqrt{u^2 + u^2 \left(\int \frac{dx}{u^2}\right)^2}$ . La fonction  $u_1 = u \int \frac{dx}{u^2}$  est aussi une intégrale de la même équation, et l'on a  $u \frac{du_1}{dx} = u_1 \frac{du}{dx} = 1$ . Partant de là, il est aisé de mettre l'intégrale générale de l'équation (2) sous la forme

$$(3) \quad \alpha = \sqrt{\frac{bc}{g} \frac{\sqrt{u^2 + u_1^2}}{a + bt}} = \sqrt{\theta^2 + \theta_1^2}$$

avec les notations  $\theta = \frac{u}{a + bt} \sqrt{\frac{bc}{g}}$  et  $\theta_1 = \frac{u_1}{a + bt} \sqrt{\frac{bc}{g}}$ .  $\theta$  et  $\theta_1$  peuvent être regardés comme les angles d'inclinaison de deux pendules plans, de même longueur variable que le pendule conique, liés par la condition

$$(4) \quad \theta \frac{d\theta_1}{dt} + \theta_1 \frac{d\theta}{dt} = \frac{c}{(a + bt)^2}.$$

» On vérifie les équations (2) et (3), en prenant  $\theta = \omega \cos \varphi$ ,  $\theta_1 = \omega \sin \varphi$ , et  $\omega^2(a + bt)^2 \frac{d\varphi}{dt} = c$ . Cette dernière équation, identique à celle des aires, montre que  $\varphi$  est l'angle compris entre un plan vertical fixe et le plan variable d'oscillation. Finalement, le mouvement conique résulte de deux mouvements plans, effectués dans deux plans rectangulaires suivant les lois précédemment étudiées.

» L'étude que je viens de résumer m'a été suggérée par une question qui a été posée par M. Haton de la Goupillière, pour paraître prochainement dans l'*Intermédiaire des Mathématiciens*. »

PHYSIQUE. *Émission des sons.* Note de M. HENRI GILBAULT, présentée par M. Lippmann.

« Je me propose d'établir tout d'abord quelle doit être l'élongation  $x$  de la vibration par influence d'un corps  $\Sigma$  placé dans une tranche d'air vibrant avec une amplitude  $z$ ; cette étude nous permet, en outre, de déterminer, lorsque la source cesse de vibrer, la loi de décroissance de la vibration du corps  $\Sigma$  et d'en déduire des données sur l'émission.

» Le corps  $\Sigma$  est soumis à plusieurs forces : une force provenant du mouvement de la tranche d'air dans laquelle il se trouve  $Kz \sin nt$ , une résistance élastique  $-p^2x$ , et une résistance de la part de l'air que j'admettrai être proportionnelle à la différence entre sa vitesse et celle de la couche d'air dans laquelle il se trouve  $-q^2\left(\frac{dx}{dt} - Knz \cos nt\right)$ , donc

$$(1) \quad m \frac{d^2x}{dt^2} = -p^2x - q^2\left(\frac{dx}{dt} - Knz \cos nt\right) + Knz \sin nt,$$

dont l'intégrale complète est

$$x = \frac{Kz\sqrt{1+q^2n^2} \cos \varepsilon}{p^2 - mn^2} \sin[nt - (\varphi + \varepsilon)] + Be^{-\frac{q}{2m}nt - \varphi} \sin\left(\frac{nt - \varphi}{mn} \sqrt{p^2m + \frac{q^2}{4}} + c\right),$$

où

$$\text{tang } \varepsilon = \frac{q^2n}{p^2 - mn^2},$$

$$\text{tang } \varphi = -q^2n;$$

mais même *a priori*, à condition de prendre un système d'unités convenables, nous pouvons dire que  $q$  est très petit et que

$$\varphi = -q^2n;$$

dans ces conditions,

$$(2) \quad x = \frac{Kz\sqrt{1+q^2n^2} \cos \varepsilon}{p^2 - mn^2} \sin[nt - (\varphi + \varepsilon)] + Be^{-\frac{q}{2m}(t+q^2)} \sin\left(\frac{t+q^2}{m} \sqrt{p^2m + \frac{q^2}{4}} + c\right).$$

Si, dans cette équation générale dont nous aurons à faire le plus grand usage par la suite, nous supposons  $z = 0$ ,

$$x = Be^{-\frac{q}{2m}(t+q^2)} \sin\left(\frac{t+q^2}{m} \sqrt{p^2m + \frac{q^2}{4}} + c\right),$$

c'est-à-dire que le mouvement, lors de la décroissance, est encore pendulaire et que son amplitude au temps  $t$

$$(3) \quad A_t = B e^{\frac{q}{2m} t + q^2 t^2}$$

est telle que les logarithmes varient linéairement avec le temps.

» J'ai soumis ces prévisions à la vérification expérimentale. Le corps  $\Sigma$  (qui était un diapason, une lame élastique ou une membrane) était muni d'une lame percée d'une petite ouverture  $a$  vivement éclairée sur une de ses faces et placée en regard d'une chambre noire photographique. Dans cette chambre noire, se déplaçait verticalement une plaque sensible animée d'un mouvement uniforme et sur laquelle se formait une image de  $a$  réduite à un point. Si le diapason vibre et que la plaque se déplace, on obtient une courbe donnant la loi de décroissance.

» Ces courbes, mesurées à la machine à diviser, montrent que l'équation (3) représente parfaitement le phénomène; elles montrent également que la nature de la surface du corps vibrant semble avoir une influence sur la vitesse de son extinction: par exemple, la valeur trouvée pour  $q$  avec un diapason recouvert de noir de fumée est environ trois fois plus grande que celle obtenue avec le même diapason dont le métal est poli. J'ai cherché si le changement de nature des surfaces avait la même influence sur toutes les faces; à cet effet, après avoir photographié la loi de décroissance d'un diapason poli (1), j'ai fait la même photographie pour le même diapason dont les faces normales aux déplacements étaient seules noircies (2), puis, pour ce même diapason, lorsque les faces situées dans le plan de vibration étaient recouvertes de noir de fumée (3). J'ai, du reste, pu joindre à ces courbes celle obtenue lorsque les huit faces du diapason sont noircies (4). Or les photographies correspondant à (1) et (2) et celles correspondant à (3) et (4) pouvaient être superposées et coïncidaient parfaitement alors que ces deux groupes différaient entre eux. Donc la nature d'une surface normale aux déplacements de cette surface, lors de sa vibration, n'a aucune influence; au contraire, les surfaces telles que (3) qui frottent sur les couches d'air ont une action très marquée, elles agissent par frottement, et si leur surface est rugueuse elle s'oppose au mouvement en l'annulant plus rapidement, comme le font, par exemple, des moules qui s'accrochent à la carène d'un navire.

» Si donc nous avons une source sonore réduite à un plan se déplaçant parallèlement à lui-même, la nature de sa surface ne modifierait en rien sa

loi de décroissance. C'est ce que j'ai vérifié en prenant une lame métallique de grande surface, mais de très faible épaisseur, que j'ai étudiée d'abord lorsque le métal était poli, puis lorsqu'il était recouvert d'huile et enfin de noir de fumée, les trois courbes obtenues étaient parfaitement superposables.

» Mais, en général, les sources sonores ont trois dimensions; or dans ce cas l'énergie perdue pendant un certain temps et qui est cédée à l'air varie avec la nature de la surface; donc, dans ce cas, les sources sonores ont un *pouvoir émissif*; et même ce pouvoir émissif s'applique dans une certaine mesure aux membranes elles-mêmes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Ya-t-il de l'oxygène dans l'atmosphère du Soleil?*

Note de M. ARTHUR SCHUSTER, présentée par M. A. Cornu.

« A propos de la Communication de M. Dunér sur ce sujet (*Comptes rendus* du 26 décembre), je me permets de rappeler à l'Académie que, dans une lettre publiée dans la *Nature* (Déc. 20, 1877), j'ai remarqué qu'un des spectres de l'oxygène semble en effet se trouver parmi les lignes de Fraunhofer. Dans mes recherches sur le spectre de l'oxygène, j'ai montré qu'il faut distinguer deux spectres de lignes, dont l'un apparaît à des températures basses et correspond au spectre de bandes de l'azote et d'autres gaz. On attribue généralement les spectres de bandes cannelées à des molécules plus complexes et, pour cette raison, j'ai nommé ce spectre le spectre de lignes composé (*compound*).

» J'ai mesuré la position des lignes de ce spectre avec exactitude. La raie  $\alpha$  se trouve dans l'espace entre les deux composantes d'une ligne double du sodium et peut être mesurée par rapport à cette ligne. La raie  $\gamma$  est très près d'une ligne forte du fer et peut aussi être déterminée avec une grande précision. Les autres lignes ont été mesurées par rapport à des raies métalliques bien connues. Je donne la comparaison avec les longueurs d'onde déterminées par Angström.

	Oxygène.	Largeur des raies.	Lignes dans le spectre du Soleil.
$\alpha$ .....	6156,86	$\pm 0,3$	6156,70
$\beta$ .....	5435,55	$\pm 0,3$	5435,44
$\gamma$ .....	5329,41	$\pm 0,6$	5329,30
$\delta$ .....	4367,62		4367,58

» C'est un fait remarquable que, parmi les lignes qui apparaissent souvent dans le spectre de la chromosphère, M. Young donne les longueurs d'onde 5435,4 et 5329,1, et, en effet, si l'atmosphère du Soleil contenait de l'oxygène, on devait s'attendre à le trouver dans la chromosphère.

» On voit dans le Tableau ci-dessus que les lignes de l'oxygène avaient une certaine largeur dans mon appareil, qui était un spectroscopie à deux prismes.

» Mais M. Piazzzi Smith a examiné le spectre de l'oxygène avec un pouvoir résolvant très grand, et a découvert le fait que les lignes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  sont triples. Le spectre se rapproche donc d'un spectre à bandes et le nom de *spectre composé* est bien choisi. On ne peut pas dire que la coïncidence des lignes soit suffisamment établie, mais il me semble qu'on doit en tenir compte dans la discussion sur la présence ou absence de l'oxygène dans le Soleil. M. Piazzzi Smith, qui connaît bien le spectre du Soleil comme aussi les spectres de l'oxygène, dit : « Je croyais d'abord, après la découverte de trois de ces triplets, qu'on pouvait les reconnaître dans le cas » du spectre normal d'Angström, comme lignes noires de Fraunhofer; mais » je ne veux à présent ni affirmer ni réfuter cette idée, jusqu'à ce que j'aie » fait des mesures plus satisfaisantes et exactes sur le spectre du Soleil ». (*Transactions Edinburgh Royal Society*, vol. XXXII, p. 452.) C'est bien l'état où il faut laisser la question, quant à présent. »

MAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation du fer doux*. Note de M. P. JOUBIN, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note récente (1), j'ai montré qu'on pouvait s'attendre à trouver une *équation caractéristique* de l'intensité d'aimantation des corps fortement magnétiques en fonction de la susceptibilité, et je me proposais de vérifier expérimentalement cette conséquence. Or les expériences de Rowland (2) résolvent cette question, au moins pour les corps étudiés par lui et qui comprennent diverses variétés de fer, d'acier, de nickel.

» Il existe une *équation caractéristique à coefficients indépendants de la nature du corps*; par suite, le *théorème des états correspondants s'applique au magnétisme*.

(1) *Comptes rendus*, 8 janvier 1894.

(2) ROWLAND, *Phil. Magazine*, 3<sup>e</sup> série, t. XLVI, p. 149.

» Imaginons un corps magnétique idéal pour lequel la susceptibilité, correspondant à un champ magnétique infiniment petit, s'annule et pour lequel l'intensité d'aimantation maximum  $I_m$  soit rigoureusement égale à trois fois l'intensité critique  $I_c$ . La courbe représentative de l'intensité  $I$  en fonction de  $K$  est une parabole, et en rapportant les variables à leurs valeurs critiques  $I_c$  et  $K_c$ , l'équation réduite de la parabole peut s'écrire, comme on le voit bien facilement  $\left(x = \frac{I}{I_c}, y = \frac{K}{K_c}\right)$ ,

$$x = 1 + \frac{1}{2}(1 - y) \pm \frac{3}{2}\sqrt{1 - y}.$$

» C'est là un cas idéal, car :

» 1° La susceptibilité a une valeur finie  $K_0$  lorsque le champ s'annule :

» 2° La valeur  $I_0$  de  $I$  correspondant à  $K_0$  n'est pas égale à  $3I_c$ .

» Mais, pour nous placer dans les mêmes conditions, comptons la susceptibilité non pas à partir de 0, mais à partir de  $K_0$ , et prenons le rapport  $\frac{K - K_0}{K_c - K_0}$ . Si l'on construit les courbes des expériences de Rowland,

on constate que le rapport  $\frac{I_0}{I_c}$  est très sensiblement constant pour tous les corps et égal à 2,66. Il en résulte, par un calcul simple, que l'équation caractéristique est  $\left(x = \frac{I}{I_c}, y = \frac{K - K_0}{K_c - K_0}\right)$ ,

$$x = 1 + 0,33(1 - y) \pm 1,3\sqrt{1 - y}.$$

» Voici quelques exemples montrant la concordance de cette formule et des expériences :

» I. *Fer doux* :  $4\pi K_0 = 180$ ;  $I_c = 500$ ;  $4\pi K_c = 2460$ .

$4\pi K$	I		I'	
	calc.	obs.	calc.	obs.
650	1211	1230	54	50
1500	993	985	147,5	150
2000	825	810	241,5	250

» II. *Fer doux* :  $4\pi K_0 = 320$ ;  $I_c = 520$ ;  $4\pi K_c = 4700$ .

850	1300	1290	41	35
2000	1151	1140	99	100,5
3600	900	885	226	240
4320	731	721	350	360

» III. *Nickel* :  $4\pi K_0 = 30$ ;  $I_c = 165$ ;  $4\pi K_c = 170$ .

$4\pi K$ .	I'		I''	
	calc.	obs.	calc.	obs.
50	41	42,5	13	10
100	35,2	34,5	50	45
150	25,2	25	90	90

» IV. *Acier* :  $4\pi K_0 = 50$ ;  $I_c = 570$ ;  $4\pi K_c = 320$ .

250	986	960	245	245
-----	-----	-----	-----	-----

» V. *Fer doux* :  $4\pi K_0 = 300$ ;  $I_c = 520$ ;  $4\pi K_c = 3550$ .

1000	1240	1200	60	50
2000	1060	1030	135	140
3000	816	816	276	290

MÉTÉOROLOGIE. — *Les orages au Parc de Saint-Maur et leur relation avec la Lune*. Note de M. E. REXOU, présentée par M. Mascart.

« On a admis depuis longtemps qu'il y avait à Paris 13 jours d'orage par année; observé au Parc de Saint-Maur, depuis vingt et un ans, le nombre annuel de jours d'orage est de 27. Voici comment se distribuent ces orages, d'abord suivant les mois de l'année météorologique, puis suivant les 21 années 1873-1893; j'y ai joint le nombre de jours où l'on a vu des éclairs sans avoir entendu le tonnerre.

» Nombre de jours de :

Années.	Tonnerre.	Éclairs.	Années.	Tonnerre.	Éclairs.	Tonnerre par mois.
1873...	27	10	1883...	22	17	Décembre.... 2
1874...	26	6	1885...	32	16	Janvier..... 1
1875...	28	15	1887...	27	6	Février..... 2
1876...	18	7	1888...	29	3	Mars..... 18
1877...	30	10	1889...	33	5	Avril..... 43
1878...	26	9	1890...	33	9	Mai..... 85
1879...	29	7	1891...	30	10	Juin..... 123
1880...	41	11	1892...	24	18	Juillet..... 125
1881...	20	16	1893...	28	5	Août..... 97
1882...	24	14	Moy...	27,3	10,8	Septembre... 56
1883...	17	13				Octobre..... 20
1884...	30	19				Novembre.... 2

» La distribution des jours d'orage dans le cours de l'année est à peu



près ce que l'on savait déjà; il n'y a en moyenne qu'un jour d'orage en dix ans dans chacun des quatre mois de novembre à février, et 5 à 6 dans chacun des mois de juin et juillet. Cette distribution est plus en rapport avec la déclinaison du Soleil qu'avec la température moyenne de l'air.

» Il n'y a aucune apparence que les orages soient plus fréquents à présent qu'autrefois. A Paris, on n'entend que la moitié des orages. Cet accroissement apparent se manifeste partout; à mesure que les observations se perfectionnent, le nombre des orages augmente et la température moyenne diminue.

» On a cherché depuis quelques années si le nombre annuel des jours d'orage n'était pas en relation avec les taches du Soleil; on n'a rien trouvé de concluant; en tous cas, le nombre d'orages au Parc de Saint-Maur n'a aucune analogie avec la période des taches solaires.

» Depuis longtemps on a cherché aussi une relation des orages avec les phases de la Lune et ces recherches n'ont rien produit. Mais M. A. Poincaré ayant démontré <sup>(1)</sup>, il y a quelques années, que la limite des vents alisés varie comme la déclinaison de la Lune; d'autre part, les orages dans nos contrées étant presque toujours en rapport avec les vents du sud-ouest, il y avait lieu de vérifier si la déclinaison de la Lune n'influencerait pas les orages.

» En partageant les 574 orages qui ont eu lieu en vingt et un ans au Parc de Saint-Maur, en deux séries, suivant qu'ils ont eu lieu avec la déclinaison boréale ou australe de la Lune, on trouve 302 jours pour la première série et 272 pour la seconde. Comme les années isolément présentent de grandes divergences dans les deux sens, on pourrait craindre que le résultat fût purement accidentel; mais, en partageant les vingt premières années en deux séries de même longueur, on trouve les nombres 145 et 124 pour la première, et 145 et 132 pour la seconde. Les rapports de ces nombres sont notablement différents, mais dans le même sens.

» Comme l'action de la Lune n'est évidemment pas très énergique, j'ai pensé qu'en éliminant les orages qui ont lieu quand la Lune est à 10° au plus au nord et au sud de l'équateur, et ne comptant que les orages qui accompagnent les déclinaisons supérieures à 11°, on devrait obtenir un résultat plus tranché. Opérant ainsi, j'ai trouvé, pour les déclinaisons boréales de 11° à 28°, 227 jours d'orage et pour les déclinaisons australes 198. Le premier de ces nombres surpasse le second de un septième, tandis que

---

(1) M. de Parville avait démontré ce fait en 1861.

pour les nombres correspondant à toutes les déclinaisons le rapport est de 10 à 9. L'action est donc plus évidente. Les nombres d'orages pour les déclinaisons de 10° et au-dessous sont respectivement 75 et 74, c'est-à-dire sensiblement égaux.

» J'aurais voulu étendre ces recherches à d'autres séries d'observations; celles de Paris sont trop défectueuses pour qu'on puisse les utiliser. Il n'y a que fort peu de stations où l'étude des orages soit complète; les Commissions météorologiques ne notent que la moitié des orages; presque jamais on ne donne leur date. Quelques bonnes stations ne comprennent qu'un trop petit nombre d'années. Mais M. Bouvet, qui fait à Saint-Servan d'excellentes observations, a bien voulu extraire de ses registres la date de tous les orages qu'il a observés depuis seize ans: il en résulte qu'il y a eu à Saint-Servan, de 1878 à 1893, 188 jours d'orage avec la déclinaison boréale et 160 avec la déclinaison australe, nombres dont la différence est bien plus grande qu'au Parc de Saint-Maur, en même temps qu'ils sont moins divergents: peut-être la Lune a-t-elle plus d'influence sur les orages dans les climats marins que dans les autres.

» Je crois pouvoir conclure de ce qui précède que, dans nos contrées, les orages sont plus fréquents avec la déclinaison boréale qu'avec la déclinaison australe de la Lune. »

CHIMIE. — *Sur la combinaison de l'hydrogène et du sélénium dans un espace inégalement chauffé.* Note de M. H. PÉLABON, présentée par M. Troost.

« On sait que, sous l'action de la chaleur, l'hydrogène peut, dans certaines circonstances, se combiner partiellement au sélénium. Nous nous sommes proposé d'étudier les particularités que présente cette combinaison lorsque le tube scellé qui renferme les deux corps n'a pas la même température en tous ses points et, en particulier, lorsque cette température varie graduellement d'une extrémité à l'autre du tube.

» M. Ditte (1) a montré que, quand on chauffe au-dessus de 300° l'une des extrémités d'un tube de verre renfermant du sélénium et de l'hydrogène, on voit, au bout d'un certain temps, apparaître en dehors de la partie chauffée des aiguilles de sélénium entrelacées. Elles se déposent en un point du tube où la température est très voisine du point de fusion du sélé-

(1) DITTE, *Annales de l'École Normale supérieure*, 2<sup>e</sup> série, t. I, p. 293.

niùm (270° environ). Nous appellerons  $\theta$  cette température et nous distinguerons trois cas.

1° *Aucun point du tube n'est à une température inférieure à  $\theta$ .*

L'expérience nous a montré que, dans ce cas, le mélange gazeux acquiert la même composition que si le tube avait été tout entier porté à la température de son point le plus froid.

» Un tube, contenant environ 20<sup>cs</sup> d'hydrogène et du sélénium en excès a été chauffé pendant deux heures; l'une de ses extrémités était à la température  $T = 680^\circ$ , l'autre à la température  $t = 530^\circ$ ; on a trouvé par l'analyse du gaz après refroidissement brusque le nombre  $\rho = 0,3608$  pour valeur du rapport de la pression partielle de l'hydrogène sélénié à la pression totale. Un tube maintenu pendant le même temps entièrement à la température  $t = 530^\circ$  a donné pour  $\rho$  le nombre 0,3597. Enfin un tube maintenu pendant le même temps entièrement à la température  $T = 680^\circ$  a donné  $\rho = 0,3920$ .

» Citons encore les résultats d'une série d'expériences où l'on a fait  $T = 640^\circ$  et  $t = 560^\circ$ .

» On a trouvé, après cinq heures de chauffe, pour le tube partiellement chauffé  $\rho = 0,3628$  et pour le tube maintenu entièrement à la température  $t$ ,  $\rho = 0,3626$ .

» Dans tous les cas, le sélénium en excès occupait, après l'expérience, l'extrémité la plus froide du tube.

» 2° *Le point le plus chaud du tube est à une température  $T$  supérieure à  $\theta$ ; le point le plus froid à une température  $t$  inférieure à  $\theta$ .*

» Dans ce cas, l'expérience montre que la composition du mélange gazeux est indépendante des températures des deux extrémités du tube.

» Dans toutes les expériences que nous avons faites, la température  $t$  était la température ambiante. Nous ne donnerons que les résultats de trois de ces expériences :

» Pour  $T = 592^\circ$ , nous avons trouvé  $\rho = 0,1986$ ;

» Pour  $T = 680^\circ$ , »  $\rho = 0,2002$ ;

» Pour  $T = 700^\circ$ , »  $\rho = 0,1977$ .

» Le sélénium, dans tous les tubes, se trouvait condensé en un point bien déterminé du tube où la température avait la valeur  $\theta$  pendant l'expérience. Presque tout ce sélénium était cristallisé et formait l'anneau signalé par M. Ditte.

» *Remarques.* — Dans toutes les expériences précédentes, on a placé les tubes *horizontalement* dans le fourneau. Le sélénium était placé au début de l'expérience à l'extrémité du tube qui devait être portée à la température la plus élevée. Enfin on s'est assuré que le temps de chauffe employé était suffisant pour atteindre l'équilibre dans les conditions des expériences.

» Dans les deux cas examinés précédemment, nous voyons que le sélé-

nium quitte, pendant l'expérience, l'extrémité la plus chaude du tube. Ce corps est, en effet, volatil; mais il faut remarquer que, lors même qu'il ne jouirait pas de cette propriété, la formation de l'acide sélénhydrique dans les parties les plus chaudes du tube et sa destruction dans les parties les moins chaudes auraient pour effet de transporter le sélénium par volatilisation apparente dans le sens que nous avons indiqué.

» L'expérience montre de plus que la formation de l'acide sélénhydrique dans les parties chaudes du tube doit être beaucoup plus rapide que sa destruction dans les parties plus froides. Si en effet, dans les expériences citées plus haut, on refroidit brusquement les tubes avant que tout le sélénium ait quitté l'extrémité la plus chaude, on trouve que la composition du mélange gazeux est à peu près celle que l'on obtiendrait avec un tube maintenu entièrement à la température de cette extrémité.

» On peut faire en sorte qu'il y ait constamment du sélénium à l'extrémité la plus chaude du tube; il suffit pour cela de placer le tube verticalement dans le fourneau, l'extrémité la plus chaude en bas. Si la masse de sélénium est suffisante, le corps condensé dans les parties froides du tube retombe à chaque instant, en vertu de son poids, vers les parties chaudes. L'équilibre qui tend à s'établir dans le sens que nous avons indiqué se trouve à chaque instant détruit par ce transport purement mécanique du sélénium.

» 3<sup>o</sup> *La température de l'extrémité la plus chaude du tube est inférieure à 6.*

» *Le mélange gazeux contenu dans le tube a, dans ce cas, la même composition que si le tube avait été entièrement porté à la température du point le plus chaud du tube.*

» Un tube chauffé pendant cent quatre-vingt-seize heures et entièrement à 250°, a donné  $\rho = 0,059$ . Un autre tube dont l'une des extrémités seulement a été maintenue à la même température pendant le même temps, l'autre extrémité étant à la température ambiante a donné  $\rho = 0,057$ .

» On voit que la combinaison de l'hydrogène et du sélénium, dans les conditions où nous l'avons étudiée, présente des particularités très nettes. Ces particularités, ainsi que l'a montré M. Duhem (1), la Thermodynamique les faisait prévoir (2). »

(1) P. DUHEM. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, t. XVII, 2<sup>e</sup> Partie; 1893.

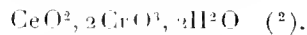
(2) Ce Travail a été fait à la Faculté des Sciences de Lille.

CHIMIE. — *Sur le bichromate cérique et la séparation du cérium d'avec le lanthane et le didyme.* Note de M. G. BRICOUT, présentée par M. Troost.

« Erk a étudié l'action du courant électrique sur les sels céreux <sup>(1)</sup> et démontré que, dans certains cas, il pouvait y avoir dépôt d'un sel ou d'oxyde cérique au pôle positif. Pensant que cette propriété pourrait être utilisée pour séparer le cérium d'avec le lanthane et le didyme, j'ai repris ces expériences et me suis servi avec succès d'une solution chromique qui m'a fourni en outre un bichromate cérique non encore étudié.

» *Bichromate cérique.* — Dans une solution légèrement acide, obtenue en dissolvant le carbonate cérique dans l'acide chromique, j'ai fait passer un courant électrique de 2<sup>v</sup>olts, 5 à 3 volts en employant pour pôle positif une électrode à grande surface.

» Le courant fermé, il s'est produit immédiatement à ce pôle un dépôt cristallin qui, séparé de l'eau mère, lavé et séché, correspond à la formule



» Ce corps se présente sous forme de petits cristaux d'un rouge orangé éclatant; il est soluble dans les acides et donne les réactions des sels cériques. L'eau, dans laquelle il est complètement insoluble, le décompose peu à froid, mais assez rapidement à l'ébullition et le transforme en un chromate jaune qui, par plus longue digestion, abandonne complètement son acide chromique et laisse un résidu d'oxyde cérique hydraté.

» *Séparation du cérium d'avec le lanthane et le didyme.* — Le lanthane et le didyme, qui ne forment pas avec l'oxygène d'oxydes supérieurs, traités dans les mêmes conditions, ne donnent aucun dépôt au pôle positif. On peut donc, sur ce procédé, fonder une méthode de séparation.

» Pour juger de sa valeur, j'ai traité, comme il a été dit plus haut, les oxydes du commerce extraits directement de la cérîte. Le bichromate obtenu, bien lavé, a été dissous dans l'acide chlorhydrique et le cérium précipité à l'état d'oxalate. Une solution nitrique très concentrée de ce dernier sel examinée au spectroscope n'a donné aucune trace de raie d'absorption; une autre partie calcinée a fourni de l'oxyde de cérium de couleur jaune très pâle. De ces deux expériences on peut conclure à la pureté du sel.

<sup>(1)</sup> *Zeitschrift für Chemie* (2), t. VII, p. 100; 1871.

	CeO <sub>2</sub> .	2CrO <sub>3</sub> .	2H <sub>2</sub> O.
(2) Calculé.....	42,05	49,15	8,80 = 100
Trouvé.....	41,60	50,01	9,00 = 100,61

L'excès d'acide chromique trouvé par l'analyse provient de ce que l'oxalate de cérium

» En résumé, cette méthode aurait l'avantage de permettre l'obtention rapide d'un sel de cérium pur et facilement soluble (1) ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la dessiccation de la fécule.*  
Note de MM. Bloch.

« La dessiccation de la fécule a pris depuis quelque temps une telle importance que non seulement les industriels et négociants s'en sont occupés, mais encore les maîtres de la Science. On est tombé d'accord que cette opération, si simple en apparence, est d'une difficulté très grande et réalisable seulement par des mains exercées aux analyses chimiques.

» Pour notre part, nous avons prévu, dès 1854, la nécessité de doser la quantité d'eau des féculs; c'est à cette époque (*Comptes rendus*, 13 novembre 1854) que nous avons fait paraître le féculomètre Bloch.

» Nos expériences nous ont conduits à certains résultats, que nous nous empressons de publier pour aider les recherches futures de la question.

» Quelle base doit être choisie pour fixer le type unité?

» Il n'y a que deux états fixes pour la fécule : la *fécule anhydre*  $C^6H^5O^5$  dont l'équivalent représente 81 ( $H=1$ ), et la *fécule à son maximum d'hydratation*,  $C^6H^5O^5 + 9HO$ , dont l'équivalent est 162, soit le double de la fécule anhydre.

*Composition de la fécule d'après MM. Bloch.*

Différents états des féculs.	Marquant	Marquant	Formules.	Equivalents H = 1.	Eau pour 100.	Fécule normale pour 100.
	au féculomètre.	au dose-fécule.				
Fécule normale séchée à 160°	o	gr				
dans un courant d'air sec . .	»	»	$C^6H^5O^5$	81	»	100
Fécule sèche du commerce à . .	81,81	81,81	$C^6H^5O^5 + 2HO$	99	18,18	81,81
Fécule sèche du commerce à . .	75,00	75,00	$C^6H^5O^5 + 3HO$	108	25,00	75,00
Fécule verte, bien déposée à son maximum d'hydratation.	50,00	50,00	$C^6H^5O^5 + 9HO$	162	50,00	50,00

n'est pas tout à fait insoluble dans l'eau légèrement acide et vient se joindre à l'oxyde de chrome. La transformation par le calcul de l'oxyde de chrome en acide chromique augmente encore cette erreur.

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire d'enseignement chimique et de recherches de la Sorbonne.

» Du Tableau ci-dessus on peut conclure que :

	Fécule		
	à 81°, 81. kgr	à 75°. kgr	à 50°. kgr
100 <sup>kg</sup> , fécule normale, correspondent à . . . . .	122,23	133,33	200,00
100 <sup>kg</sup> , fécule sèche du commerce à 81°, 81 correspondent à . . . . .	100,00	109,09	163,63
100 <sup>kg</sup> , fécule sèche du commerce à 75° correspondent à . . . . .	91,53	100,00	150,00
100 <sup>kg</sup> , fécule verte du commerce à 50°, correspondent à . . . . .	61,11	66,66	100,00

» Il existe en ce moment deux appareils, l'un le *Féculomètre Bloch* basé sur le volume, l'autre le *Dose-fécule Bloch*, basé sur le poids, volume et poids constant de la fécule à son maximum d'hydratation.

» On s'est efforcé de vouloir doser les féculs par la dessiccation, sans s'être rendu compte qu'il faut, pour avoir une donnée exacte, dessécher la fécule de manière à la rendre anhydre, sans quoi toute base sérieuse disparaît, les unes se dessèchent à 100°, les autres à 110°.

» Nos expériences nous ont prouvé que ni 100° ni 110° *ne peuvent dessécher complètement* la fécule, mais que 155°, même 160°, sont nécessaires à la pression atmosphérique.

» Voici l'expérience que nous avons faite, répétée plusieurs fois.

» Dans un flacon à émeri, à large ou étroite ouverture, nous avons mis un poids donné de fécule, nous l'avons exposé durant plusieurs jours à une température donnée, jusqu'à vaincre par ce moyen l'adhérence de l'eau par la fécule. Lorsque le poids est resté stationnaire, nous avons élevé la température à un point fixe, jusqu'à que le poids ne diminuât plus, et ainsi de suite.

» Voici la moyenne des expériences :

*Dessiccation d'une fécule verte à son maximum d'hydratation.*

Composition  $C^6H^5O^5 + 9HO(H - 1)$  soit 81 fécule anhydre + 81 eau  
donc à 50 pour 100.

» 2<sup>er</sup>, 25 poids primitif ont perdu (flacon à petite ouverture) :

Après 8 jours à 50° . . . . .	0,236 =	pour 100	10,488
» 3 » 85 . . . . .	0,302	»	13,422
» 3 » 110 . . . . .	0,632	»	28,088
» 3 heures à 115 . . . . .	0,922	»	40,977
» 20 » 115 . . . . .	1,102	»	48,977
» 4 » 125 . . . . .	1,112	»	49,422
» 4 » 130 . . . . .	1,114	»	49,511
» 1 » 157 . . . . .	1,125	»	50,000
» 1/2 » 160 . . . . .	1,125	»	50,000

*Dessiccation d'une fécule séchée à l'air de 20° à 25°.*

» 4<sup>kg</sup>,50 poids primitif ont perdu (bacon à large ouverture) :

Après 6 heures à	40 <sup>o</sup> .....	0,190 = pour 100	4,322
» 9 »	46.....	0,290 »	6,444
» 12 »	50.....	0,501 »	11,133
» 13 »	60.....	0,581 »	12,911
» 12 »	70.....	0,711 »	15,800
» 12 »	80.....	0,766 »	17,022
» 12 »	90.....	0,771 »	17,155
» 12 »	100.....	0,801 »	17,800
» 12 »	110.....	0,801 »	17,800
» 12 »	120.....	0,801 »	17,800
» 1 »	145.....	0,806 »	17,911
» $\frac{1}{2}$ »	157.....	0,826 »	18,355

» Nous pouvons donc conclure qu'à 100° et 110° la dessiccation est incomplète et ne donne pas de la fécule anhydre; de plus, qu'il faut opérer à 160°.

» Cela prouve encore que les derniers équivalents d'eau ne se vaporisent pas à 100° ni même à 110° comme l'eau libre.

» On objecte que la fécule se transforme en dextrine à cette température; oui, quand elle est traitée à l'acide, au chlorure, ou autres produits, mais à peine quand c'est de la fécule naturelle et pure. Encore la transformation en dextrine ne change-t-elle pas le résultat, car l'équivalent de cette dernière est le même que celui de la fécule anhydre.

» Nous engageons donc à adopter la température de 160° par la raison que c'est un point fixe facile à obtenir, donnant de la fécule anhydre, et qu'ensuite les résultats pourront être contrôlés par les appareils existant à cet effet, desquels nous avons parlé plus haut, tous deux indiquant la quantité de fécule anhydre pour 100 de fécule hydratée du commerce, suivant le Tableau ci-dessous.

» Avec notre étuve, l'opération se fait très facilement : c'est une étuve à vapeur timbrée, à 6<sup>kg</sup>, et qui termine l'opération en une heure.

*Dessiccation d'une fécule sèche comparée au féculomètre Bloch marquant 81,5 pour 100 de fécule.*

4<sup>kg</sup>,560 séchée à 150° a perdu 0<sup>kg</sup>,830 soit 18,311 pour 100  
 5<sup>kg</sup>,425 » 157° » 1<sup>kg</sup>,000 » 18,433 » d'eau.



*Dessiccation d'une fécule sèche marquant au féculomètre Bloch 80 pour 100  
et au dose-fécule Bloch 80 pour 100 de fécule.*

5<sup>gr</sup>, 249 séchée à 157° a perdu 1<sup>gr</sup>, 050 soit 20 pour 100 d'eau.

*Dessiccation d'une fécule verte marquant au féculomètre Bloch 50 pour 100  
et au dose-fécule Bloch 50 pour 100 de fécule.*

4<sup>gr</sup>, 5 séchée à 157° a perdu 2<sup>gr</sup>, 250 soit 50 pour 100 d'eau.

CHIMIE ANIMALE. — *Sur le liquide de la périostite albumineuse.*

Note de M. L. HUGOUENQ, présentée par M. Arm. Gautier.

« Sous le nom de *périostite albumineuse*, M. Ollier a décrit le premier une maladie assez rare caractérisée par l'accumulation sous le périoste et dans les couches périostales d'un liquide incolore ou jaunâtre, filant, albumineux, analogue à la synovie.

» L'étiologie et la nature de cette affection étant encore à peu près inconnues, malgré les nombreux travaux dont elle a été l'objet, j'ai cru devoir soumettre à des analyses répétées les collections liquides retirées par ponctions successives chez deux malades atteints de périostite albumineuse.

» Le liquide est transparent, jaunâtre, très nettement alcalin, de densité généralement comprise entre 1020 et 1035; il tient fréquemment en suspension des gouttelettes de graisse. Il se prend en masse un peu au-dessous de 80° par suite de la présence d'une forte proportion de matières albuminoïdes. Contrairement à ce qu'on pouvait attendre d'un produit albumineux, le liquide abandonné à l'air libre résiste très bien à la putréfaction, bien qu'il renferme, suivant M. Dor, des staphylocoques.

» L'analyse immédiate démontre la présence, dans cet exsudat, de deux matières protéiques : une nucléo-albumine qui, dédoublée par la pepsine, fournit 13 pour 100 environ de nucléine à 1,75 pour 100 de phosphore et une albumine, beaucoup plus abondante, que toutes ses réactions permettent d'identifier avec la sérine du sérum sanguin.

» Les matières extractives sont représentées par un peu d'urée (0,02 pour 100 environ) et une proportion quatre ou cinq fois plus élevée d'acide succinique que j'ai pu séparer à l'état de succinate de chaux bien cristallisé et parfaitement blanc. Indépendamment de ces composés, l'exsudat périostique renferme une petite quantité de matière azotée que

je n'ai pu déterminer. La recherche de la créatinine, de la leucine, de la tyrosine, de l'acide urique, de la peptone et du sucre, a donné des résultats négatifs. A côté de matériaux extractifs, figure de la graisse, quelquefois abondante, assez souvent à l'état de traces insignifiantes.

» L'incinération du résidu fixe abandonné par l'exsudat de la périostite albumineuse fournit des cendres où domine le chlorure de sodium et qui contiennent, outre la potasse, de la chaux, des acides sulfurique ou phosphorique, du carbonate de soude.

» Voici du reste la moyenne de cinq analyses de ce liquide périostique :

Densité.....	1,036	
Eau.....	91,61	pour 100
Résidu fixe.....	8,39	»
Nucléo-albumine.....	0,87	»
Sérine.....	5,61	»
Acide succinique, urée, graisse, extractif.....	0,98	»
Sels minéraux.....	0,93	»

» Ces derniers se répartissent comme suit :

Chlorure de sodium.....	0,43	»
Sulfate        ».....	0,04	»
Phosphate    ».....	0,06	»
Carbonate    ».....	0,22	»
Chlorure de potassium.....	0,08	»
Phosphate tricalcique.....	0,05	»

» De toutes les collections pathologiques dont la composition est actuellement connue, le liquide de l'hydarthrose est celui qui se rapproche le plus de l'exsudat périostique. Dans le liquide de l'hydarthrose, on trouve en effet les mêmes proportions de résidu fixe, de nucléo-albumine, de sérine, de matières extractives et de sels où le chlorure de sodium domine également. La ressemblance qualitative et quantitative entre les deux liquides est si accusée qu'il n'existe pas de caractère chimique susceptible de les différencier.

» Ces résultats analytiques, le dernier surtout, pourront peut-être éclairer, maintenant ou plus tard, la pathologie d'une maladie aussi peu connue que la périostite albumineuse. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence des agents atmosphériques, en particulier de la lumière, du froïd, sur le bacille pyocyanogène.* Note de MM. d'ARSONVAL et CHARREY, présentée par M. Marey.

« Plus nos connaissances en Bactériologie se développent, plus nous saisissons et la fréquence et l'importance des causes d'atténuation ou d'exaltation qui portent tant sur les microbes que sur les terrains qu'ils envahissent. Ces causes expliquent les variations infinies soit de ces microbes, soit de ces terrains; ces variations font comprendre comment un seul germe produit des lésions, des symptômes si distincts comme apparence, comme siège, comme évolution, comme gravité.

» Parmi les influences subies tantôt par les bactéries, tantôt par les organismes, celles qui dépendent des agents atmosphériques s'exercent à tous les instants, aussi bien qu'à tous les degrés de l'échelle des êtres vivants. Leur étude a fait l'objet de travaux dont l'historique, fort long d'ailleurs (1), ne saurait trouver ici sa place.

» Malgré d'excellentes recherches, le rôle de ces agents atmosphériques dans les maladies microbiennes est loin d'être totalement élucidé; d'autre part, des principes vrais pour une espèce donnée ne sont pas forcément applicables à sa voisine; en outre, l'usage du bacille pyocyanogène, grâce à la mobilité de quelques-unes de ses fonctions, permet de saisir les atténuations les plus délicates: tels sont, en partie, les motifs qui nous ont décidés à reprendre ces questions, d'autant plus que, dans la majorité des cas, on s'est borné, pour une bactérie déterminée, à expérimenter deux ou trois, au maximum, de ces agents physiques de l'air.

» Déjà, nous avons fait connaître les résultats obtenus (2) en faisant agir l'électricité, les courants à haute fréquence, la pression sous acide carbonique, l'ozone dépourvu de tout élément nitreux.

» Les travaux d'Arloing, Roux, Straus, Duclaux, Gaillard, Raspe, Geisler, Pansini, etc. ont bien établi l'influence bactéricide de la lumière. Cette puissance est des plus nettes, quand on dirige soit le spectre du Soleil, soit celui de l'arc voltaïque; entre ces deux sources, suivant la remarque de Geisler, la distinction n'est pas radicale. — Le premier résultat,

(1) CHARCOT-BOUCHARD *Traité de Médecine*, 1<sup>er</sup> volume.

(2) *Société de Biologie*, 1893.

au bout de quelques instants, se traduit, pour le bacille pyocyanique, par une diminution du pouvoir chromogène; à coup sûr, à ce moment, on tiendrait pour nulle cette action lumineuse, si ce pouvoir chromogène n'existait pas. Pour ce bacille, pour le *prodigiosus*, Chmielewski, d'autres avec lui, ont constaté des faits analogues.

» Si, par filtration au travers d'une solution de bichromate de potasse, on prive la lumière de ses rayons actiniques, toute influence cesse. La différence d'action entre les radiations chimiques et lumineuses du spectre est aussi profonde que possible. Pendant le même temps, trois à six heures, deux tubes identiques, contenant chacun 2<sup>cc</sup> d'une même culture, reçoivent, avec la même exposition, sous la même incidence, à la même distance, l'un la lumière blanche complète, l'autre la même lumière dépouillée de radiations chimiques par filtration à travers le bichromate; puis, comme dans toutes ces diverses expériences, on reporte sur agar une goutte de chacune de ces cultures. Après deux jours d'étuve, à 35°, seule la culture soumise à la lumière rouge donne des pigments; l'autre est complètement incolore. Si l'on prolonge cette expérience, cette seconde culture devient stérile, alors que la première continue à prospérer. — Janowski, Downes et Blunt, Chmielewski, etc., étaient arrivés à des conclusions semblables.

» Il est juste d'indiquer l'excessive variété des résultats obtenus, suivant l'intensité des sources lumineuses.

» On sait que les microbes supportent vaillamment les abaissements thermiques. Bordoni-Uffreduzzi, Prudden, Fraenkel, Bujwid, etc. ont observé quelques rares espèces dans la glace, dans la neige, dans la grêle, etc. Cette résistance explique, en partie, les épidémies des hivers. — Pour le bacille pyocyanique, il perd promptement, sous l'action du froid, ses qualités pigmentaires. Toutefois, pour l'anéantir, il est nécessaire de recourir à des refroidissements d'une intensité exceptionnelle, — 40°, — 60°, obtenus à l'aide du cryogène de Cailletet ou de l'appareil Carré.

» Soumis à ces influences, le germe présente des formes anormales: tantôt il s'allonge; tantôt il est ovoïde, rappelant par sa disposition bout à bout les figures d'un pneumocoque; sa multiplication est très ralentie; ses colonies sur gélose sont plus blanches, plus crémeuses.

» Ces divers agents physiques, le froid en particulier, n'agissent pas uniquement sur les ferments figurés.

» Nous avons placé, à ces basses températures de — 40°, — 60°, des ballons ou des tubes d'agar stériles; puis, nous les avons retirés, mis à l'étuve et ensemencés au bout de différents intervalles. Dans six cas sur huit, les milieux refroidis ont fourni une végétation distincte de celle des milieux témoins, n'ayant subi aucune intervention. Cette végétation a été un peu moins abondante dans deux de ces bouillons congelés:

inversement, quatre fois, ces bouillons congelés ont donné une multiplication plus rapide, une coloration plus vive; la discordance dépend de causes que nous n'avons pu encore saisir.

» Ainsi, le froid modifie les bactéries; il modifie également, quoique d'une façon infiniment moins marquée, les terrains. Pour la gélose, cette modification est appréciable chimiquement; pour les liquides, seul le bacille s'aperçoit des changements. — Un point important à noter, c'est que ces changements persistent durant une période dont il reste à fixer le terme. Il en résulte que l'influence de ces agents physiques se fait sentir non seulement à l'instant de leur application, mais encore plus tard. Il faut avoir des craintes, et pendant qu'on est dans le courant d'air, et lorsqu'on s'est réchauffé depuis quelques heures, peut-être depuis quelques jours.

» On le voit, grâce à l'expérimentation, des données s'accablent, permettant de saisir le rôle des agents atmosphériques dans la genèse des maladies bactériennes et de faire tomber sous les sens le côté mystérieux de ce qu'on appelle encore le *génie épidémique*. »

ZOOLOGIE. — *Sur les amibocytes, l'ovogénèse et la ponte chez la Micronereis variegata (Claparède)* (1). Note de M. ÉMILE-G. RACOVITZA, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les recherches entreprises sur les sujets mentionnés par le titre m'ont conduit aux résultats suivants :

» Les *amibocytes* dans les segments ordinaires des femelles ont une forme arrondie et sont tous bourrés de granules jaunâtres et de gouttelettes de graisse; on les trouve, ou libres dans la cavité générale, ou collés aux parois des vaisseaux; mais, dans les deux cas, ils présentent le même aspect.

» Malgré les nombreuses coupes examinées, je n'ai jamais trouvé d'amibocytes en voie de division; du reste, le fait qu'ils sont remplis, à en être déformés, par toutes sortes de corps étrangers, en exclut la probabilité.

» Ils se forment donc autre part que dans les segments adultes de l'animal. L'examen du segment prolifère permet de trouver leur origine; on constate aisément qu'ils dérivent directement de la masse mésoder-

---

(1) Travail fait aux laboratoires de Roscoff et de la Sorbonne.

mique non encore différenciée du segment en voie de formation. Entre la double rangée de noyaux représentant le mésoderme splanchnique et le mésoderme somatique se trouvent des cellules isolées, dont on peut suivre la transformation en amibocytes en examinant des coupes en série.

» Dans la même masse mésodermique (qui est un centre actif de division par mitose), s'observent des noyaux plus gros que les autres : ce sont les noyaux des cellules mères des œufs. Le segment jeune emporte ainsi avec lui au moment de sa formation le nombre d'amibocytes et de cellules mères fixés comme sa part dans l'économie générale de cette annélide. Comme ces formations sont libres dans la cavité générale du segment adulte, elles peuvent passer dans les autres segments ou se coller aux vaisseaux.

» *Les cellules mères des œufs*, dont j'ai indiqué l'origine, commencent très tôt à se diviser par mitoses successives et donnent chacune une dizaine de cellules filles qui restent collées ensemble, formant une petite masse miriforme. Le cytoplasma des cellules filles est très réduit, par contre le noyau est très gros, ses points chromatiques sont très rapprochés et il n'y a pas de nucléole. Les transformations ultérieures se font de la manière suivante :

» Les noyaux grossissent et un nucléole homogène se colorant fortement apparaît; une des cellules, l'œuf futur grossit très vite. Son cytoplasma se charge de gouttelettes graisseuses; ces dernières disparaissent peu à peu pour faire place à de petits globules sphériques qui, sous l'influence des fixateurs, se résolvent en une masse finement granuleuse. Pendant ce temps, le noyau a continué à grossir; il est devenu plus clair, à la suite de l'éloignement des points chromatiques les uns des autres; à ce moment, on voit très bien que ces points forment les nœuds d'un réseau très fin. Puis ces points chromatiques se résolvent en une fine poussière formant des traînées.

» Le nucléole a subi aussi des transformations : il a grossi, la partie colorée s'est portée à la périphérie, laissant au milieu un espace clair. Ensuite la partie périphérique s'épaissit, et au centre de la partie claire apparaît une petite vésicule sphérique. De la périphérie du nucléole se détache une vésicule claire, qui grossit rapidement en contenant le nucléole à son intérieur.

» Les autres cellules filles, dont le cytoplasme n'a pas augmenté de volume, forment une petite masse à l'un des pôles de l'œuf. Leurs noyaux ont subi les mêmes transformations, mais sont restés plus petits que celui

de l'œuf. Elles disparaissent finalement, en s'aplatissant de plus en plus à la surface de ce dernier.

» L'œuf mûr est constitué de la manière suivante : une mince membrane vitelline entourant un vitellus qui à l'état frais est formé de globules paraissant homogènes et ayant tous la même grosseur, mais sous l'action des réactifs le centre des globules se colore par les colorants nucléaires, la zone périphérique par les colorants diffus : chacun de ces corpuscules prend ainsi l'aspect d'une petite cellule. La vésicule germinative, entourée d'une mince membrane, présente un contenu finement granulé et la tache germinative se présente comme une vésicule claire contenant un petit corps ovoïde formé par une zone périphérique fortement colorée et un centre plus clair. A l'intérieur de la partie claire se trouve une petite vésicule sphérique. De ce qui précède, il ressort que chaque cellule mère ne produit qu'un seul œuf.

» Comme les œufs sont très gros (240<sup>µ</sup>) par rapport aux dimensions de l'animal (350<sup>µ</sup> de largeur) et comme les organes segmentaires manquent, l'évacuation des œufs doit se faire d'une manière toute spéciale chez cette annélide. Je n'ai pas pu voir la ponte naturelle, mais, en soumettant une femelle très mûre à une très légère pression, j'ai pu constater que les œufs se dirigent vers la partie postérieure du corps. Le premier arrivé dans le pygidium distend celui-ci et sort, en se déformant légèrement, par un orifice placé dorsalement par rapport à l'anus. Après sa sortie, le pygidium reprend son état normal et l'orifice se ferme comme par un sphincter. Tous les œufs prennent ce chemin, qui, étant donné leur grosseur, paraît l'unique point par lequel ils puissent sortir. »

GÉOLOGIE. — *Sur le synchronisme des bassins houillers de Commentry et de Saint-Étienne et sur les conséquences qui en découlent.* Note de M. A. JULIEN, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'âge relatif du bassin houiller de Commentry doit être fixé par la comparaison de sa flore avec celle du bassin de Saint-Étienne, type reconnu du houiller supérieur, depuis la publication du bel Ouvrage de M. Grand'Eury, et par l'étude des variations que présentent, dans la succession des assises, les espèces communes aux deux bassins. C'est la non-application de la méthode fondée par W. Smith en Angleterre et par Alex. Brongniart en France, contrôlée et perfectionnée par plus de soixante-dix

ans de recherches dans l'univers entier, qui a fait méconnaître l'âge du bassin de Commentry par les savants auteurs de la flore fossile de Commentry.

» Comme préliminaire à cette étude, j'ai dû dresser un Tableau complet de la répartition de la flore de Saint-Étienne, suivant les neuf étages dans lesquels M. Grand'Eury a subdivisé ce bassin. La flore de Commentry se compose de 210 espèces, sur lesquelles une centaine se retrouvent à Saint-Étienne, abstraction faite de la flore spéciale de Rive-de-Gier. Ce nombre nous donne une proportion de près de 50 pour 100 d'espèces communes aux deux bassins, largement suffisante pour le but que nous poursuivons. La nature particulière de l'exploitation dans ce bassin a fait que cette flore se trouve naturellement groupée en florules distinctes, réparties à diverses hauteurs dans la grande couche et ses dépendances. Pour bien comprendre la dissémination de ces florules, nous rappellerons brièvement l'anatomie du terrain houiller de Commentry.

» A l'Est, la grande couche est subdivisée en trois veines par l'intercalation d'un banc de grès très fossilifère dit le *banc des Roseaux*, et un peu au-dessus par un autre banc constitué par une brèche stérile dite le *banc des Chavaïs*, d'origine glaciaire, comme la roche Sainte-Aline.

» A l'Ouest, la grande couche perd son unité et elle se subdivise en six ramifications séparées par des lits de schistes. Le banc des Chavaïs n'existe plus; celui des Roseaux a également disparu, mais il est remplacé par un autre banc dit *banc de l'Ouest*, également fossilifère. Le toit recouvre uniformément la grande couche. A la base, le mur gréseux sépare la grande couche de la brèche glaciaire de Sainte-Aline.

» Les florules diverses dont l'ensemble constitue la flore générale de Commentry sont les suivantes :

» Florule du mur, 3 espèces; florule du banc des Roseaux, 84 espèces; florule du banc de l'Ouest, 19 espèces; florule des schistes intercalés dans la seconde ramification, 43 espèces; florule du toit, 75 espèces.

» Examinant chaque florule séparément, nous avons considéré les espèces communes aux deux bassins et nous avons étudié leur répartition exacte dans la série des étages de Saint-Étienne. C'est ainsi que nous sommes arrivé à établir le synchronisme des diverses assises des deux bassins. Nous le formulons très brièvement ci-après, nous réservant de le développer ailleurs.

» A. Le toit de la grande couche et les schistes intercalés dans la deuxième coïncident par leur flore avec les étages moyen et supérieur de Saint-Étienne. La flore du



toit a 34 espèces communes réparties ainsi : 15 dans la série d'Avaize, 19 dans l'étage des Rochettes, 28 dans la série de I à VII, 24 dans la VIII<sup>e</sup>, 21 dans la série de IX à XII, 15 dans la série de XIII à XVI, 15 dans l'étage des grattes de Saint-Chamond, 6 dans l'étage intermédiaire, 7 dans l'étage de Rive-de-Gier. Le maximum des analogies correspond donc aux couches de Saint-Étienne allant de la XII<sup>e</sup> à celle des Rochettes; c'est en effet le niveau du *Zygopteris pinnata* Gr.; du *Dory-Cordaites affinis* id.; des *Odontopteris minor* Brg. et *Genuina* Gr.; des *Dictyopteris Brongniarti* Gutb. et *Schützei* Roëm.; du *Teniopteris jejuna* Gr., etc. Il en est de même de la flore des schistes de la deuxième qui offre 23 espèces communes avec Saint-Étienne.

» B. Le banc des Roseaux correspond exactement aux couches allant de la XIII<sup>e</sup> à l'horizon siliceux de Grand-Croix. Le maximum d'analogies est avec l'étage intermédiaire et celui des Cordaitées de Saint-Chamond. Les 36 espèces qu'il a de communes avec Saint-Étienne se répartissent ainsi : 7 dans la série d'Avaize et la couche des Rochettes, 14 dans l'étage de la I<sup>re</sup> à la VII<sup>e</sup>, 11 dans la VIII<sup>e</sup>, 10 dans la série de IX à XII. Si l'on envisage toute la série des couches de I à XII, c'est-à-dire tout l'étage moyen de Saint-Étienne, le chiffre des plantes communes est de 16; 11 se trouvent dans les couches de XIII à XVI, 12 dans l'étage des grattes, 19 dans le conglomérat proprement dit; 16 dans Rive-de-Gier, ou encore, si nous considérons l'épaisseur comprise entre Rive-de-Gier et le sommet des grattes, nous obtenons 31 espèces communes. C'est dans le banc des Roseaux, qui n'a que 2 espèces communes avec le toit, que se rencontrent la plupart des graines de l'horizon siliceux de Grand-Croix : les *Dicranophyllum*, une abondance extrême de débris de Cordaitées et de Sphénoptéridées. C'est aussi le gisement du *Pecopteris arborescens* Sch., du *Lepidodendron Beaumontianum* Brg., du *Calamodendron striatum* Cotta, du *Lepidodendron Jarackzewski* Zeil., du *Pecopteris integra* And., et de beaucoup d'espèces nouvelles dont les affinités sont avec des plantes du houiller moyen. Ce caractère d'ancienneté relative est confirmé par l'examen comparatif avec les flores de Valenciennes et du Gard; c'est incontestablement une flore plus ancienne que celle du toit et qui s'oppose absolument à la fixation de l'âge de Commentry soit dans l'étage des fougères, soit à plus forte raison, comme le veulent MM. Zeiller et Renault, à la partie supérieure de l'étage des Calamodendrées.

» C. La flore du Banc de l'Ouest a 8 espèces communes avec Rive-de-Gier et Saint-Étienne, 9 avec Valenciennes et 7 avec Bessèges. Son caractère d'ancienneté relative est établi par *Pecopteris arborescens* Sch., *Lepidodendron Beaumontianum* Brg., *Lomatophloios macrolepidotum* Gold., *Lepidophloios Laricimus* Stern., *Knorria imbricata* id. de Rive-de-Gier, et par *Lepid. obovatum* Stern. et *L. Jarackzewski* Zeil., *Lepidostrobus Geinitzi* Sch., *Pecopteris Bioti* Brg., etc., qui rattachent cette flore à Valenciennes et à Bessèges. Les espèces communes qu'il offre avec le banc des Roseaux mettent le banc de l'Ouest au même niveau stratigraphique que ce dernier.

» D. Les grès du mur confirment les résultats exposés ci-dessus par la présence de *Calamites Artisi* Sauv., très voisin du *C. ramosus* et de *Nevropteris heterophylla* Brg., du houiller moyen.

» Le synchronisme général qui termine notre deuxième Note présentée

à l'Académie des Sciences le 21 août 1893 se trouve ainsi justifié et précisé. Nous pouvons donc affirmer que tout l'ensemble des couches de Commentry comprises entre le banc des Chavais au sommet et le toit du Colombier à la base est synchronique de la portion du bassin de Saint-Étienne comprise entre la XXX<sup>e</sup> couche et le toit de Rive-de-Gier, par conséquent synchronique du système supérieur du Mont-Crépon.

» L'origine glaciaire des brèches variées de Commentry, établie par l'étude de leurs caractères intrinsèques, se trouve ainsi confirmée par la stratigraphie paléontologique. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'épiderme des pédoncules séminifères et des graines chez le Bennettites Morierei (Sap. et Mar.).* Note de M. G. LIGNIER, présentée par M. Duchartre.

« J'ai, dans une Note précédente (1), dit qu'il existe dans la région périphérique du *Bennettites Morierei* des pédoncules séminifères restés grêles par atrophie, tandis que ceux de la région centrale sont au contraire devenus très gros. Ces pédoncules atrophiques sont de la plus grande utilité pour arriver à la compréhension du fruit parce qu'ils peuvent, en raison même de leur arrêt de développement, être considérés comme représentant l'état jeune des pédoncules séminifères.

» Or la comparaison entre eux de pédoncules plus ou moins atrophiques ou, mieux encore, l'étude de l'un d'eux à ses différents niveaux, jointes à l'examen des pédoncules adultes à tous les niveaux, m'ont amené à reconnaître que leur épiderme subissait successivement les transformations suivantes lors du développement du fruit.

» Les cellules épidermiques, de bonne heure très allongées longitudinalement, se recloisonnaient tangentiellement et radialement de façon que leur assise se trouvât finalement remplacée par un épais tissu. Puis chacune des cellules de ce tissu s'isolait complètement de ses voisines en s'arrondissant transversalement; elle se transformait ainsi en un véritable tube indépendant dont les parois, sans être bien épaisses, semblent cependant avoir présenté une grande force de résistance à l'écrasement. Par suite de ces modifications successives, l'épiderme primitif se trouvait donc remplacé par une *enveloppe tubuleuse* à éléments *dissociés* dont la profondeur

(1) *Comptes rendus* du 11 décembre 1893.

pouvait être 50 fois plus grande que celle de l'épiderme lui-même. La taille et le nombre des tubes sont d'ailleurs très variables avec le niveau examiné; ainsi, à la base des pédoncules adultes, on en compte jusqu'à 40 et plus sur le même rayon et chacun d'eux n'a guère que 10 $\mu$  de diamètre, tandis que vers le milieu des pédoncules il n'en existe plus qu'une dizaine et que leur diamètre est d'environ 50 $\mu$ .

» Au sommet des pédoncules cette enveloppe, d'origine épidermique, est réduite à deux assises dont l'extérieure seule est encore tubuleuse. L'assise intérieure, que je dénomme *assise plissée*, y est formée d'éléments courts, contigus et adhérents les uns aux autres, et dont les parois latérales sont plissées, comme affaissées sous l'influence d'une pression normale à la surface du pédoncule.

» Ces assises se retrouvent dans toute la moitié inférieure de la graine. Dans sa moitié supérieure, l'assise extérieure subsiste encore, mais réduite à quelques tubes longitudinaux épars; l'assise intérieure au contraire se modifie complètement. Ses cellules s'allongent; elles reprennent l'aspect et la consistance des tubes, mais, cette fois, leur direction, au lieu d'être longitudinale, est nettement radiale. Leur ensemble forme une *assise rayonnante*, épaisse par places de 650 $\mu$  et qui semble être le principal tissu protecteur de la graine dans cette région.

» La transformation de l'épiderme des pédoncules en une enveloppe de tubes dissociés est un fait bien remarquable et dont je ne connais aucun autre exemple. Peut-être est-elle due à des besoins physiologiques résultant de l'organisation particulière du fruit? Il semble en effet que l'enveloppe tubuleuse devait, par sa structure si originale, se prêter admirablement à l'élongation des pédoncules, en atténuant les froissements et les compressions dus aux écailles interséminales qui les enserraient.

» Quant à la structure si spéciale de l'épiderme de la graine, elle me paraît bien différente de celle de la plupart des graines fossiles actuellement connues. Le tégument du *Gnetopsis elliptica* B. Ren. offre bien, près de son sommet, une assise rayonnante très analogue, mais malheureusement il ne semble pas que ce tégument soit homologue de celui des graines de *Bennettites*. Peut-être la comparaison avec le *Polypterosperrum Renaultii* Brong. serait-elle plus juste? »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 JANVIER 1894.

*Manuel de Minéralogie*, par A. DES CLOIZEAUX, Membre de l'Institut (Académie des Sciences), professeur honoraire au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome II, 2<sup>e</sup> fasc. Paris, V<sup>ve</sup> Ch. Dunod, 1893; 1 vol. in-8<sup>o</sup>.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY, deuxième série. Tome XVII, octobre 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8<sup>o</sup>.

*Notice généalogique sur la famille Papin, son existence ancienne, sa noblesse, ses alliances, ses illustrations: Denis Papin, Nicolas Papin et Isaac Papin*. Extrait de l'Ouvrage: *Vie et OEuvres de D. Papin*, par L. DE BELET, officier d'infanterie. Blois, Migault et C<sup>ie</sup>, 1893; 1 vol. in-4<sup>o</sup>. (Présenté par M. Berthelot.)

*Étude monographique de la famille des Globulariées au point de vue botanique, chimique et thérapeutique*, par le D<sup>r</sup> ÉDOUARD HECKEL, professeur à la Faculté des Sciences et à l'École de Médecine de Marseille, lauréat de l'Institut (Académie des Sciences), etc. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-4<sup>o</sup>.

*Direction générale des Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1892*. Paris, Imprimerie Nationale, 1893; 1 vol. grand in-4<sup>o</sup>.

*Bulletin de la Société géologique de France*. 3<sup>e</sup> série. Tome XXI. Paris, 1893; 1 vol. in-8<sup>o</sup>.

*Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe*. 2<sup>e</sup> série. Tome XXVI. Le Mans, Edm. Monnoyer, 1893; 1 vol. in-8<sup>o</sup>.

*Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*. 1894. Bruxelles, Hayez, 1894; 1 vol. in-8<sup>o</sup>.

*Rapport sur les longitudes, latitudes et azimuts*, par H.-G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN. Neuchâtel, Attinger frères, 1893; 1 vol. in-4<sup>o</sup>.

*Verslag van den Staat der Sterrenwacht te Leiden en van de Aldaar volbrachte werkzaamheden, in het tijdsvak van den 16<sup>den</sup> september 1890 tot den 20<sup>sten</sup> september 1892, uitgebracht door H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN*. Leiden, E. J. Brill, 1892; 2 fasc. in-8<sup>o</sup>.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,				On souscrit, à l'Étranger,			
	chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :
<i>Agen</i> .....	Michel et Médan.	<i>Lorient</i> .....	Bannal.	<i>Amsterdam</i> .....	Ferkema, Gaarelsen et C <sup>o</sup> .	<i>Londres</i> .....	Dulau
	Gavault St-Lager.		M <sup>o</sup> Lexier.				Hachette et C <sup>o</sup> .
<i>Alger</i> .....	Jourdan.		Bernoux et Guin.	<i>Athènes</i> .....	Beek.	<i>Luxembourg</i> .....	Nutt.
	Ruff.		Georg.	<i>Barcelone</i> .....	Verdaguer		V. Buck.
<i>Amiens</i> .....	Courtin-Hecquet.	<i>Lyon</i> .....	Mégret.		Asher et C <sup>o</sup> .	<i>Madrid</i> .....	Libr. Gutenberg
<i>Angers</i> .....	Germain et Grassin.		Chaïnard.		Dames.		Capdeville.
	Lachèse.		Vitte.	<i>Berlin</i> .....	Friedlander et fils		Gonzalès e hijos
<i>Bayonne</i> .....	Jérôme.	<i>Marseille</i> .....	Ruat.		Mayer et Muller.		E. Fé.
<i>Besançon</i> .....	Jacquard.		Calas.	<i>Berne</i> .....	Schmid, Francke et C <sup>o</sup> .	<i>Milan</i> .....	Dumolard frères
	Avrard.	<i>Montpellier</i> .....	Conlet.				Hœpli.
<i>Bordeaux</i> .....	Duthu.	<i>Moulins</i> .....	Martial Place.	<i>Bologne</i> .....	Zaichelli.	<i>Moscou</i> .....	Gautier.
	Muller (G.).		Jacques		Rambot.		Furehheim.
<i>Bourges</i> .....	Rénaud.	<i>Nancy</i> .....	Grosjean-Maupin.	<i>Bruxelles</i> .....	Mayolez et Audarte.	<i>Naples</i> .....	Margliani di Gius
	Lefournier.		Sidot frères.		Lebegue et C <sup>o</sup> .		Pellerano.
<i>Brest</i> .....	F. Robert.	<i>Nantes</i> .....	Loiseau.	<i>Bucharest</i> .....	Harmann.	<i>New-York</i> .....	Dyssen et Pfeuffer.
	J. Robert.		M <sup>o</sup> Veloppé.		Ranisteann.		Stechert.
	V <sup>o</sup> Uzel Caroff.		Barna.	<i>Budapest</i> .....	Kilian.		Westermann
<i>Caen</i> .....	Baer.	<i>Nice</i> .....	Visconti et C <sup>o</sup> .		Berhton, Bell et C <sup>o</sup>	<i>Odessa</i> .....	Rousseau.
	Massif.	<i>Nîmes</i> .....	Thibaud.	<i>Cambridge</i> .....	Gammermeyer.	<i>Oxford</i> .....	Parker et C <sup>o</sup> .
<i>Chambery</i> .....	Perrin.	<i>Orléans</i> .....	Luzeray.	<i>Constantinople</i> .....	Otto Keil	<i>Palerme</i> .....	Clausen.
	Henry.		Blanchier.	<i>Copenhague</i> .....	Host et fils.	<i>Porto</i> .....	Magalhães.
<i>Cherbourg</i> .....	Marguerie.	<i>Poitiers</i> .....	Drumaud.	<i>Florence</i> .....	Loescher et Seebel.	<i>Prague</i> .....	Rivnac.
	Rousseau.		Plhon et Hervé.	<i>Gand</i> .....	Hoste.	<i>Rio-Janeiro</i> .....	Garnier.
<i>Clermont-Ferr...</i>	Ribou-Collay.	<i>Rennes</i> .....	Girard (M <sup>o</sup> ).	<i>Gênes</i> .....	Beuf.		Bocca frères.
	Lamarche.		Langlois.		Cherbuliez.	<i>Rome</i> .....	Loescher et C <sup>o</sup> .
<i>Dijon</i> .....	Ratel.	<i>Rouen</i> .....	Lestringant.	<i>Genève</i> .....	Georg.	<i>Rotterdam</i> .....	Kramers et fils.
	Damidot.		Chevalier.		Stapelmoir	<i>Stockholm</i> .....	Sanson et Wallin
<i>Douai</i> .....	Lauverjat.	<i>St Étienne</i> .....	Bastide.	<i>La Haye</i> .....	Belinfante freres.	<i>St Petersburg</i> ...	Zinslering.
	Crepin.		Rumébe.		Beula.		Wolff.
<i>Grenoble</i> .....	Drevet.	<i>Toulon</i> .....	Gimet.	<i>Lausanne</i> .....	Payot.		Bocca frères
	Gratier.		Privat.		Barth.	<i>Turin</i> .....	Brero.
<i>La Rochelle</i> .....	Foucher.	<i>Toulouse</i> .....	Boisselier.		Broekhaus.		Clausen.
	Bonrdignon.		Pericat.	<i>Leipzig</i> .....	Lorentz.		Rosenberg et Seller
<i>Le Havre</i> .....	Dombre.	<i>Tours</i> .....	Suppligeon.		Max Rube.	<i>Varsovie</i> .....	Gebethner et Wolff
	Lefebvre.		Giard.		Twietmeyer.	<i>Vérone</i> .....	Drucker.
<i>Lille</i> .....	Quarré.	<i>Valenciennes</i> .....	Lemaitre.	<i>Liège</i> .....	Desoer.	<i>Vienne</i> .....	Frick.
					Gausé.		Gerold et C <sup>o</sup> .
						<i>Zurich</i> .....	Meyer et Zeller.

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

Tomes 1<sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.  
 Tomes 32 à 64. — (1<sup>er</sup> Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.  
 Tomes 62 à 94. — (1<sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

**Tome I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DEBIES et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856. .... 15 fr.

**Tome II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEK. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BROOK. In-4°, avec 27 planches; 1861. .... 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

# N° 3.

## TABLE DES ARTICLES. (Séance du 13 janvier 1894.)

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

	Pages.		Pages.
M. FLOUQUAUX-BENEDIN. — Lettre annonçant la mort de M. <i>P.-J. van Beneden</i> .....	84	M. BERTHLOT. — Sur une méthode destinée à étudier les échanges gazeux entre les êtres vivants et l'atmosphère qui les entoure.....	110
M. EM. BLANCHARD. — Sur la culture scientifique de M. <i>van Beneden</i> .....	90	M. A. CHATVIAU. — Sur la méthode chromatographique et ses applications à l'étude de la transmission des ondes dans les tissus.....	115
M. G. LUDMANN. — Sur la théorie de la photographie des couleurs simples et composées par la méthode interférentielle.....	91	MM. A. MEYNE-EDWARDS et ALEX. GRANJONIER. — Observations sur les <i>Epyornis</i> de Madagascar.....	120
M. A. POTIER. — Note sur un problème de Mécanique.....	100	M. A. DES GLIZEAUX présente à l'Académie un nouveau fascicule de son « Manuel de Minéralogie ».....	127
MM. BELMONT et ANDRIE. — Etudes sur la formation de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles détachées des plantes. — Expériences faites à la température ordinaire, avec le concours des actions biologiques.....	104		

### NOMINATIONS.

M. GUYOT est élu Membre de la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu Tamiral <i>Péris</i> .....	127
--	-----

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. DECLA adresse un Mémoire relatif à une « Classification générale des corps simples, d'après le nombre des molécules contenues dans l'unité de volume ».....	128	M. MARILLÉ adresse un Mémoire portant pour titre « Aérostat à poids constant et à volume variable ».....	128
---	-----	--	-----

### CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire PERPETUEL signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, un volume de M. <i>L. de Belinlet</i> , intitulé « Notre généalogie sur la famille Papius », et un Ouvrage de M. <i>Vektorof</i> , sur la « Morphologie des polyèdres ».....	128	M. G. BROCQ. — Sur le bichromate cerique et la séparation du cerium d'avec le lanthane et le didyme.....	143
MM. A. PIZON, E. MEYER, G. GRINER adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.....	128	M. BROU. — Recherches sur la dessiccation de la fécule.....	149
M. A. KOTLENKOFF. — Généralisation de quelques théorèmes de Mécanique.....	129	M. L. HUGONISSE. — Sur le liquide de la pernostite aluminieuse.....	149
M. L. LE CORNE. — Sur le pérolite à âge variable.....	131	MM. d'ARSONVAL et CHARRIN. — Influence des agents atmosphériques, en particulier de la lumière, du froid, sur le bacille pyocyanogène.....	150
M. H. GILVAULT. — Emission des sons.....	132	M. EM. G. RAOVITZA. — Sur les amuloxytes, l'oxygène et la ponte chez la <i>Microrhous carnegata</i> (Claparede).....	153
M. AUGUST SCHNEIDER. — Y a-t-il de l'oxygène dans l'atmosphère du Soleil?.....	137	M. A. HUBIS. — Sur le synchronisme des tessons bouilliers de Commeny et de Saint-Etienne, et sur les conséquences qui en découlent.....	155
M. P. LÉVAIN. — Sur l'amantation du fer doux.....	138	M. G. LUSIGNÉ. — Sur l'épidémie des polioncules scabieuses et des grames chez le <i>Thymellites Merletii</i> (Sap. et Mar.).....	158
M. L. RENO. — Les orages au Pôle de Saint-Maur et leur relation avec la Lune.....	142		
M. H. PELABON. — Sur la combinaison de l'hydrogène et du sélénium dans un espace inégalement chauffé.....	144		
BEAUFIN BIBLIOGRAPHIQUE.....	160		

1894

PREMIER SEMESTRE.

3029

—

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

---

TOME CXVIII.

---

N° 4 (22 Janvier 1894).

---

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,  
Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUILLET 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

25 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le samedi qui précède la séance, avant 5 heures. Antérieurement la présentation sera remise à la séance suivante.



# COMPTES RENDUS

## DES SEANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 22 JANVIER 1894,

PRÉSIDENTE DE M. LOEWY.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, DES BEAUX-ARTS ET DES CULTES** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Guyou*, dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. le vice-amiral *Pâris*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **GUYOU** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Intégration de l'équation du son pour un fluide indéfini à une, deux ou trois dimensions, quand des résistances de nature diverse introduisent dans cette équation des termes respectivement proportionnels à la fonction caractéristique du mouvement ou à ses dérivées partielles premières*; par M. J. BOUSSINESQ.

« I. Une importante Note de M. Poincaré (*Comptes rendus*, 26 décembre 1893; t. CXVII, p. 1027) vient d'appeler l'attention sur le problème de la propagation de mouvements comme seraient des ondes sonores provoquant certaines résistances proportionnelles à la vitesse, problème que cette Note résout, dans le cas d'un milieu indéfini à une seule coordonnée  $x$ , par l'emploi de la formule de Fourier, avec l'indispensable effectuation ultérieure de la moitié des intégrations définies auxquelles conduit cette formule, et que M. Picard, dans la séance suivante (*Comptes rendus*, 2 janvier 1894; t. CXVIII, p. 16) a repris, plus simplement, par le procédé d'intégration de Riemann pour l'équation linéaire du second ordre à deux variables indépendantes. Je me propose de montrer ici qu'on peut le traiter, dans le cas beaucoup plus complexe d'un milieu à trois dimensions ou coordonnées  $x, y, z$ , par de simples applications de l'intégrale classique, due à Poisson, de l'équation ordinaire du son réduite à la forme

$$(1) \quad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2},$$

c'est-à-dire de l'intégrale bien connue

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} u &= \frac{1}{4\pi} \frac{d}{dt} \int_{\sigma} \varphi(x + t \cos \alpha, y + t \cos \beta, z + t \cos \gamma) \frac{d\sigma}{t} \\ &+ \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} \Phi(x + t \cos \alpha, y + t \cos \beta, z + t \cos \gamma) \frac{d\sigma}{t}, \end{aligned} \right.$$

où  $\varphi(x, y, z)$ ,  $\Phi(x, y, z)$  désignent les valeurs *initiales* (relatives à  $t = 0$ ) tant de la fonction  $u$  que de sa dérivée première en  $t$ , et où les intégrations  $\int_{\sigma}$  s'étendent à toute l'aire  $\sigma = 4\pi t^2$  d'une sphère, décrite autour de  $(x, y, z)$ , dont les divers points  $(x + t \cos \alpha, y + t \cos \beta, z + t \cos \gamma)$  sont

les extrémités de rayons égaux  $t$  définis en direction par leurs angles  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , avec les axes <sup>(1)</sup>.

» Supposant que l'on ait adopté pour unité de longueur la vitesse même du son, dans le milieu considéré comme parfaitement élastique, et que le mouvement provoque des résistances représentées proportionnellement, dans le second membre de (1), par une expression à coefficients constants linéaire en  $u$  et ses dérivées partielles premières, expression qui vient ainsi se joindre à ce second membre, effectuons d'abord le changement ordinaire de fonction  $u = v e^{ht+lx+my+nz}$  destiné, par un choix convenable des constantes  $h$ ,  $l$ ,  $m$ ,  $n$ , à annuler, dans l'équation transformée en  $v$ , les quatre termes affectés des dérivées premières de  $v$ ; et, après avoir remis finalement  $u$  pour  $v$ , prenons l'équation à intégrer sous la forme alors obtenue

$$(3) \quad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \pm 4k^2 u,$$

où la constante  $k$  est positive, le signe du coefficient  $\pm 4k^2$  du dernier terme se trouvant mis en évidence.

» II. La méthode que j'emploierai, et dont l'idée m'a été suggérée, dans le problème des *ondes liquides superficielles d'émergence* à deux coordonnées horizontales  $x$ ,  $y$ , par la nécessité d'y diviser des difficultés d'intégration presque inextricables autrement <sup>(2)</sup>, consiste à *introduire une variable indépendante de plus que celles* figurant dans la question, variable destinée à recevoir finalement la valeur zéro, mais dont la présence amène, chez la fonction, un *nouveau mode de variation*, disponible à volonté et que l'on choisira précisément en vue de *tourner* l'obstacle trop difficile à franchir.

» Supposons d'abord que notre milieu ait seulement les deux dimensions  $y$ ,  $z$ , ou que l'équation proposée,

$$(4) \quad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \pm 4k^2 u,$$

soit à intégrer dans le plan des  $yz$ , où  $u$  et sa dérivée en  $t$  devront se ré-

<sup>(1)</sup> On peut voir une démonstration fort simple de la formule capitale (2), par ce que j'ai appelé les *potentiels sphériques*, aux p. 320 à 323 du Volume intitulé *Applications des potentiels à l'équilibre et au mouvement des solides élastiques, etc.*, et dans le tome consacré au *Calcul intégral* de mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (Compléments, p. 195<sup>r</sup> à 198<sup>r</sup>).

<sup>(2)</sup> Même Tome de *Calcul intégral*, p. 506<sup>r</sup>.

dhire initialement à deux fonctions données  $f(y, z)$ ,  $F(y, z)$ . Rien n'empêchera de construire cette fonction  $u$  pour tout l'espace et d'après la formule (2), c'est-à-dire en l'assujettissant à l'équation (1), si l'on peut disposer de sa manière de varier avec  $x$ , *arbitraire jusqu'à présent*, de telle sorte qu'elle vérifie à la fois les deux équations (4) et (1), ou qu'elle donne

$$(5) \quad \frac{d^2 u}{dx^2} = \pm 4k^2 u.$$

Par conséquent, cette équation (5) s'appliquera d'abord pour  $t$  infiniment voisin de zéro; c'est-à-dire qu'elle régira, en particulier, les valeurs initiales  $\varphi(x, y, z)$  et  $\Phi(x, y, z)$ . Donc, en représentant par les signes  $\text{co}$ , si des cosinus et sinus soit hyperboliques, soit circulaires, suivant que le second membre de (5) aura le signe supérieur ou le signe inférieur, nous devons prendre, vu la forme commune des deux parties tant *paire* qu'*impaire* de l'intégrale de (5),

$$(6) \quad \begin{cases} \varphi(x, y, z) = f(y, z) \text{co}(2kx) + f_1(y, z) \text{si}(2kx), \\ \Phi(x, y, z) = F(y, z) \text{co}(2kx) + F_1(y, z) \text{si}(2kx), \end{cases}$$

où  $f(y, z)$ ,  $F(y, z)$ ,  $f_1(y, z)$ ,  $F_1(y, z)$  désignent quatre fonctions arbitraires, dont les deux premières sont les valeurs *données* de  $\varphi$  et  $\Phi$  sur le plan des  $yz$ . D'ailleurs, avec ces expressions (6) de  $\varphi$  et  $\Phi$ , la valeur (2) de  $u$  pourra évidemment, quel que soit  $t$ , se différentier en  $x$  sous les signes  $\int_{\sigma}$ ; et, les dérivées secondes des fonctions  $\varphi$ ,  $\Phi$ , par rapport à leur première variable  $x + t \cos z$ ,  $y$  reproduisant identiquement, d'après la propriété qui nous a donné (6), ces fonctions mêmes multipliées par la constante  $\pm 4k^2$ , l'équation (5) se trouvera satisfaite à toute époque, non moins que (1). Il en résultera donc bien la vérification constante de l'équation (4) du problème.

» Comme on n'a besoin des valeurs de  $u$  que pour  $x = 0$ , c'est-à-dire sur le plan des  $yz$ , les parties impaires des expressions (6) de  $\varphi$  et de  $\Phi$ , celles où figurent des sinus, donneront, sous les signes  $\int_{\sigma}$  de (2), des éléments égaux et contraires pour deux éléments  $d\sigma$  de sphère symétriques de part et d'autre du plan des  $yz$ , ou correspondant aux mêmes valeurs de  $\cos \beta$ ,  $\cos \gamma$ , mais à des valeurs égales et contraires de  $\cos z$  ou, par suite, de la première variable tout entière, qui sera  $t \cos z$ . Donc ces parties impaires des expressions (6) disparaîtront des résultats; et il ne restera que les

parties paires, qui, elles, fourniront évidemment des éléments égaux de part et d'autre du plan des  $yz$ . On pourra ainsi n'étendre les intégrations indiquées dans la formule (2) qu'aux demi-sphères, de rayon  $t$  et de centre  $(o, y, z)$ , situées du côté des  $x$  positifs, en ayant soin de doubler les sommes obtenues; et il viendra, pour l'intégrale générale cherchée de (4),

$$(7) \quad \left\{ \begin{aligned} u &= \frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt} \int_{\frac{1}{2}\sigma}^{\frac{3}{2}\sigma} \text{co}(2kt \cos z) f(y + t \cos \beta, z + t \cos \gamma) \frac{d\sigma}{t} \\ &+ \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{1}{2}\sigma}^{\frac{3}{2}\sigma} \text{co}(2kt \cos z) F(y + t \cos \beta, z + t \cos \gamma) \frac{d\sigma}{t}. \end{aligned} \right.$$

» III. Supposons qu'une seule coordonnée,  $z$  par exemple, figure dans l'équation (4), ou que les fonctions  $f, F$  dépendent seulement de leur seconde variable,  $z + t \cos \gamma$ . Alors si, adoptant pour coordonnées polaires de la sphère  $\sigma$ , à partir du centre  $(o, y, z)$ , un *azimut*  $\theta$ , compté de  $-\frac{\pi}{2}$  à  $\frac{\pi}{2}$  dans le plan des  $xy$ , du côté des  $x$  positifs, et une *hauteur angulaire*  $\mu$  variable de  $-\frac{\pi}{2}$  à  $\frac{\pi}{2}$ , l'on pose

$$\cos z = \cos \theta \cos \mu, \quad \cos \gamma = \sin \mu, \quad d\sigma = t^2 \cos \mu d\mu d\theta,$$

l'une quelconque des deux intégrales définies qui figurent dans (7) aura la forme

$$(8) \quad \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} f(z + t \sin \mu) t \cos \mu d\mu \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \text{co}(2\sqrt{\zeta} \cos \theta) d\theta, \quad \text{où } \zeta = k^2 t^2 \cos^2 \mu.$$

» Or, l'on reconnaît ici, dans l'intégrale définie relative à  $\theta$ , une fonction de Fourier ou de Bessel, dont nous appellerons, pour abrégé,  $U(\zeta)$  le quotient par  $\pi$ , que définira son développement en série, bien connu,

$$(9) \quad U(\zeta) = 1 \pm \frac{\zeta}{1^2} \pm \frac{\zeta^2}{1^2 \cdot 2^2} \pm \frac{\zeta^3}{1^2 \cdot 2^2 \cdot 3^2} \pm \dots,$$

où les signes, soit supérieurs, soit inférieurs, correspondent à ceux du dernier terme de (4). Par suite, en posant  $t \sin \mu = \tau$  (d'où  $t \cos \mu d\mu = d\tau$ ), l'intégrale (8) se réduit à

$$(8 \text{ bis}) \quad \pm \int_{-t}^t f(z + \tau) U(k^2 t^2 - k^2 \tau^2) d\tau;$$

et l'on en déduit aisément ce que devient l'expression (7) de  $u$ .

» Si, en vue de ce qui suit, l'on convient d'appeler  $r$  la coordonnée unique  $z$  figurant actuellement, on aura donc, pour l'intégrale générale de l'équation

$$(10) \quad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dr^2} \pm 4k^2 u,$$

sous les conditions que les valeurs initiales de la fonction  $u$  et de sa dérivée en  $t$  soient respectivement  $f(r)$  et  $F(r)$ ,

$$(11) \quad \left\{ \begin{array}{l} u = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \int_{-t}^t f(r + \tau) U(k^2 t^2 - k^2 \tau^2) d\tau \\ \quad + \frac{1}{2} \int_{-t}^t F(r + \tau) U(k^2 t^2 - k^2 \tau^2) d\tau. \end{array} \right.$$

» Cette formule revient parfaitement, sauf des différences de notation, aux résultats obtenus par M. Poincaré, quand on les dégage de certaines hypothèses qu'il avait faites touchant les fonctions  $f$ ,  $F$  représentatives de l'état initial.

» Il est clair que les intégrations n'aboutiraient plus, par rapport à l'azimut  $\theta$ , si celui-ci paraissait dans  $f$ ,  $F$ , comme il arrive lorsque ces fonctions dépendent de leur première variable  $y + t \cos \beta$ , c'est-à-dire de  $y + t \cos \rho \sin \theta$ , et non plus seulement de leur seconde variable  $z + t \cos \gamma$  ou  $z + t \sin \rho$ . Donc les intégrales définies que contient la solution, et qui deviennent *simples* dans le cas de propagation suivant un seul sens, restent bien essentiellement *doubles* dans le cas de propagation suivant deux sens, ou d'un milieu à deux coordonnées, du moins tant qu'on laisse *arbitraire* l'état initial, exprimé par les fonctions  $f$ ,  $F$ . »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le calcul des coefficients de self-induction, dans un cas particulier;* par M. A. POTIER.

« Si une ligne droite verticale, indéfinie, est chargée uniformément d'électricité, si  $\varepsilon$  est la charge par unité de longueur, la force *électrique*, en un point situé à la distance  $a$  de la droite, est horizontale, rencontre la droite électrisée, et sa grandeur est  $\frac{\varepsilon^2}{a}$ , si l'on a adopté le système électrostatique de mesures. Si la même ligne est parcourue par un courant d'intensité  $\varepsilon$  (mesure électromagnétique), la force *magnétique*, au même point

sera horizontale, perpendiculaire à la force électrique déterminée ci-dessus, et aura la même valeur numérique.

» Il en sera encore de même si l'on considère un nombre quelconque de droites semblables, en ayant soin de modifier à la fois le sens du courant et le signe des charges.

» Considérons maintenant un condensateur formé : 1° d'un conducteur indéfini, de section quelconque, mais cylindrique; 2° d'un second conducteur cylindrique indéfini entourant le précédent. En représentant par  $e$  la densité électrique, la charge d'une partie du conducteur ayant l'unité de longueur, et pour base un élément  $ds$  de la section, sera  $e ds$ . Ces charges se distribuent de telle sorte que la force électrique est nulle à l'intérieur du contour  $S_1$  du conducteur intérieur, et en dehors du contour  $S_2$  du conducteur extérieur qui lui fait face. Si  $\Delta$  est la différence des potentiels,  $E$  la charge totale par unité de longueur, la capacité  $\gamma$  par unité de longueur est donnée par  $E = \Delta\gamma$ .

» Supposons que, au lieu d'être chargée d'électricité, la surface cylindrique, dont  $ds$  est la base, soit parcourue par un courant vertical dont l'intensité ait pour valeur  $e ds$ . Le courant total aura la même valeur pour les conducteurs extérieur et intérieur, l'un est le retour de l'autre. La force magnétique sera nulle partout, sauf dans l'espace compris entre les deux conducteurs. Le flux magnétique, à travers une surface cylindrique de hauteur égale à l'unité et ayant pour base un élément  $dl$ , est, par définition, le produit de  $dl$  par la composante de la force magnétique, suivant la normale à  $dl$ , ou, à cause de la perpendicularité des forces magnétique et électrique dans les deux questions, le produit de  $dl$  par la composante de la force électrique *suivant*  $dl$ ; c'est-à-dire la différence  $dV$  des valeurs du potentiel aux deux extrémités de  $dl$ , et ceci sera vrai aussi bien pour une courbe finie que pour un élément. Si donc on veut obtenir le flux total, il suffira d'appliquer cette proposition à une courbe joignant un point de  $S_1$  à un point de  $S_2$ , et la valeur de ce flux sera  $\Delta$ .

» D'autre part, le courant total est  $E$  : si donc on définit le coefficient  $\lambda$  de self-induction par unité de longueur comme le quotient du flux par l'intensité, on aura  $E\lambda = \Delta$ , d'où la relation  $\lambda\gamma = 1$  entre la capacité (électrostatique) et la self-induction (électromagnétique) par unité de longueur. La distribution que nous avons admise pour les courants n'est pas arbitraire : c'est celle dont se rapproche asymptotiquement la distribution réelle, à mesure que les variations du courant total deviennent plus brusques.

» Il est clair que le contour  $S_1$  pourrait être formé de plusieurs contours, ou le conducteur intérieur unique remplacé par un faisceau de conducteurs reliés entre eux, sans que la relation  $\lambda\gamma = 1$  cessât d'être vérifiée; on pourrait aussi introduire d'autres conducteurs, dans l'espace annulaire, en les reliant aussi par leurs extrémités au conducteur extérieur, dont le contour  $S_2$  peut être rejeté aussi loin qu'on veut. La capacité est alors définie, aussi bien que dans le cas simple traité, tout un groupe de conducteurs se trouvant au potentiel  $V_1$  et l'autre au potentiel  $V_2$ . La présence de conducteurs isolés laisserait encore subsister le théorème (la surface de chacun d'eux étant le siège de courants dont la somme algébrique est nulle), tout en changeant les valeurs individuelles de  $\lambda$  et de  $\gamma$ .

» Il est à peine besoin de rappeler que, si l'on mesure  $\gamma$  dans le système dit *électromagnétique*, cette relation devient  $v^2\lambda\gamma = 1$ ,  $v$  étant le rapport des unités; que, si l'isolant était un diélectrique de constante  $K$ , la capacité deviendrait  $\lambda_1 = K\gamma$  et, par suite, on aurait  $v^2\lambda_1\gamma_1 = K$ , et qu'enfin c'est le coefficient  $\lambda_1\gamma_1$  qui doit, si l'on accepte l'équation classique

$$\lambda_1\gamma_1 \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} + \varphi\gamma_1 \frac{\partial V}{\partial t} = \frac{d^2 V}{dx^2},$$

être l'inverse du carré de la vitesse de propagation de l'électricité. Il paraît curieux de constater que cette équation conduit à des résultats indépendants de l'existence de conducteurs isolés ou reliés à la terre dans le voisinage de ceux dans lesquels on étudie la propagation, conformément à la théorie qui place dans le diélectrique l'agent de cette propagation. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expériences sur le mécanisme histologique de la sécrétion des glandes granuleuses*; par M. L. RANVIER.

« On a considéré longtemps les glandes comme de simples filtres, retirant du sang des substances qui y étaient contenues. L'évolution des cellules des glandes sébacées et de la mamelle conduisit bientôt les histologistes à reconnaître que ces cellules élaborent elles-mêmes les produits qui forment le matériel de la sécrétion. Cela est bien facile à démontrer, pour les glandes sébacées surtout, puisque, dans chaenne de ces glandes, on peut observer la formation intracellulaire de la graisse et sa mise en liberté par la destruction des cellules qui la contenaient.



» On fut même porté à généraliser et l'on crut avoir observé un mécanisme analogue dans les glandes muqueuses (Heidenhain). Ce n'est cependant pas ainsi que les choses s'y passent. Les cellules qui font du mucigène ne se détruisent pas pour le mettre en liberté. Celui-ci s'en dégage, tandis que les parties importantes de l'élément cellulaire, c'est-à-dire le noyau et le protoplasma, persistent dans la glande pour y travailler à la formation de nouvelles masses de mucigène (voyez mon *Traité technique d'Histologie*).

» C'est pour cela que j'ai désigné les glandes où la sécrétion se fait par ce dernier mécanisme sous le nom de *glandes mérocrines*, réservant le nom de *glandes holocrines* à celles dont le produit est constitué par les cellules tout entières, qui se détachent au terme de leur évolution.

» En poursuivant l'étude du mécanisme de la sécrétion dans les glandes muqueuses, j'ai pu reconnaître que leurs cellules spéciales, cellules muqueuses ou caliciformes, contiennent, en outre de leur mucigène et de leurs travées protoplasmiques, des vacuoles qui sont soumises à un mouvement physiologique continu et dont l'activité peut être beaucoup augmentée par l'excitation électrique.

» Il fallait, dès lors, rechercher si ce mouvement vacuolaire existait dans les glandes granuleuses comme dans les glandes muqueuses. Je me suis adressé pour cela à la glande sous-maxillaire du rat. Cette glande, bien qu'on ne puisse pas l'observer au microscope à l'état vivant, m'a paru préférable aux glandes séreuses ou granuleuses du tégument externe de la grenouille, de la membrane nictitante notamment, qui ont été l'objet des recherches intéressantes d'Ascherson, de Stricker et d'Engelmann, parce que l'observation des mouvements cellulaires propres de ces dernières glandes, au moment où on les excite, est rendue très difficile, pour ne pas dire impossible, par suite de la contraction des fibres musculaires qui les entourent.

» Chez le rat (*Mus decumanus*), à la glande sous-maxillaire, qui est une glande granuleuse, est associée une glande muqueuse, plus petite, à laquelle j'ai donné le nom de *glande rétrolinguale*. La sous-maxillaire et la rétrolinguale sont contenues dans une même capsule et semblent ne faire qu'une seule glande. Elles possèdent cependant chacune un canal excréteur distinct. Les deux canaux sont accolés et cheminent ensemble dans tout leur trajet. Ils sont si minces que pour les séparer il faut avoir recouru à une dissection fine, faite en baquet, dans l'alcool dilué et en s'aidant de la loupe. Le nerf destiné aux glandes se dégage du lingual au

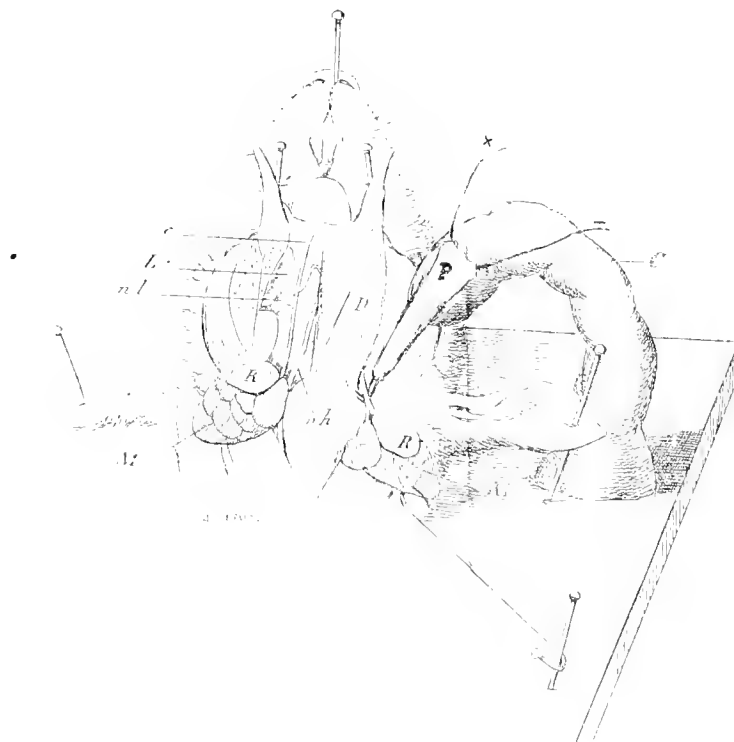
point où il est croisé par les canaux excréteurs ; il accompagne ceux-ci pour pénétrer dans les deux glandes au niveau de leur hile. Ce nerf, pas plus que les canaux glandulaires, ne peut être disséqué et isolé à l'œil nu. Il ne faut donc pas songer à l'exciter isolément, comme on le fait pour la corde du tympan du chien, lorsqu'à l'exemple de Ludwig et de Cl. Bernard on soumet ce nerf à l'excitation électrique dans le but de déterminer la sécrétion de la sous-maxillaire et de la rétrolinguale.

» On ne peut, à plus forte raison, introduire des canules salivaires dans les canaux excréteurs des glandes similaires du rat ; mais on peut tourner la difficulté au moyen d'un dispositif très simple que je vais faire connaître ici.

» On construit d'abord une pince électrique avec deux fils de platine et de la cire à cacheter. Cette pince doit être aussi petite que possible, microscopique pour ainsi dire. Les fils de platine qui la terminent doivent être introduits au-dessous des canaux des deux glandes et du nerf qui les accompagne, et il faut les maintenir en place sans qu'il se produise sur les canaux glandulaires une compression capable d'entraver le cours du liquide sécrété. Pour y arriver on fait avec de la cire à modeler un support auquel on donne facilement la base, la longueur, la forme et la souplesse nécessaires (voir la figure).

» Je reviendrai sur les détails de l'expérience. Il me faut, au préalable, indiquer les notions anatomiques indispensables que l'on doit avoir avant de la commencer. Les deux glandes réunies se trouvent à l'angle de la mâchoire en arrière de l'insertion postérieure du muscle digastrique. Leurs canaux excréteurs s'engagent au-dessus de ce muscle. Il faut les chercher sur son bord externe. Pour cela, après avoir fixé l'animal sur une planchette et l'avoir mis dans l'impossibilité de se débattre, en immobilisant sa tête au moyen du petit mors qui est décrit dans mon *Traité technique d'Histologie*, on pratique dans la région sus-indiquée une incision longitudinale d'un centimètre et demi. Puis l'on écarte le muscle digastrique pour dégager les conduits des deux glandes et l'on passe au-dessous le crochet de la pince électrique. On y envoie alors un courant d'induction interrompu, d'abord très faible et dont on augmente progressivement l'intensité jusqu'à ce que l'on voit le rat faire de nombreux mouvements de déglutition, ce qui montre qu'il arrive dans la bouche beaucoup de salive. Dans diverses expériences, j'ai fait varier la durée de l'excitation de quelques minutes à plusieurs heures. Dans ce dernier cas, j'ai eu soin d'interrompre l'excitation de temps en temps pour laisser reposer la glande et le nerf.

» L'animal est ensuite sacrifié par la décapitation et les glandes sont rapidement enlevées pour être soumises à l'action de réactifs fixateurs. Parmi ces réactifs, il faut donner la préférence à l'acide osmique à 1 pour 100, et y placer des fragments de 2<sup>mm</sup> ou 3<sup>mm</sup> de diamètre seulement. Vingt-quatre heures après, on y fait des coupes qui doivent être très minces et que l'on examine dans l'eau. On peut aussi les placer dans la glycérine; mais elles sont alors moins démonstratives.



- C, Support en cire à modeler;
- P, pincette électrique;
- D, muscle digastrique;
- B, glande rétrolinguale;
- M, glande sous-maxillaire;
- c, canaux excréteurs réunis de la sous-maxillaire et de la rétrolinguale;
- E, glande sublinguale;
- nb, nerf grand hypoglosse;
- nl, nerf lingual.

» Si l'on examine d'abord des préparations de la glande sous-maxillaire qui n'a pas été excitée, on y voit les culs-de-sac glandulaires, coupés dans diverses directions, remplis de cellules granuleuses munies chacune d'un

noyau central. Dans un petit nombre de ces cellules, il y a des vacuoles, mais elles sont peu nombreuses et petites. Les coupes de la glande excitée montrent, au contraire, dans presque toutes les cellules des culs-de-sac des vacuoles grandes, nombreuses, confluentes souvent. Sous l'influence de l'excitation sécrétoire, il s'est donc produit une vacuolisation très considérable, comparable à celle des cellules caliciformes de la membrane rétrolinguale de la grenouille soumises à une excitation analogue; vacuolisation que j'ai décrite et figurée dans des Notes antérieures.

» Les glandes salivaires granuleuses, au lieu de sécréter de l'eau et du mucus, comme les glandes muqueuses, sécrètent de l'eau et de la diastase. Les vacuoles contiennent de l'eau. Dans les cellules muqueuses, cette eau, en s'échappant de la cellule, entraîne du mucigène et forme du mucus. Il est probable que l'eau des vacuoles des cellules granuleuses sort aussi de la cellule en entraînant de la diastase élaborée par le protoplasma cellulaire.

» Dans cette Note, j'ai laissé de côté, avec intention, nombre de faits intéressants et même nouveaux que l'on peut observer dans les glandes sous-maxillaire et rétrolinguale du rat, à l'état de repos et d'activité, afin de ne pas encombrer de détails la description du fait que je désirais mettre en relief. »

ZOOLOGIE. — *Étude de la Faune du golfe du Lion*: par  
M. H. DE LACAZE-DUTHIERS.

« En plus d'une occasion, j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur la faune de la mer de Banyuls, de cette partie du golfe de Lion qui du cap Creus au cap Béar baigne la fin de la chaîne des Albères terminant les Pyrénées Orientales à l'est et séparant la grande plaine du Roussillon en France de celle de Lampourdan en Espagne.

» Pour apprendre à connaître cette partie inexplorée de nos mers, en s'éloignant des côtes et comme il convient, il était indispensable d'avoir à sa disposition des moyens autres que ceux dont je disposais au laboratoire Arago, n'ayant eu jusqu'à l'année dernière qu'un bateau à voile du tonnage habituel des bateaux de pêche du pays.

» Depuis le mois de mars dernier, les conditions sont changées et le vapeur mis à ma disposition m'a permis de mettre à exécution un projet que je caressais depuis fort longtemps.

» Pour établir une bonne carte, sur laquelle seraient indiquées les stations des animaux divers, il fallait tout d'abord, c'était de la plus grande importance, commencer par avoir le plan cadastral, si l'on peut ainsi parler, du fond de la mer. Il était indispensable de faire une étude préliminaire des fonds, telle que, sachant à quelle profondeur on lançait la drague ou le filet, et connaissant la nature du fond, on pût chercher les relations existant entre les différents facteurs propres à faire juger des conditions biologiques dans lesquelles se développaient les animaux.

» Ce travail avec un petit bateau à voile était, sinon impossible, du moins d'une difficulté telle que j'ai jusqu'ici reculé devant l'exécution de mon projet.

» Le golfe du Lion est le golfe des contrastes, comme toute la région pyrénéenne qui l'avoisine et lui forme rivage.

» En été, le plus souvent les calmes y sont absolus et persistants. Mais pour peu que les vents changent et fraîchissent, c'est la tempête déchainée. La mauvaise réputation du golfe parmi les marins est justifiée. En moins d'une demi-heure et sous un ciel d'une splendide pureté, la mer se forme et on la voit, démontée, arriver bientôt du large. Les moindres imprudences dues à l'incurie ou aux bravades des marins catalans sur des bateaux d'un faible tonnage peuvent déterminer des malheurs. Il s'en produit tous les ans.

» Dans ces conditions, comment profiter de ces calmes indispensables à l'exécution de bons sondages et de dragages fructueux; que de peines et de dangers, que de temps perdu si l'on bravait le golfe avec les moyens ordinaires! Que de fois, pour fuir devant les bourrasques, mon bateau n'a-t-il pas été obligé d'aller prendre son mouillage en relâchant à Rosas sur les côtes d'Espagne.

» Dès que j'ai eu sous la main les moyens précis et rapides que la vapeur donne, j'ai pris toutes les mesures nécessaires pour commencer ces recherches.

» Depuis longtemps j'avais pu m'assurer, par de nombreux voyages sur les côtes du Roussillon, que la richesse de la mer y était grande. Dès que j'ai eu un personnel faisant des recherches sous mes ordres, après la création du laboratoire, mes prévisions ont été dépassées, les moissons ont été des plus belles. Les savants étrangers venus au laboratoire et connaissant la plupart des stations maritimes ont été unanimes à reconnaître cette grande richesse.

» Aussi depuis l'origine de la station en 1881 des travaux nombreux et

fort importants pour la Zoologie française y ont été accomplis et les jeunes savants qui s'y sont formés et qui, restés fidèles au laboratoire, sont par cela même familiarisés avec le genre de recherches dont je vais avoir l'honneur d'entretenir l'Académie, seront-ils les collaborateurs dont je resterai entouré.

» Est-il besoin d'ajouter que si chacun a sa part dans le travail et la peine, il aura tous ses droits réservés dans les publications qui feront suite à ses recherches?

» Dès mes premières relations avec les pêcheurs du pays, j'appris qu'à quelques milles au large et dans l'est de Banyuls existait une fosse profonde, qu'ils nommaient l'*Abîme*, au fond de laquelle, avec la longueur habituelle de leur filin, les engins de pêche n'arrivaient pas, et où les animaux, quand ils en prenaient, étaient, disaient-ils, marqués d'un tel caractère qu'ils ne pouvaient les méconnaître et les confondre avec ceux vivants dans le voisinage des côtes.

» Cette seule indication ne devait-elle pas éveiller une curiosité bien légitime? Qu'était cet abîme: quelles étaient ses limites, sa position précise; était-ce une faille entre les crêtes des Albères prolongées sous la mer; quelle était la nature du fond si on pouvait l'atteindre; quels animaux l'habitaient? On le voit, les questions se posaient en foule.

» Il y avait surtout à reconnaître, en dehors de cette partie, dite si profonde, quelle était la configuration et la nature des fonds en face des deux grandes plaines du Roussillon et du Lampourdan.

» Ce travail a été entrepris par l'un de nous, par M. G. Pruvot, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, qui, attaché depuis plus de dix années au laboratoire, y a fait de nombreuses recherches et qui, au tempérament d'un vrai marin, joint un amour de la Science, une ardeur et un zèle au-dessus de tout éloge. Il est venu, en 1893, de Grenoble à Banyuls à toutes les vacances et a exécuté près de 200 sondages, tous parfaitement relevés au sextant et au compas de relèvement, en prenant des points de repère sur les montagnes et les vieux monuments de la côte.

» Les instruments, convenablement choisis et bien installés à bord, étaient maniés par M. Pruvot aidé d'un mécanicien de la flotte aussi intelligent que dévoué, délégué auprès de mon laboratoire par le département de la Marine.

» Les résultats déjà obtenus sont précieux.

» Nous connaissons maintenant les fonds sur une surface d'environ 1700 kilomètres carrés jusqu'à 40 kilomètres au large dans l'est, et l'on

trouvera dans la Note de M. Pruvot les détails les plus importants sur les inégalités du fond du golfe et sur leur nature (1).

» Le vapeur qui a servi à ce travail a été construit d'après les indications que j'ai données et spécialement aménagé pour nos études. A l'avant est un treuil à vapeur qui remonte nos dragues et nos engins avec une facilité extrême en pelotonnant un câble formé de fils d'acier de 800<sup>m</sup> de longueur; à l'arrière est fixée une machine à sonder de Belloc, avec laquelle on estime très facilement et très vite la profondeur, une aiguille marquant sur un cadran le nombre des mètres parcourus par le plomb de sonde. C'est avec une corde de piano, ou fil d'acier, que le sondage est fait; quand on a stoppé par un temps calme, à l'aide d'une poulie de renvoi placée à bâbord d'une façon très utile par mon habile mécanicien David, le fil n'offrant pour ainsi dire pas de résistance et de prise aux agitations de la mer, la sonde descend à peu près à pic. Nous n'avons pas manqué de contrôler d'ailleurs les résultats fournis par cet appareil dans des points de la côte où le calme et la profondeur permettaient la vérification la plus exacte.

» D'abord, nous n'avons cherché qu'à prendre quelques indications générales sur les stations des animaux; maintenant que nous connaissons et la nature et la configuration du fond, dans les campagnes prochaines les dragues, chalut et engins des corailleurs seront traînés méthodiquement dans toutes les directions et autant de fois qu'il sera nécessaire pour faire une étude complète de la faune et inscrire sur la Carte de M. Pruvot les stations les plus ordinaires des animaux.

» Je tenais à faire cette première Communication afin d'établir le plan des recherches qui vont être continuées pendant plusieurs années, et probablement étendues aux côtes d'Espagne restées jusqu'ici inexplorées. Il sera ultérieurement plus facile d'indiquer les relations existant entre les stations des animaux et la nature des fonds, ceux-ci étant connus.

» Permettez-moi, en terminant, de vous dire comment les moyens indispensables pour entreprendre un travail aussi étendu dans des conditions semblables à celles dont je viens d'entretenir l'Académie ont été mis à ma disposition.

» Il y a deux ans, au sortir de l'une de nos séances où j'avais fait connaître des faits curieux constatés à la suite des pêches de Banyuls et où je disais qu'une embarcation à vapeur devenait indispensable pour étendre

---

(1) Voir la Note de M. Pruvot, à la Correspondance, p. 203.

le champ de nos études, l'un de nos auditeurs des plus assidus me rejoignit dans le vestibule et s'offrit spontanément à m'aider dans mes travaux qui l'avaient intéressé : « Je mets 50 000<sup>fr</sup> à votre disposition pour faire » construire l'embarcation qui vous est nécessaire, me dit-il; aménagez-la » comme il vous conviendra ». Le yacht fut commandé et construit sans bruit. J'allai à Toulon pour son aménagement définitif, je l'armai et le conduisis au laboratoire Arago, le 22 mars 1893. Là il servit aux nombreuses excursions et pêches que firent les élèves de l'école des Hautes-Études, venus de Paris à Banyuls pendant les vacances de Pâques.

» Celui qui m'offrit ainsi généreusement et spontanément un don aussi magnifique est bien connu de l'Académie. Au nom de la Science à laquelle ma vie est consacrée, au nom de mes collaborateurs et au mien, j'adresse les plus vifs, les plus chaleureux remerciements au prince Roland Bonaparte qui, par sa générosité, a concouru à la réussite de grandes entreprises scientifiques faisant honneur à la France.

» Que notre nouveau confrère, M. le commandant Guyou, reçoive aussi l'expression de ma gratitude pour les soins qu'il a pris dans le choix de mes instruments. Il a poussé la complaisance jusqu'à me prêter, à Banyuls, l'aide de sa science en vérifiant mes compas et me donnant des conseils les plus utiles pour l'installation des appareils destinés aux sondages. »

M. le **SECRETARE PERPETUEL** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Scacchi*, Correspondant pour la Section de Minéralogie.

### NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Paul de Gasparin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Pagnoul obtient . . . . .	36 suffrages
M. Marchand » . . . . .	8 »
M. Foix » . . . . .	1 »

M. **PAGNOUL**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.



## RAPPORTS.

*Rapport sur l'Observatoire météorologique établi par M. Vallot près du sommet du mont Blanc et sur le premier volume des « Annales des travaux de cet Observatoire ».*

( Commissaires : MM. Mascart, Bouquet de la Grye ;  
Daubrée, rapporteur. )

« Le succès que vient d'obtenir notre éminent confrère M. Janssen dans la construction d'un observatoire au sommet du mont Blanc ne doit pas faire oublier un travail de même genre, antérieurement exécuté aussi sur le mont Blanc par M. J. Vallot, à 4365<sup>m</sup> d'altitude, c'est-à-dire à 400<sup>m</sup> au-dessous de la cime.

» Dès 1886, à la suite de deux ascensions faites au sommet de la montagne pour y exécuter des recherches physiologiques, M. Vallot avait reconnu la nécessité d'un séjour prolongé pour procéder à une étude convenable de certains phénomènes.

» L'année suivante, c'est-à-dire en 1887, il montra dans un Mémoire combien il y aurait d'intérêt à entreprendre des observations scientifiques de longue durée et à fonder des stations météorologiques sur les pics les plus élevés des Alpes.

» Il passa trois jours au sommet du mont Blanc, accompagné de deux guides intrépides et de M. F.-M. Richard, l'habile constructeur d'instruments enregistreurs. Il prouva ainsi la possibilité d'y vivre quelque temps et d'y travailler. C'est ce qui antérieurement n'avait pas été fait : Tyndall ayant été obligé de descendre après une nuit passée au sommet, en 1859.

» Pendant cette dure station, M. Vallot avait constaté par lui-même l'intensité souvent terrible du vent, de l'électricité et d'autres phénomènes météorologiques qu'il faut y subir. Les troubles qui s'y produisent ne se transmettent aux couches inférieures qu'après avoir été amortis par le matelas d'air sous-jacent. Les phénomènes météorologiques des grandes altitudes ont ainsi, avec ceux des plaines, des rapports de cause à effet. Les premiers, beaucoup plus intenses, semblent être en même temps plus simples. Il importe donc, a pensé M. Vallot, d'en suivre les manifestations à diverses stations situées sur une même verticale. Dès cette même année il établit trois stations enregistrantes, l'une au sommet du mont Blanc,

l'autre aux Grands-Mulets, à 3000<sup>m</sup> d'altitude, la troisième à Chamonix, et l'on recueillit pendant deux mois les données qui sont publiées dans le premier Volume.

» Saussure reconnaissait déjà l'utilité scientifique des stations élevées lorsqu'il séjournait dix-sept jours au col du Géant. Mais il fallut longtemps avant que l'on songeât à établir une demeure fixe à de si grandes hauteurs. L'initiative hardie prise sur le Pic du Midi de Bigorre donna un exemple qui fut suivi sur d'autres points culminants en France, en Suisse, en Autriche et en Amérique. C'est aux États-Unis que se trouvait jusque dans ces derniers temps la station météorologique la plus élevée, celle du Pike's Peake, dont l'altitude dépasse 4200<sup>m</sup>, et où les observations remontent à 1874<sup>(1)</sup>. Mais les montagnes choisies pour ces divers observatoires étaient dépourvues de neige pendant l'été; on avait pu y créer des routes et y amener des bêtes de somme; le glacier paraissait opposer une limite infranchissable<sup>(2)</sup>.

» Craignant d'établir une construction définitive au sommet, qui est constitué par le glacier même, M. Vallot choisit parmi les rochers situés plus bas et surgissent de la vaste nappe de glace et de neige celui des Bosses du Dromadaire, à 4565<sup>m</sup> d'altitude. La position était d'ailleurs assez isolée pour convenir à des études météorologiques.

» Pour donner suite à sa résolution de s'y établir, l'intrépide alpiniste s'adressa sans tarder à son parent M. Henry Vallot, afin d'obtenir un plan très étudié répondant aux conditions de solidité et de légèreté imposées par l'emplacement et les difficultés de transport. En 1890, la construction en bois fut faite à Chamonix, puis démontée et transportée à dos d'hommes jusqu'aux Bosses; là il fallut encore, avant de pouvoir se servir de cet asile, passer plusieurs nuits sous la tente. Mais M. Vallot était au milieu des ouvriers pour leur donner du courage et la petite construction fut édiflée en quelques jours.

---

(1) Tout récemment, en même temps qu'un observatoire astronomique était fondé dans les Andes, non loin d'Aréquiha, à l'altitude de 2453<sup>m</sup>, grâce à la libéralité d'un Américain, une station météorologique a été établie à l'altitude de 5075<sup>m</sup>, exactement au-dessous de la limite des neiges perpétuelles.

(2) Il convient cependant de mentionner ici la station du col de Saint-Théodule au mont Rose, à l'altitude de 3333<sup>m</sup> où Dollfus Aussy a fait faire par deux montagnards des observations météorologiques pendant un an, du 1<sup>er</sup> août 1865 au 28 août 1866. C'est l'une des généreuses contributions que cet éminent industriel a payées à l'étude des glaciers.

» L'abri était solide mais petit; il se composait de deux chambres seulement, l'une pour l'observatoire, l'autre pour loger les touristes. Depuis lors, en 1891 et 1892, l'observatoire a été agrandi, et il est aujourd'hui terminé. Il est en bois à double cloison, entouré d'un épais mur de pierres. Il comprend huit pièces avec tout le mobilier nécessaire et un grand nombre d'instruments. En outre, pour éviter l'encombrement, M. Vallot a fait construire un nouveau refuge dans lequel les touristes trouveront sur un rocher voisin un asile sans gêner les observateurs. M. Vallot a été assez heureux pour offrir l'abri de cet établissement à M. Janssen en 1890 pour ses observations sur le Soleil.

» A partir de 1887, M. Vallot a donné une série de Mémoires et de Notes dans l'*Annuaire du Club alpin*, dans la *Revue scientifique* et dans le *Bulletin de la Société botanique*.

» Aujourd'hui, il publie un beau volume in-4°, le premier des *Annales de l'observatoire météorologique du mont Blanc*. Il n'a pu le faire plus tôt à cause de l'occupation que lui donnaient l'agrandissement et l'aménagement de l'observatoire, et aussi par suite d'affections rhumatismales contractées pendant les séjours sous la tente au milieu des nuages, et qui l'ont parfois mis de longs mois dans l'impossibilité de se livrer au travail.

» Les travaux dont il s'agit concernent la Météorologie, la Physique terrestre, la Géologie, la Physiologie aux hautes altitudes, en un mot, tout ce qui touche à l'histoire du mont Blanc. M. Vallot est l'auteur du plus grand nombre de ces publications, parmi lesquelles je citerai : *Première série d'observations météorologiques faites au sommet du mont Blanc, aux Grands-Mulets, à Chamonix; Étude sur la correction de température du baromètre Fortin et des baromètres métalliques; Variation de la température, de la pression et de la vapeur d'eau, au sommet du mont Blanc et aux stations inférieures; Matériaux pour l'étude de l'écoulement des glaciers du mont Blanc; Sur les mouvements des neiges au sommet du mont Blanc; Études sur les tempêtes au sommet du Mont Blanc*. En collaboration avec M. Henry Vallot : *Premières études pour la carte du mont Blanc*; traduction française du D<sup>r</sup> Egli-Saint-Clair, *Sur le mal de montagne*.

» Ce court aperçu suffit pour montrer que, pour arriver à son but, M. Vallot a dû affronter bien des difficultés, des souffrances et des dangers. Il a tout entrepris sans aucune subvention et avec sa fortune personnelle. Ce savant mérite d'être signalé pour son énergie, sa persévérance et son dévouement à la Science. »

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **JULES FOREST** adresse, par l'entremise de M. A.-Milne Edwards, un Mémoire portant pour titre : « L'Autruche en Afrique ».

( Commissaires : MM. Blanchard, Edwards, Grandidier. )

M. **RENÉ BOSSIÈRE** appelle l'attention de l'Académie sur l'importance d'une exploration scientifique à entreprendre dans les îles Kerguelen.

( Commissaires : MM. Daubrée, Blanchard, Edwards, Grandidier, Bornet. )

M. **V. DUCLA** adresse une nouvelle rédaction, rectifiée, de la Note adressée par lui dans la séance précédente.

( Renvoi à la Commission. )

### CORRESPONDANCE.

M. **LANGLEY** adresse ses remerciements à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes solaires observés à l'observatoire du Collège romain, pendant les deux premiers trimestres de l'année 1893.* Lettre de M. **P. TACCHINI** à M. le Président.

« Rome, 18 janvier 1894.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats que j'ai obtenus sur la distribution en latitude des phénomènes solaires, déduits des observations faites pendant le premier et le second trimestre 1893, et qui se rapportent à chaque zone de 10°, sur les deux hémisphères du Soleil,

1893.	Protubérances.	Facules.	Taches.	Éruptions.
Latitudes.	1 <sup>er</sup> trimestre.	1 <sup>er</sup> trimestre.	1 <sup>er</sup> trimestre.	
90 + 80	0,000			
80 + 70	0,005			
70 + 60	0,017			
60 + 50	0,017			
50 + 40	0,051	0,013		
40 + 30	0,055	0,048	0,000	
30 + 20	0,085	0,117	0,076	0,437
20 + 10	0,068	0,160	0,272	
10 + 0	0,040	0,091	0,087	
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
0 - 10	0,046	0,147	0,109	
10 - 20	0,084	0,255	0,337	0,565
20 - 30	0,095	0,143	0,109	
30 - 40	0,127	0,022	0,011	
40 - 50	0,127	0,004		
50 - 60	0,111			
60 - 70	0,066			
70 - 80	0,003			
80 - 90	0,002			
	2 <sup>e</sup> trimestre.	2 <sup>e</sup> trimestre.	2 <sup>e</sup> trimestre.	2 <sup>e</sup> trimestre.
90 + 80	0,000			
80 + 70	0,000			
70 + 60	0,011			
60 + 50	0,011			
50 + 40	0,045	0,000		
40 + 30	0,092	0,025	0,000	
30 + 20	0,052	0,082	0,000	0,408
20 + 10	0,062	0,155	0,229	0,500
10 + 0	0,022	0,123	0,079	0,250
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
0 - 10	0,102	0,129	0,071	0,125
10 - 20	0,113	0,234	0,314	0,125
20 - 30	0,094	0,186	0,200	
30 - 40	0,102	0,060	0,007	
40 - 50	0,056	0,006		
50 - 60	0,075			
60 - 70	0,108			
70 - 80	0,005			
80 - 90	0,000			

» Tous les phénomènes ont été plus fréquents dans les zones australes, et cette circonstance se manifeste même dans chaque mois du semestre.

» Les maxima absolus par zone se trouvent aussi toujours dans l'hémisphère austral du Soleil.

» Les maxima des facules et des taches se trouvent dans les mêmes zones ( $\pm 10^\circ$ ,  $\pm 20^\circ$ ), tandis que, pour les protubérances, ils arrivent à des latitudes plus élevées.

» Dans le premier trimestre nous n'avons pas observé d'éruptions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations et les fonctions implicites.*

NOTE DE M. A. PELLET.

« 1. Représentons par  $f(x)$  la série  $a_0 + a_1x + \dots + a_nx^n + \dots$  et supposons que la fonction, qui offre deux variations de signe,

$$x_0 + x_1x + \dots + x_{n-1}x^{n-1} - x_nx^n + x_{n+1}x^{n+1} + \dots,$$

( $x_i$  module de  $a_i$ ), soit négative pour les valeurs de  $x$ , positives et comprises entre  $r_1$  et  $r_2$ ,  $r_2 > r_1$ .

» Le logarithme de la fonction  $\frac{f(x)}{a_nx^n}$  est développable suivant les puissances positives et négatives de  $x$ , pour les valeurs de  $x$  comprises entre les cercles ayant pour centre l'origine et pour rayons  $r_1$  et  $r_2$ ; soit  $g + G(x) + H\left(\frac{1}{x}\right)$  ce développement, où  $G(x)$ ,  $H\left(\frac{1}{x}\right)$  sont des séries holomorphes en  $x$  et  $\frac{1}{x}$ , s'annulant, la première avec  $x$ , la seconde avec  $\frac{1}{x}$ . Il vient :

$$x^n e^{H\left(\frac{1}{x}\right)} = \frac{e^{-G} f(x) e^{-6x}}{a_n} = (x - r_1)(x - r_2) \dots (x - r_n),$$

$$\frac{a_0 e^{-G}}{a_n} = (-1)^n x_1 x_2 \dots x_n,$$

$x_1, x_2, \dots, x_n$  étant les  $n$  racines de l'équation  $f(x) = 0$ , comprises dans le cercle de rayon  $r_1$ .

» Ainsi, en particulier, le logarithme népérien du produit des  $n$  racines de l'équation  $x^n - t\varphi(x) = 0$ , qui s'annulent avec  $t$ , est égal à

$$H[(-1)^{n+1} t\varphi(0)] + \frac{t}{1.2.3\dots n} \left(\frac{d^n \varphi}{dx^n}\right)_{x=0} + \dots + \frac{t^i}{t(i!)!} \left(\frac{d^{in} \varphi}{dx^{in}}\right)_{x=0} + \dots,$$

pour les valeurs de  $t$  de module assez petit.

» 2. Supposons, en outre, que la fonction

$$z_0 + z_1 x + \dots + z_n x^n + \dots + z_{n+n_1-1} x^{n+n_1-1} - z_{n+n_1} x^{n+n_1} + z_{n+n_1+1} x^{n+n_1+1} + \dots$$

soit négative pour les valeurs positives de  $x$  comprises entre  $r'_1$  et  $r'_2$ ,

$r'_2 > r'_1 > r_2$ . Écrivons ainsi le développement du logarithme de  $\frac{f(x)}{a_{n+n_1} x^{n+n_1}}$ ,

$r'_2 > |x| > r'_1$  :

$$g + g_1 + G(x) + G_1(x) + H\left(\frac{1}{x}\right) + H_1\left(\frac{1}{x}\right),$$

où, comme précédemment,  $g_1$  est une constante,  $G_1(x)$  et  $H_1\left(\frac{1}{x}\right)$  des

fonctions qui s'annulent l'une avec  $x$ , l'autre avec  $\frac{1}{x}$ . Il vient

$$x^{n_1} e^{H_1\left(\frac{1}{x}\right)} = \frac{a_n e^{-g_1}}{a_{n+n_1}} e^{-G_1(x)} = (x - x_{n+1})(x - x_{n+2}) \dots (x - x_{n+n_1});$$

$$\frac{a_n e^{-g_1}}{a_{n+n_1}} = (-1)^{n_1} x_{n+1} x_{n+2} \dots x_{n+n_1},$$

$x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+n_1}$ , étant les  $n_1$  racines de l'équation  $f(x) = 0$ , comprises dans la couronne qui s'étend entre les cercles de rayon  $r'_2$  et  $r'_1$ . L'équation qui admet pour racines ces  $n_1$  quantités peut donc s'obtenir séparément par des calculs algébriques. »

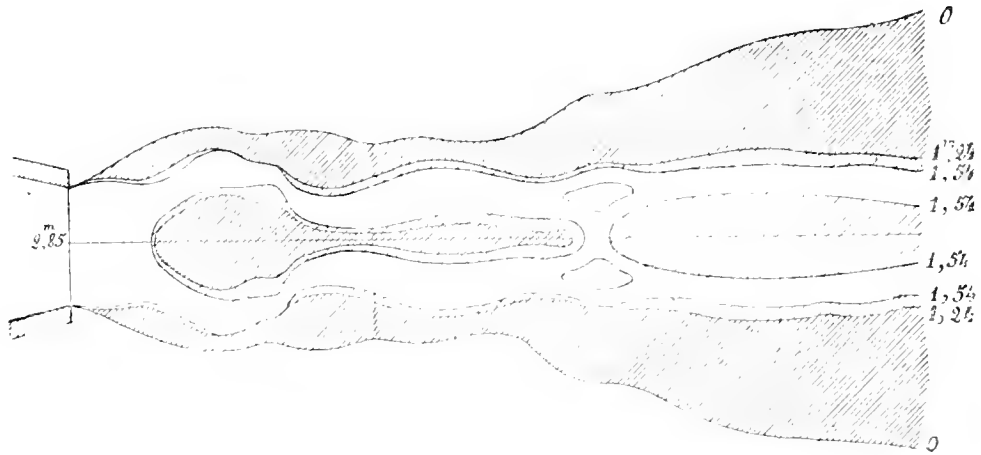
PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles études expérimentales concernant la forme, les pressions et les températures d'un jet de vapeur.* Note de M. H. PARENTY, présentée par M. Cornu.

« J'ai sondé méthodiquement les divers points d'un jet de vapeur, au moyen de pipettes de cristal fort effilées et convenablement recourbées. Ces pipettes sont fixées sur un chariot de tour, qui permet de leur donner avec précision des déplacements très faibles, enfin elles communiquent, par un tube horizontal flexible, avec un manomètre à air libre, gradué du vide absolu à  $\frac{1}{4}$  atmosphères. La *pression vive* d'une petite masse gazeuse en mouvement, tangente à la trajectoire de cette masse, est la résultante de six pressions observées : 1<sup>o</sup> parallèlement à l'axe du jet (pressions de choc et de remous); 2<sup>o</sup> suivant le rayon de chaque parallèle (pressions centrifuge et centripète); 3<sup>o</sup> enfin perpendiculairement au plan méridien. Ces dernières s'équilibrent exactement à cause de la symétrie, il m'a suffi d'évaluer les quatre premières, opposées deux à deux.

» J'ai comparé, sous des pressions identiques dans la chaudière, deux

orifices du même diamètre de 3<sup>mm</sup> qui m'étaient bien connus (1) : 1° le cône de 13° (Hirn) (2) ayant pour coefficient elliptique 1,0373, et pour

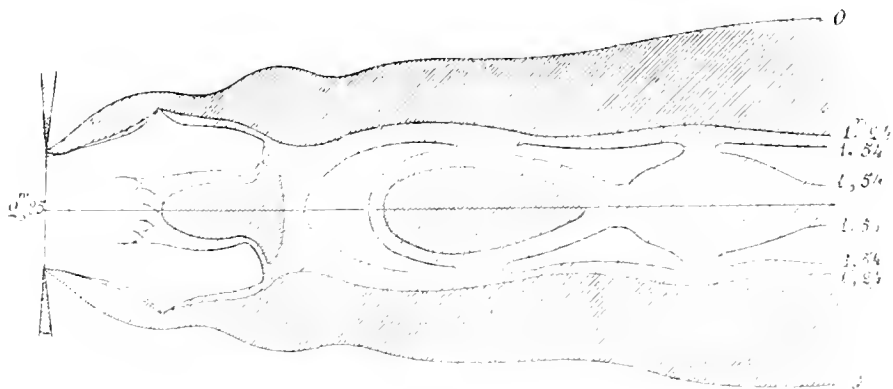
Fig. 1.



Jet convergent.

rapport limite des pressions 0,54 (correspondant à la régularisation du débit); 2° l'orifice à arêtes tranchantes, percé dans une très mince paroi

Fig. 2.



Jet contracté.

(MM. Minary et Resal) (3) ayant pour coefficient 0,84 et pour rapport-

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1120, et t. CXVII, p. 160.

(2) HIRN, *Recherches expérimentales sur la limite de vitesse que prend un gaz*, etc. Gauthier-Villars, 1886.

(3) MINARY ET RESAL, *Ann. des Mines*, 5<sup>e</sup> série, t. IX, p. 379.



limite des pressions 0,434. Pour représenter d'une façon symbolique l'état de mouvement des deux jets, j'ai dessiné leurs méridiens à la même échelle. En attribuant à chaque point une ordonnée égale à la pression vive, j'ai tracé, au moyen de constructions graphiques convenables, un relief topographique dont les points d'égales pressions déterminent les courbes de niveau. Les croquis ci-dessus représentent les jets dans l'atmosphère des deux orifices placés sur une même chaudière à 3<sup>atm</sup>, 75.

» 1. *Dans l'axe du jet*, j'ai constaté la présence de trois ventres et de trois nœuds successifs, dont la position et la valeur dépendent : 1° de la pression  $p_0$  de la chaudière, ou, plus généralement, du rapport des pressions des milieux amont et aval; 2° de la forme des orifices. Pour une même pression  $p_0$ , le vide, ou plus exactement la stagnation du premier ventre, croît avec  $m$ ; pour un même orifice, il croît avec la pression  $p_0$ , mais, en même temps, les concamérations suivantes s'atténuent, la dépression axiale devient continue, enfin le jet gazeux, privé de ses interférences, tend vers l'apparence grossièrement paraboloidale de la nappe résultant du choc d'un jet liquide sur un disque plan solide du diamètre de l'orifice.

» 2. *En dehors de l'axe*, le jet de vapeur, convergent et continu pour tous les orifices à de faibles débits, commence à diverger en nappe, et cela sans la moindre apparence de condensation, à partir du moment où le rapport de la pression du milieu d'aval à la pression de la chaudière s'est abaissé suffisamment pour assurer la régularisation du débit. C'est alors une sorte de gourde, dont le fond repose sur la tranche de l'orifice, dont les cols extérieurs précèdent les ventres de l'axe, dont les ovales intérieurs en entourent les ventres. Enfin, il est très important de constater que sa pression vive continue a pour valeur numérique celle de la contrepression limite calculée par la formule elliptique du débit dont elle assure le maximum. Cette contrepression limite  $(1 - \frac{a}{m})p_0$  devient pour la vapeur ( $a = 0,4758$ ), et pour les deux orifices de coefficients 1,0373 et 0,84.

$$\left(1 - \frac{0,4758}{1,0373}\right)p_0 = 0,54p_0, \quad \left(1 - \frac{0,4758}{0,84}\right)p_0 = 0,434p_0.$$

» Or j'ai trouvé expérimentalement pour valeur de la pression vive des deux nappes :

pour  $p_0 = 2^m, 85$  de mercure.  $1^m, 54 = 2^m, 85 \times 0,54$  et  $1^m, 24 = 2^m, 85 \times 0,434$   
 pour  $p_0 = 2^m, 66$  de mercure.  $1^m, 44 = 2^m, 66 \times 0,54$  et  $1^m, 16 = 2^m, 66 \times 0,434$

» L'épanouissement et la forme de la nappe, à partir du premier col, ne semblent dépendre que de la valeur numérique de ces pressions limites.

Pressions absolues  
dans

la chambre

et pressions

observées

de choc

à la tranchée

de l'orifice.

Position et pressions sises des n ends, et des ventres sur l'axe, en centimètres de mercure.

1<sup>er</sup> ventre, 2<sup>er</sup> ventre, 3<sup>er</sup> ventre, 4<sup>er</sup> ventre, 5<sup>er</sup> ventre, 6<sup>er</sup> ventre, 7<sup>er</sup> ventre, 8<sup>er</sup> ventre, 9<sup>er</sup> ventre, 10<sup>er</sup> ventre, 11<sup>er</sup> ventre, 12<sup>er</sup> ventre, 13<sup>er</sup> ventre, 14<sup>er</sup> ventre, 15<sup>er</sup> ventre, 16<sup>er</sup> ventre, 17<sup>er</sup> ventre, 18<sup>er</sup> ventre, 19<sup>er</sup> ventre, 20<sup>er</sup> ventre, 21<sup>er</sup> ventre, 22<sup>er</sup> ventre.

Pressions absolues observées en centimètres de mercure.	Pressions sises des n ends, et des ventres sur l'axe, en centimètres de mercure.
Pressions de la tranche de l'orifice en millim. ....	0
Compte de choc... 3,50 = 266	8 <sup>er</sup> ventre, 10 <sup>er</sup> ventre, 12 <sup>er</sup> ventre, 14 <sup>er</sup> ventre, 16 <sup>er</sup> ventre, 18 <sup>er</sup> ventre, 20 <sup>er</sup> ventre, 22 <sup>er</sup> ventre.
" de remous	22,5
Résultante.....	63
Différences.....	59
Orifice conique convergent à 13°, m = 1,0723,	108
Compte de choc... 3,75 = 285	10 <sup>er</sup> ventre, 12 <sup>er</sup> ventre, 14 <sup>er</sup> ventre, 16 <sup>er</sup> ventre, 18 <sup>er</sup> ventre, 20 <sup>er</sup> ventre, 22 <sup>er</sup> ventre.
" de remous	63
Résultante.....	45
Différences.....	168
Orifice contracté en parois très-minces m = 0,81,	10 <sup>er</sup> ventre, 12 <sup>er</sup> ventre, 14 <sup>er</sup> ventre, 16 <sup>er</sup> ventre, 18 <sup>er</sup> ventre, 20 <sup>er</sup> ventre, 22 <sup>er</sup> ventre.
Compte de choc... 3,75 = 285	8 <sup>er</sup> ventre, 10 <sup>er</sup> ventre, 12 <sup>er</sup> ventre, 14 <sup>er</sup> ventre, 16 <sup>er</sup> ventre, 18 <sup>er</sup> ventre, 20 <sup>er</sup> ventre, 22 <sup>er</sup> ventre.
" de remous	165
Résultante.....	71
Différences.....	168

Dans ce Tableau qui met en relief l'importance des variations  $\Delta$  de la pression vive axiale, il a été inutile de faire intervenir les pressions de la direction du diamètre qui se font équilibre en raison de la symétrie.

et les jets se superposent pour des pressions  $p_0$  de la chaudière inversement proportionnelles à, 0,54 et 0,434.

» Par exemple :

$3,75$ ( <sup>atm</sup> convergent)	et	$4,66$ ( <sup>atm</sup> contracté)
$3,50$ "	et	$4,35$ "
$3,00$ "	et	$3,75$ "

» D'une façon plus générale, la forme du jet dépend uniquement du rapport de la pression d'aval (qui est ici la pression atmosphérique) à la pression limite de l'orifice, calculée par ma formule elliptique ou mesurée expérimentalement par les procédés que je viens de décrire. Donc, en faisant en sorte que, pour des pressions convenablement choisies et pour un ou plusieurs orifices connus, ce rapport vienne à parcourir toutes les valeurs comprises entre 0 et 1, on pourra dessiner successivement toutes les formes de jets, relatifs à tous les orifices de contraction quelconque.

» Les faits que je viens de résumer brièvement confirment mes précédentes prévisions (1) sur l'établissement dans le débit *limite* d'un régime uniforme à la vitesse *limite* du son. »

ELECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude des propriétés de l'arc alternatif.*  
Note de M. G. CLAUDE, présentée par M. A. Potier.

« Parmi les nombreux phénomènes que détermine l'arc électrique, il en est un que j'ai eu l'occasion d'étudier d'une manière assez complète, et que je crois intéressant de signaler.

» Plaçons en série sur une différence de potentiel alternative de 2400 volts, correspondant à une fréquence d'environ 80 périodes par seconde, un condensateur de 0<sup>mef</sup>,1, une clef de court-circuit et 12 lampes à incandescence de 100 volts, 16 bougies.

» La clef de court-circuit étant fermée, les filaments des lampes rougissent par suite du courant de charge et de décharge du condensateur, soit environ 0<sup>amp</sup>,1, comme on peut s'en rendre compte. Ouvrons la clef de court-circuit de manière à déterminer entre les pointes un petit écart. Un arc permanent jaillit entre ces deux pointes, et l'on observe qu'en même temps l'intensité lumineuse des lampes *augmente très considérablement*, et cela d'autant plus que l'arc est plus long : à la limite de longueur de l'arc

(1) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 160.

compatible avec sa stabilité, soit 1<sup>mm</sup> environ, la différence de potentiel aux bornes de chacune des lampes, mesurée à l'électromètre, passe de 30 volts à 90 volts.

» L'adjonction, en série dans le circuit, de l'arc, c'est-à-dire en somme d'une résistance additionnelle, produit ainsi cet effet, en apparence paradoxal, d'augmenter l'intensité dans la proportion énorme de 1 à 4, en tenant compte de la variation de résistance des lampes.

» L'arc est évidemment la cause de ce phénomène, puisque sa présence est nécessaire. La différence de potentiel à ses bornes, mesurée à l'électromètre, est de 1200 *volts*, quoique cet arc éclate entre des pointes métalliques très rapprochées, et l'intensité est de 0<sup>amp</sup>,4. Si l'arc fonctionnait comme une résistance ordinaire, la puissance absorbée dans cet arc serait

$$1200 \times 0,4 = 480 \text{ watts.}$$

» Or, manifestement, il n'en est pas ainsi, attendu que la clef de court-circuit s'échauffe peu, après plusieurs minutes de fonctionnement. L'arc semble donc se comporter dans cette circonstance comme une self-induction presque parfaite, d'autant plus que, placé en série avec une capacité, il diminue très considérablement la résistance apparente du circuit.

» En réalité, l'explication est autre; tant que l'écart entre les pointes de la clef est supérieur à la distance explosive correspondant à la force électromotrice, l'arc n'existe pas, de sorte que le circuit est ouvert et que le condensateur ne peut se charger. Dès que la force électromotrice a atteint la valeur nécessaire, l'arc jaillit. La différence de potentiel aux bornes de la clef tombe presque à zéro et le condensateur se charge *brusquement* sous une force électromotrice considérable, au lieu de se charger petit à petit comme il arrive quand le circuit est métalliquement fermé. Le courant de charge est limité à une petite fraction de la période et par conséquent *beaucoup plus intense*. La moyenne des carrés de l'intensité est beaucoup augmentée; il en est donc de même de la puissance absorbée dans les lampes, comme je l'ai constaté directement, d'ailleurs. Il est évident d'autre part que les choses se passent à la décharge d'une façon analogue.

» On conçoit maintenant la raison de la faiblesse de la puissance dépensée dans l'arc : lorsque la différence de potentiel aux bornes de l'arc est grande, l'intensité est nulle, et réciproquement; mais la moyenne des carrés des différences de potentiel, que mesure l'électromètre, n'en est pas moins considérable.

» On conçoit aussi que la longueur de l'étincelle ait une influence con-

sidérable, puisque l'augmentation de cette longueur réduit de plus en plus la fraction de la période pendant laquelle se produit la charge du condensateur. La nature des électrodes influe aussi, en agissant sur la facilité plus ou moins grande avec laquelle l'arc formé se maintient lorsque la différence de potentiel diminue. Ainsi, avec le charbon, il n'est guère possible d'obtenir plus de 500 à 600 volts aux bornes d'un arc qui peut avoir de 3<sup>mm</sup> à 4<sup>mm</sup> de longueur. On fait encore varier la période de charge en agissant sur la valeur de la capacité. Les chiffres que j'ai indiqués sont ceux qui correspondent aux conditions les plus favorables avec la différence de potentiel et la fréquence employées.

» L'expérience montre que la présence d'un condensateur dans le circuit est indispensable pour déterminer l'augmentation d'intensité; conformément à la théorie que je viens d'exposer, l'adjonction d'un arc en série avec des lampes seules *diminue* l'intensité lumineuse.

» On ne peut pas vérifier *de visu* le mécanisme du phénomène que je viens de décrire avec une fréquence de 80, mais la vérification devient aisée en employant du courant à trois ou quatre périodes par seconde, fourni, sous une tension de 170 volts environ, par un moteur Gramme muni de deux bagues, servant comme transformateur de courant continu à 240 volts. En opérant avec un condensateur d'un microfarad et une lampe de 0<sup>amp</sup>,3, on observe, quand l'étincelle se forme, des maxima de lumière assez intenses et bien séparés, tandis que le filament reste obscur quand la clef de court-circuit est fermée. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des sels alcalins dissous.* Note de M. C. Nourrissox, présentée par M. Friedel.

« Comme l'a démontré M. Berthelot (*Annales de Chim. et de Phys.*, 5<sup>e</sup> série, t. XXVII, p. 89), il n'y a pas lieu de séparer dans le travail de l'électrolyse les réactions primaires et celles dites *secondaires*, mais il faut seulement tenir compte de l'état initial et de l'état final de la solution. J'ai cherché, en observant cette règle, à calculer, au moyen des données de la Thermochimie, la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des sels alcalins dissous, puis à vérifier expérimentalement le résultat calculé.

» Prenons par exemple le chlorure de sodium; en admettant qu'il y a décomposition totale, puis combinaison totale à partir des éléments,

nous distinguons quatre réactions dont l'ensemble forme l'électrolyse :

1° $\text{NaCl} = \text{Na} + \text{Cl}$ avec absorption de .....	96,4 <sup>cal</sup>
2° $\text{H}^2\text{O} = \text{H}^2 + \text{O}$ » .....	68,4
	164,8
3° $\text{Na} + \text{O} + \text{H} + \text{Aq} = \text{NaOH}$ dissoute avec dégagement de ...	111,8
4° Formation de composés oxygénés du Cl » ...	6
	117,8

» La différence est de  $164,8 - 117,8$ , soit  $47^{\text{cal}}$  et il faudrait donc que le courant électrique fournit un travail correspondant à  $47^{\text{cal}}$  pour électrolyser 1 équivalent de chlorure de sodium, à condition bien entendu qu'il n'ait à faire aucun autre travail que la seule électrolyse.

» La force électromotrice serait alors de  $\frac{47}{23,2} = 2^{\text{volts}}$ , 02, tension qu'on sait être suffisante pour électrolyser du chlorure de sodium.

» En calculant de même, on trouverait :

Pour NaBr.....	40 <sup>cal</sup> ,6 et 1 <sup>volts</sup> ,75
Pour NaI.....	26 <sup>cal</sup> ,9 et 1 <sup>volts</sup> ,16

résultats confirmés par l'expérience.

» Examinons aussi un oxyde, le sulfate de sodium par exemple donne :

1° $\text{SO}^2\text{Na}^2 = \text{S} + \text{O}^2 + \text{Na}^2$ , avec absorption de.....	329 <sup>cal</sup>
2° $2\text{H}^2\text{O} = 2\text{H}^2 + \text{O}^2$ , avec absorption de.....	136,8
	465,8
3° $\text{S} + \text{O}^2 + \text{Aq} = \text{SO}^2\text{H}^2$ étendu, avec dégagement de.....	142,5
4° $\text{Na}^2 + \text{O}^2 + \text{H}^2 + \text{Aq} = 2\text{NaOH}$ dissoute, avec dégagement de...	223,6
	366,1
Différence.....	99 <sup>cal</sup> ,7

» Remarquons qu'il reste bien, d'après ces équations,  $\text{H}^2$  à la cathode et  $\text{O}$  à l'anode, puisque le résultat est identique si l'on admet que le courant a simplement pour effet de décomposer de l'eau et de séparer le sulfate en base et en acide libres; on a alors :

Décomposition de $\text{H}^2\text{O}$ .....	68,4 <sup>cal</sup>
Neutralisation de l'acide sulfurique.....	31,4
A fournir par le courant.....	99,8

» L'acide sulfurique étant bibasique, il faut diviser ce chiffre 2 pour

avoir celui correspondant à un équivalent, soit  $\frac{99,8}{2 \times 23,2} = 2^{\text{volts}}, 15$  comme plus petite force électromotrice capable de décomposer du sulfate de sodium.

» Le nitrate et le chlorate de sodium donnent l'un et l'autre de cette façon :  $48^{\text{cal}}$  et  $2^{\text{volts}}, 67$ .

» En examinant les sels d'autres métaux, ceux de potassium par exemple, nous voyons que les résultats sont pareils et cela vient du fait connu que la différence entre les chaleurs de formation du chlorure de potassium et de la potasse est la même qu'entre les chaleurs de formation des composés semblables du sodium; il en est ainsi pour tous les autres sels des métaux alcalins et le travail à fournir est constant pour l'électrolyse de tous les sels d'un même acide.

» Or il faut, d'après la loi de Faraday, une égale quantité d'électricité pour mettre en liberté un équivalent des différents corps simples; il en résulte que si le travail d'électrolyse est constant pour tous les sels alcalins dissous d'un même acide, la force électromotrice le sera aussi puisque ce travail est proportionnel au produit de la quantité par la différence de potentiel.

» Mais, pour les oxysels, le travail consiste toujours à décomposer de l'eau et à mettre en liberté un acide et une base, et comme la chaleur de neutralisation des acides est à peu près invariable, il en résulte que le travail d'électrolyse sera le même pour tous les oxysels et l'on peut donc dire que :

» *La force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse d'un sel alcalin dissous est constante d'une part pour tous les oxysels, d'autre part pour les sels haloïdes dérivant du même acide.*

» Voici le résultat de mes expériences à l'appui de cette opinion :

	Chlorures.	Bromures.	Iodures.	Sulfates.	Nitrates.	Chlorates.
Potassium.....	1,97	1,74	1,5	2,40	2,32	2,45
Sodium.....	2,10	1,71	1,9	2,40	2,36	2,42
Lithium.....	2,01	»	»	2,43	2,45	»
Calcium.....	1,95	1,71	1,6	»	2,28	»
Baryum.....	1,94	1,72	1,7	»	2,37	2,48
Ammonium.....	1,83	1,46	»	2,29	»	»
Valeurs calculées.....	2,02	1,75	1,6	2,15	2,07	2,07

» Ces nombres, qui représentent des volts, ne sont pas absolus, la gradua-

tion de l'instrument n'étant pas parfaite, mais ils sont comparables entre eux, et voici comment ils ont été obtenus.

» Soit  $D$  la différence de potentiel entre les deux bornes d'un accumulateur à grand débit et à faible tension (5 à 6 volts et 50 ampères par exemple); je mesure directement cette valeur au moyen d'un voltmètre gradué en cinquantièmes de volts, puis j'intercale dans le circuit le bain d'électrolyse contenant la solution en expérience et fais une seconde lecture; soit  $d$  le chiffre relevé et  $E$  la force électromotrice, on a

$$D - d = E.$$

» Il est facile, au moyen d'un commutateur, de faire rapidement de nombreuses lectures de  $D$  et  $d$ , dont on peut prendre la moyenne. D'autre part, en connaissant la résistance de l'instrument, on calcule l'intensité du courant; elle était au plus de  $\frac{1}{1000}$  d'ampère dans mes essais et la résistance de la solution était pratiquement nulle, les électrodes ayant au moins 30<sup>cm</sup>; celles-ci étaient en platine, distantes de 10<sup>mm</sup> à 12<sup>mm</sup> et séparées par une cloison poreuse.

» Les solutions comparées entre elles contenaient un même nombre de molécules au litre, et le fait de la décomposition a été vérifié chaque fois aux deux pôles; le dégagement d'hydrogène était du reste déjà visible. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une application du silicate de soude.*

Note de M. G. GEISENHEIMER, présentée par M. Troost.

« Quelle que soit la pureté des produits chimiques employés dans le blanchissage du linge, on n'est pas certain d'obtenir un nettoyage parfait, même si les cristaux de soude sont très blancs, le savon très riche en corps gras, ou les sels caustiques de soude sans traces de sulfures ou silicates. Souvent le linge ou bien reste roux, ou bien se couvre de grandes taches jaunes ou encore conserve toutes les maculatures préexistantes. Pour corriger ces défauts, le blanchisseur augmente la dose de causticité, allonge le temps de l'ébullition, et si, parfois, il arrive au but, c'est au détriment du linge qui est brûlé. Il est reconnu que le linge s'use beaucoup moins vite dans les campagnes où l'on coule encore la lessive avec des cendres. Aussi tous les mécomptes éprouvés sont-ils généralement imputés aux produits chimiques mis en œuvre, tandis qu'ils doivent être attribués à la nature des eaux employées. Les unes sont réputées de bonne



qualité, d'autres au contraire sont rejetées comme impropres au blanchissage. Cette distinction doit disparaître. Dans les eaux communes, il n'y a que les sels de chaux ou de magnésie qui aient une influence, les sels des autres bases sont en trop faible proportion.

» Le bicarbonate de chaux se dédouble à l'ébullition ou par l'addition de soude et forme un précipité qui adhère au linge : agissant comme une laque, il fixe aux tissus la couleur jaunâtre que possède la solution alcaline où il prend naissance; ces taches de lessive résistent aux lavages subséquents ainsi qu'aux agents oxydants. Le sulfate de chaux agit de même; il est du reste ramené à l'état de carbonate par l'addition du sel de soude. On connaît enfin l'action des sels de chaux et de magnésie sur les savons alcalins qu'ils décomposent.

» Lorsqu'on emploie de l'eau distillée, ou simplement purifiée, les accidents signalés plus haut ne se produisent pas. Mais, dans le blanchissage, on ne peut recourir aux procédés industriels d'épuration qui sont trop compliqués, il faut un moyen plus simple : on rend inoffensive une eau calcaire en l'additionnant d'un silicate alcalin, dont la qualité essentielle est d'être entièrement soluble dans l'eau.

» On l'obtient aisément en mélangeant à du carbonate de soude anhydre en poudre 10 à 20 pour 100 d'une solution saturée de silicate de soude  $\text{NaO}, 2\text{SiO}_2$ . Le carbonate tendant à former l'hydrate  $\text{NaO}, \text{CO}_2 + 10\text{HO}$  absorbe l'eau de la solution et devient pour ainsi dire le support du silicate. Sous cette forme, ce sel est aisément transportable et conserve sa solubilité, tandis qu'aucun silicate obtenu directement par fusion n'est intégralement soluble.

» Au sein de la lessive, le silicate donne avec les sels de chaux et de magnésie un précipité floconneux qui se dépose très vite, n'est nullement adhésif et devient à l'ébullition pulvérulent comme du sable. En solution dans une eau purifiée, tous les produits lixiviels sont employés utilement; de plus, comme on ne perd plus ni soude caustique, ni carbonate de soude, on peut calculer les quantités strictement nécessaires de ces produits et éviter ainsi un excès nuisible et coûteux.

» L'expérience montre alors qu'il suffit d'une très petite quantité de soude caustique; elle est utile pour amorcer la saponification des corps gras que le carbonate alcalin continue ensuite d'une façon moins énergique et moins dangereuse pour les tissus; mais on peut s'en passer. Du reste, quand on analyse les principes actifs extraits des cendres de bois,

on trouve uniquement du carbonate et du silicate de soude ou de potasse.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques phosphochromates.*  
Note de M. MAURICE BLONDEL, présentée par M. Troost.

« L'acide phosphorique hydraté est susceptible de former avec l'acide chromique plusieurs acides doubles. Je décrirai aujourd'hui les sels bien définis et remarquablement stables obtenus en saturant par la potasse certains mélanges des deux acides. Ces sels répondent aux formules



Ils cristallisent, le premier sel en prismes courts peu chargés de facettes, le second sel en aiguilles généralement groupées en gerbes. Au contact de l'eau ou d'une dissolution saturée de bichromate de potasse, les prismes courts se hérissent de fines aiguilles qui ne tardent pas à disparaître si le dissolvant est employé en quantité suffisante. De même qu'un lavage à l'eau transforme un de ces sels en lui faisant perdre de l'acide chromique et de la potasse, une dissolution contenant de l'acide phosphorique, de l'acide chromique et de la potasse qui peut abandonner d'abord le sel  $\text{PhO}^5 \cdot 8\text{CrO}^3 \cdot 3\text{KO}$ , donne quand elle est appauvrie en acide chromique le sel  $\text{PhO}^5 \cdot 4\text{CrO}^3 \cdot 2\text{KO} \cdot \text{HO}$ . Mais en employant les acides dans un rapport convenable, on obtient à volonté, par addition d'une dose d'alcali insuffisante pour saturer le  $\frac{1}{3}$  de l'acide phosphorique, l'un ou l'autre des phosphochromates.

» Un mélange de 1 équivalent d'acide phosphorique trihydraté et de 8 équivalents d'acide chromique dissous dans aussi peu d'eau que possible, traité par  $\frac{3}{4}$  d'équivalent de carbonate de potasse, fournit immédiatement un précipité cristallin et dans le vide sec des cristaux déterminables. Le précipité cristallin et les cristaux ont même composition.

» Ils donnent à l'analyse :

	Trouvé.		Calculé.
Acide phosphorique.....	12,6	$\text{PhO}^5$ .....	11,6
Acide chromique.....	64,9	$8\text{CrO}^3$ .....	65,3
Potasse.....	22,6	$3\text{KO}$ .....	23,1
	99,5		100,0

» Le mélange de 1 équivalent d'acide phosphorique et de 2 équivalents

d'acide chromique traité par  $\frac{3}{4}$  d'équivalent de carbonate de potasse fournit spontanément des cristaux du second phosphochromate, car ils donnent à l'analyse :

	Trouvé.		Calculé.
Acide phosphorique.....	18,8	PhO <sup>5</sup> .....	18,9
Acide chromique.....	54,0	4CrO <sup>3</sup> .....	53,5
Potasse.....	25,1	2K <sup>2</sup> O.....	25,3
Eau par différence.....	2,1	HO.....	2,3
	<u>100,0</u>		<u>100,0</u>

» Ce dernier mélange présente cette particularité qu'il peut aussi fournir le composé PhO<sup>5</sup>.8CrO<sup>3</sup>.3K<sup>2</sup>O, à la condition que des cristaux de ce sel soient semés avant l'addition de l'alcali. Toutefois les cristaux ne peuvent ni se mouvoir ni se conserver dans ce milieu pauvre en acide chromique: ils finissent même par disparaître, car ils servent à l'accroissement continu de quelques cristaux du sel PhO<sup>5</sup>.4CrO<sup>2</sup>.2K<sup>2</sup>O.HO formés malgré l'ensemencement.

» La présence de l'acide sulfurique ou de l'acide molybdique dans ces mélanges donne naissance à des sels complexes qui feront l'objet d'une prochaine Note (1) ».

CHIMIE. — *Action de l'acide sulfurique sur le charbon de bois.*

Note de M. A. VERNEUIL, présentée par M. Friedel.

« Les réactions secondaires qui accompagnent la formation des anhydrides sulfureux et carbonique, dans la réaction classique de l'acide sulfurique sur le charbon de bois, ne paraissent jusqu'à présent avoir été l'objet d'aucune étude (2).

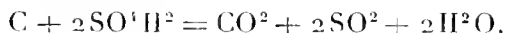
» Le produit noir visqueux et incristallisable qui constitue le résidu de cette préparation renferme cependant plusieurs matières intéressantes, parmi lesquelles j'ai déjà pu extraire, en quantité notable, deux des principaux acides benzène-carboniques: l'acide mellique (acide phène-hexaméthylé) et l'acide benzène-pentacarbonique (acide phène-pentaméthylé). Leur préparation et leur identification font l'objet de ce premier Mémoire.

1. La formation de ces acides m'a paru liée principalement à la grande

(1) Travail fait au laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne.

(2) M. Terreil a cependant signalé la formation d'une petite quantité d'un acide organique qui se sublime pendant la préparation du gaz sulfureux par ce procédé (*Bull. Soc. chim.*, 2<sup>e</sup> série, t. II, p. 113).

concentration de l'acide sulfurique, et, par conséquent, à la température à laquelle s'effectue la réaction; il convient d'après cela de produire un dégagement rapide des gaz pour éviter autant que possible le retour, dans le ballon, de l'eau engendrée conformément à la réaction



» En raison des impuretés du charbon de bois (eau, cendres, etc.), ainsi que pour éviter la destruction, par un grand excès d'acide sulfurique, des produits d'abord formés, je n'ai employé, dans ces premiers essais, que 1400<sup>gr</sup> d'acide ordinaire pour 100<sup>gr</sup> de charbon, soit une quantité d'acide inférieure à celle qui répond à l'équation ci-dessus.

» Un thermomètre plongé dans le liquide indique que la réaction présente toute son intensité vers 280°; la température ne monte vers 300° qu'à la fin de l'opération. On pèse le ballon de temps en temps et, lorsqu'il ne renferme plus que 90<sup>gr</sup> à 100<sup>gr</sup> de matière, ce qui arrive après six heures de chauffe environ, l'attaque est terminée. Il est difficile de dépasser ces limites sans risquer de brûler le produit. La quantité de matière organique entraînée par l'eau, le gaz sulfureux et l'acide sulfurique qui distillent, est insignifiante.

» Après refroidissement, la masse est reprise par l'eau, qui se charge de substances colorées en brun très foncé et laisse une matière noire insoluble, coagulée, dans laquelle on ne retrouve plus trace de la forme primitive du charbon de bois; ce produit, soluble dans les alcalis et dans l'acide sulfurique concentré, sera étudié ultérieurement.

» L'acide sulfurique que renferme la liqueur est éliminé par le chlorure de baryum, employé sans excès, puis on évapore à sec le liquide clair décanté afin de chasser l'acide chlorhydrique; il reste alors, comme résidu, une substance brune, amorphe, très acide et dont le poids s'élève à 20 pour 100 de celui du charbon attaqué. Ce mélange d'acides est repris par l'eau et saturé par l'ammoniaque qui précipite les oxydes de fer, de manganèse, la chaux, etc., à l'état de sels basiques, puis la liqueur filtrée et fortement concentrée abandonne des cristaux de mellate d'ammonium qu'on obtient tout à fait purs, après trois ou quatre cristallisations dans une fois et demie leur poids d'eau. Le rendement atteint 4 pour 100 environ du poids du charbon mis en œuvre.

» Ce mellate d'ammonium a été caractérisé d'abord par sa forme cristalline que M. Wyruboff a bien voulu examiner: c'est celle d'un prisme orthorhombique, avec  $mm = 114^{\circ}, 25$ ,  $a^1p = 151^{\circ}$ ,  $e^1p = 160^{\circ}, 5$ , semblable à celui décrit par G. Rose.

» Le dosage de l'ammoniaque, calculé en  $\text{AzH}^3$ , a donné 17,39 pour 100; la théorie pour  $\text{C}^6(\text{CO}^2)^6(\text{AzH}^3)^6\text{H}^2\text{O}$  exige 17,82 pour 100.

» Il donne avec le chlorure de baryum, en liqueur étendue, un précipité blanc amorphe qui ne tarde pas à se transformer complètement en un magma de fines aiguilles caractéristiques qui répondent, après dessiccation sur l'acide sulfurique, à la formule  $\text{C}^{12}\text{O}^{12}\text{Ba}^3\text{H}^2\text{O}$  (trouvé: C = 16,85, H = 1,29, O = 33,45, Ba = 48,41; calculé: C = 16,84, H = 1,40, O = 33,68, Ba = 48,07).

» J'ai vérifié également que ce mellate d'ammonium se transforme à 160° en paramide insoluble et en acide enchrôïque qui fournit sur une lame de zinc la belle couleur bleue caractéristique devenant cramoisie par l'action des alcalis (Wechler).

» Ces faits établissent que l'un des acides engendrés dans l'oxydation du charbon de bois par l'acide sulfurique est bien l'acide mellique.

» 2. Je n'ai pas trouvé de méthode simple et rapide permettant de purifier les sels qui restent dans la solution brune sirupeuse séparée du mellate brut. Le procédé que j'ai adopté consiste à transformer ces sels ammoniacaux en sels de baryum, à dissoudre ceux-ci dans l'acide chlorhydrique, puis à fractionner par la baryte; on sépare ainsi d'une manière complète les matières brunes qui souillent ces produits.

» A cet effet, la solution des sels ammoniacaux est évaporée à sec en présence d'un léger excès d'hydrate de baryte, puis les sels basiques obtenus sont dissous à froid dans HCl au dixième. Cette liqueur est additionnée d'une solution chaude et concentrée de baryte, jusqu'à la formation d'un précipité persistant; à partir de ce moment, on fractionne la précipitation en ajoutant au liquide une solution de 30<sup>es</sup> d'hydrate de baryte par kilogramme de charbon attaqué.

» Ce premier précipité, séparé le lendemain du liquide surnageant, entraîne la majeure partie des produits bruns. En continuant ainsi ce fractionnement jusqu'à ce que la liqueur devienne alcaline, on obtient encore cinq précipités de moins en moins colorés; les deux premiers sont cristallins, les trois autres gélatineux.

» Laisant de côté ces trois derniers précipités amorphes, ainsi que le sel de baryum qui demeure en solution dans la liqueur alcaline finale, j'examinerai seulement aujourd'hui les deux précipités cristallins qui sont assez semblables pur être réunis.

» Ils donnent dans HCl étendu une solution brune qui laisse déposer après concentration un sel de baryum acide cristallisé en aiguilles mélangées avec du chlorure de baryum. Ces deux sels se séparent très aisément des produits bruns; on les obtient tout à fait blancs après trois ou quatre cristallisations dans HCl étendu. Ils sont alors décomposés par la quantité équivalente d'acide sulfurique, on sépare le sulfate de baryum, on évapore à sec pour chasser HCl et le résidu cristallisé une dernière fois dans l'eau fournit l'acide phène-pentaméthylloïque pur et cristallisé. Le rendement atteint près de 3 pour 100 du poids du charbon attaqué.

» Cet acide, obtenu pour la première fois en 1880 par M. Friedel <sup>(1)</sup> en oxydant le pentaméthylbenzène à l'aide du permanganate de potassium, est très soluble dans l'eau chaude, d'où il se dépose par refroidissement en belles aiguilles soyeuses; il est soluble dans l'alcool et dans l'éther, s'effleurit à l'air et perd 27,56 pour 100 d'eau sur l'acide sulfurique: la quantité d'eau calculée pour C<sup>6</sup>H(CO<sup>2</sup>H)<sup>5</sup>6H<sup>2</sup>O s'élève à 26,60 pour 100.

(<sup>1</sup>) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIV, nouv. sér., p. 627, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6<sup>e</sup> série, t. I, p. 474.

» Desséché à 110°, il répond à la formule  $C^6H(CO^2H)^5$  (trouvé : C = 44,19, H = 2,27, O = 53,54; calculé : C = 44,29, H = 2,01, O = 53,69).

» Saturé par l'ammoniaque, il précipite le chlorure de baryum comme le mellate correspondant, mais le précipité amorphe ne se transforme pas spontanément en cristaux. Ses sels alcalins donnent avec l'azotate d'argent un précipité blanc amorphe qui renferme, après dessiccation, 64,38 pour 100 d'argent (théorie : 64,82). Ce sel déflagre par la chaleur en fournissant une matière noire, pulvérulente et très volumineuse, qui laisse après grillage une mousse d'argent pur.

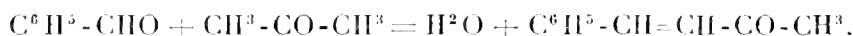
» La saturation de cet acide, par la potasse, a exigé 93,46 pour 100 de KOH (théorie : 94,11).

» Ces données suffisent pour caractériser l'acide *phène-pentaméthylolique*.

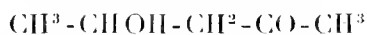
» Il me reste, pour achever ce travail, à purifier les produits du fractionnement par la baryte, que je n'ai pu encore examiner, et à déterminer si l'origine des acides que je viens de décrire provient réellement du carbone, ou si elle n'est que le résultat de l'oxydation des produits hydrogénés qu'une calcination incomplète laisse toujours subsister dans le charbon de bois. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation de l'aldéhyde isovalérianique avec l'acétone ordinaire*. Note de MM. **PH. BARBIER** et **L. BOUYEAULT**, présentée par M. Friedel.

« M. Claisen a indiqué, il y a déjà longtemps<sup>(1)</sup>, que les aldéhydes aromatiques se condensent à froid avec l'acétone ordinaire, en prenant une lessive de soude étendue, pour donner des acétones non saturées. La réaction est la suivante avec l'aldéhyde benzylique :



» Cette intéressante réaction n'a pas jusqu'ici été appliquée aux aldéhydes de la série grasse. Il y a un an (*Berichte*, t. XXV, p. 3164), M. Claisen a cherché à condenser l'acétone avec l'aldéhyde ordinaire, mais la réaction ne s'est pas passée comme avec l'aldéhyde benzylique. Il s'est produit une acétone-alcool secondaire



qui n'a perdu une molécule d'eau pour fournir l'éthylidène-acétone que sous l'action de l'anhydride acétique.

<sup>(1)</sup> L. CLAISEN, *Berichte*, t. XIX, p. 2468; *Bull. Soc. Chim.*, t. XXVII, p. 509; L. CLAISEN et A. POWER, *Ann. Chem.*, t. CCXXII, p. 137; *Bull.*, t. XLIII, p. 137.

» L'étude des condensations des acétone avec les aldéhydes sous l'influence de lessives alcalines faibles nous a paru d'un grand intérêt. Il nous a semblé, en effet, que cette réaction était une de celles qui peuvent se passer dans les cellules végétales et que les composés auxquels elle donne naissance pouvaient être un des stades intermédiaires de la synthèse des essences naturelles.

» Nous avons constaté que la condensation des aldéhydes grasses avec l'acétone se fait très aisément par la méthode de M. Claisen.

» Nous avons abandonné pendant 3 jours à la température ordinaire un mélange de : aldéhyde valérianique, 100<sup>g</sup>; acétone, 100<sup>g</sup>; soude à 10 pour 100, 100<sup>g</sup>; eau, 600<sup>g</sup>. Le mélange doit être assez fréquemment agité. Au bout de trois jours l'odeur suffocante de l'aldéhyde valérianique avait à peu près disparu. On sépare alors la couche insoluble, on la sèche avec un peu d'acétate de sodium fondu et l'on rectifie.

» Il passe dans les premières portions un mélange d'acétone et de valéral, puis le thermomètre s'élève rapidement à 179°. La portion principale passe de 170 à 190°; il reste un assez faible résidu dont l'étude n'est pas terminée.

» La portion principale retient de l'eau énergiquement, mais on l'en débarrasse aisément en la faisant bouillir pendant quelques instants avec de l'anhydride acétique, puis rectifiant ensuite avec un petit appareil à boules.

» Le nouveau liquide est complètement incolore, assez mobile et possède une odeur agréable, rappelant celle de l'acétate d'amyle. Il bout à 180° sous 756<sup>mm</sup>.

» Sa composition est représentée par la formule C<sup>8</sup>H<sup>14</sup>O et répond à celle de *l'isoamylidénacétone* ou *méthylhepténone*. Sa densité à 0° est égale à 0,8580.

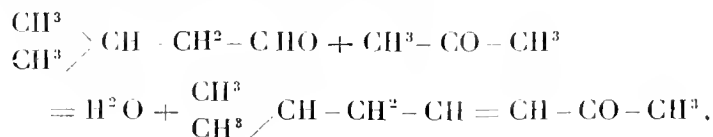
» Les indices de réfraction sont  $n_D = 1,4425$ ,  $n_D = 1,4581$  à 17°,8 pour les longueurs d'onde  $\lambda_D = 645$ ,  $\lambda_D = 452,6$ .

» La méthylhepténone se combine au bisulfite au bout d'un contact assez long, en donnant un produit cristallisé. Traitée à froid par un mélange de soude, d'hypobromite, d'iode de potassium, elle est décomposée avec formation d'iodoforme. L'hypobromite seul réagit également, mais ne semble pas fournir de bromoforme.

» *L'isoamylidénacétone* réagit aisément avec le réactif de Crismer (chlorure de zinc-hydroxylamine) en donnant naissance à une *oxime* liquide, bouillant à 225°-230° sous la pression ordinaire, avec une faible décomposition. Cette *oxime* possède un *sel de sodium* insoluble dans la soude concentrée, un *dérivé benzoylé* huileux.

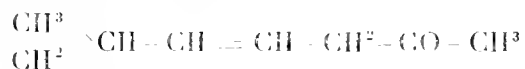
» La réduction par l'alcool et le sodium ne fournit qu'une faible quantité de *méthylhepténol*; en revanche, il se fait une forte quantité d'une substance liquide à point d'ébullition élevé qui semble être la pinacone correspondante.

» Il est naturel d'admettre que la réaction qui donne naissance à la méthylhepténone s'est passée suivant le schéma



et que le nouveau corps constitue réellement l'isoamylidénacétone ou 2 méthyl - 4 heptène - 6 one.

» Cependant il ne serait pas impossible que le départ de la molécule d'eau donnât naissance à l'isomère

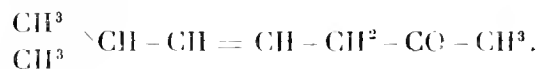


ou 2 méthyl - 3 heptène - 6 one.

» Pour décider la question, nous avons soumis le produit à l'oxydation au moyen du bichromate de sodium et de l'acide sulfurique. Nous avons enlevé les acides formés par la distillation; nous les avons transformés en sels de baryum, puis en éthers éthyliques. Ceux-ci, lavés à l'eau, séchés et rectifiés, se sont trouvés composés exclusivement de valérienate d'éthyle bouillant à 130°-134° (133°) dès la première distillation. L'isoamylidénacétone seule peut donner à l'oxydation de l'acide isovalérianique; son isomère fournirait de l'acide isobutyrique.

» Cette démonstration de la constitution de l'isoamylidénacétone peut sembler à première vue inutile; elle ne l'est pas cependant, car on a déjà attribué la constitution de l'isoamylidénacétone à un corps qui, comme nous allons le montrer, est nettement différent de celui que nous avons eu entre les mains.

» M. Wallach (<sup>1</sup>), en décomposant par la chaleur l'anhydride cinéolique, a obtenu une méthylhepténone bouillant à 173°-174° à laquelle il a donné pour constitution



» Récemment MM. Tiemann et Semmler (<sup>2</sup>) ont préparé la même substance en oxydant le géraniol et le citral par le bichromate de potassium, ainsi qu'en décomposant, au moyen de la potasse alcoolique faible, le nitrile dérivé du citral.

» MM. Tiemann et Semmler ont constaté l'identité de leur produit avec celui obtenu par M. Wallach. L'un et l'autre traités par une solution refroidie de deux molécules de brome dans trois molécules de soude caustique fournissent un produit cristallisé fondant à 98°-99°. D'autre part, M. Wallach a établi que la méthylhepténone était convertie en dihydrométaxylène par le chlorure de zinc anhydre.

(<sup>1</sup>) *Ann. de Chim.*, t. CCLXVIII, p. 319. — *Bull.*, 3<sup>e</sup> série, p. 898.

(<sup>2</sup>) *Berichte*, t. XXVI, p. 2708 et *Bull.*, 3<sup>e</sup> série, t. IX, p. 979.



» Après avoir montré l'identité de leur méthylhepténone avec celle provenant de l'anhydride cinéolique, M. Tiemann et Semmler ont rejeté la constitution proposée pour elle par M. Wallach et en ont voulu faire l'*isoamylidénacétone*.

» Nous croyons que M. Wallach était dans le vrai, car le corps que nous avons entre les mains est l'isoamylidénacétone et il est nettement différent de la méthylhepténone de Wallach.

» 1° L'isoamylidénacétone ne fournit pas avec le brome et la soude de dérivé cristallisé;

» 2° L'action du chlorure de zinc dans les conditions indiquées par M. Wallach fournit des produits de condensation à poids moléculaire élevé et non pas le dihydrométaxylène;

» 3° Le point d'ébullition de notre acétone est plus élevé;

» 4° Les indices de réfraction sont plus petits

$$n_D = 1,4400 \text{ (Wallach)}, \quad 1,4415 \text{ (Tiemann)}.$$

» MM. Tiemann et Semmler n'ont établi par aucune expérience la constitution qu'ils imposent à leur méthylhepténone; ils l'ont conclue des schémas qu'ils ont adoptés pour représenter le géraniol et le citral et qui semblent incompatibles avec la constitution proposée par M. Wallach. L'inexactitude de la conclusion nous paraît en ébranler fortement les prémisses.

» La préparation de la méthylhepténone se fait avec un rendement excellent. Nous avons constaté que l'œnanthol réagit aussi très aisément sur l'acétone en donnant un produit cristallisé dont nous continuons l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur les propriétés chimiques de l'extrait alcoolique de levure de bière: formation d'acide carbonique et absorption d'oxygène.* Note de M. J. DE REY-PAILHADE, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les phénomènes chimiques qui se produisent au sein des organismes vivants sont engendrés par le conflit de principes immédiats, généralement très instables, qui se détruisent souvent sous l'action des réactifs employés pour les extraire. Il est cependant possible, en utilisant le froid et certains antiseptiques faibles, d'obtenir des liqueurs produisant, à l'abri de tout élément figuré, plusieurs phénomènes chimiques caractéristiques de la vie. C'est ce que les faits suivants démontrent :

» On délaye 100<sup>gr</sup> de levure de bière très jeune, pressée, à 20 pour 100 de résidu sec

environ, dans 55<sup>cc</sup> d'eau chargée d'un peu de glucose, puis on ajoute, par petites portions, 45<sup>cc</sup> d'alcool à 90° centésimaux. On remplit complètement un flacon de cette bouillie, on bouche et l'on conserve à la température de 0°. On agite de temps en temps pendant trois jours, puis le mélange mousseux est versé sur un filtre de papier. Le *filtratum* est repassé à la bougie stérilisatrice de M. d'Arsonval. Le liquide est reçu dans un vase stérilisé et soumis au vide d'une trompe à eau pour enlever l'excès d'acide carbonique dissous.

» Cette liqueur, au titre de 22 pour 100 d'alcool environ, un peu acide et privée de tout organisme vivant, jouit des trois propriétés chimiques suivantes, appartenant aussi à la levure de bière vivante : 1° de produire de l'hydrogène sulfuré au contact du soufre à froid ; 2° de dégager spontanément de l'acide carbonique à l'abri de l'oxygène ; 3° d'absorber l'oxygène libre de l'air. Voici les expériences qui le prouvent :

» 1° En mélangeant et en agitant dans un flacon du soufre avec cette liqueur, il se produit un peu de H<sup>2</sup>S qui noircit bientôt un papier à l'acétate de plomb suspendu dans l'atmosphère du flacon. Cette formation est due à un principe immédiat, le *philtion*, sur lequel j'ai déjà eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie (1).

» 2° Dans trois matras stérilisés on verse, à l'aide d'une pipette jaugée, 25<sup>cc</sup> de liqueur, puis on fait le vide à la pompe à mercure et l'on scelle à la lampe en ayant soin d'étirer l'extrémité en pointe fine. Un des matras est immédiatement soumis à l'analyse pour y déterminer l'acide carbonique que le vide à froid n'a pu enlever. On y parvient en introduisant le bout effilé dans un caoutchouc fixé à l'une des deux tubulures d'un petit flacon, dans lequel on a préalablement versé 0<sup>cc</sup>,5 d'acide sulfurique. L'autre tubulure est reliée à la pompe par un tube vertical entouré d'un manchon plein d'eau froide. Le flacon étant plongé dans de l'eau à 45° C., on fait le vide dans tout le système. A ce moment on brise la pointe effilée du matras ; son contenu descend dans le flacon au contact de l'acide sulfurique. Il se produit un abondant *coagulum* d'albumine, avec dégagement d'acide carbonique qu'on recueille et qu'on dose (A). Les autres matras sont conservés et agités pendant plusieurs jours à la température du laboratoire, puis on analyse un deuxième matras de la même manière que le premier ; on a (B) d'acide CO<sup>2</sup>. La différence (B — A) donne l'acide carbonique produit spontanément dans le vide. La liqueur conservée dans le vide perd lentement sa limpidité primitive, mais l'examen microscopique du liquide du troisième matras non chauffé ne dénote que des amas informes de matière albuminoïde, et les ensemencements faits avec la liqueur trouble dans différents milieux sont tous restés stériles.

» Voici les résultats de deux expériences, rapportées par le calcul à 100<sup>cc</sup> de liqueur :

CO <sup>2</sup>			Durée de l'expérience.
(A).	(B).	(B — A).	
16 <sup>cc</sup> ,8	48 <sup>cc</sup> ,8	32 <sup>cc</sup> ,0	7 jours
17 <sup>cc</sup> ,2	41 <sup>cc</sup> ,0	23 <sup>cc</sup> ,8	10 »

(1) *Comptes rendus*, séances des 11 juin et 2 juillet 1888 et du 18 février 1889.

» 3° Versons l'extrait alcoolique de levure de bière dans les matras pleins d'air, et, à l'aide d'un appareil tournant, agitions constamment l'air et le liquide. En faisant l'analyse du gaz emprisonné, on constate qu'il y a eu absorption d'oxygène et formation d'acide carbonique. Voici les résultats :

CO <sub>2</sub> (B - A).	Oxygène absorbé.	Durée, de l'expérience
cc.	cc.	jours
39,6	10,8	3
7,6	2,1	1
6,0	2,5	1

» On sait depuis Spallanzani que les tissus récemment détachés de l'organisme vivant consomment de l'oxygène et produisent de l'acide carbonique, soit dans l'air, soit dans un gaz inerte comme l'azote. M. Gautier a généralisé ces faits en étudiant les produits du fonctionnement autonome du tissu musculaire séparé de l'être vivant et mis à l'abri des microbes. J'ai montré, il y a quelques années, que les tissus, broyés avec du soufre, produisent de l'hydrogène sulfuré. Mes dernières expériences établissent que les principes immédiats eux-mêmes produisent ces phénomènes lorsqu'ils ont été extraits par des dissolvants convenables, et que ces effets paraissent indépendants de tout élément figuré. Nous examinerons ultérieurement le rôle physiologique du phiothion, qui existe abondamment dans ces extraits alcooliques (1). »

HYDROGRAPHIE. — *Sur les fonds sous-marins de la région de Banyuls et du cap de Creus.* Note de M. G. PRUVOT, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« De nombreux sondages, effectués pendant les mois d'août à octobre de l'année 1893, ont permis de dresser la Carte marine détaillée de la région comprise entre la plaine du Roussillon et le golfe de Rosas (Espagne) jusqu'à 40<sup>km</sup> au large.

» On sait que les deux côtes plates du Roussillon et de la vallée de Lamourdan (golfe de Rosas) courent sensiblement du nord au sud, séparées par la chaîne montagneuse des Albères, et que celle-ci se termine par la

---

(1) C'est avec un véritable plaisir que je remercie M. le professeur Armand Gautier des utiles et précieux conseils qu'il m'a donnés en 1893, alors que je vérifiais dans son laboratoire quelques-uns des faits précédents.

large masse du cap de Creus qui porte à l'est sa pointe extrême jusqu'à 20<sup>km</sup> environ de la ligne générale de la côte.

» Au point de vue du relief sous-marin, cette pointe du cap de Creus sépare aussi deux régions différentes. A son niveau, le plateau continental est réduit à une mince bordure de moins de 3<sup>km</sup> de large, reliant deux vastes plateaux dont l'un, au nord, appartient aux eaux françaises et l'autre, au sud, continue la côte d'Espagne. Ce dernier descend en pente douce et régulière vers l'est, et la profondeur de 400<sup>m</sup> n'est atteinte qu'à 40<sup>km</sup> au large de Rosas; mais son bord septentrional rectiligne forme un talus assez rapide pour qu'on voie le fond tomber de 188<sup>m</sup> à 759<sup>m</sup> en moins de 4<sup>km</sup> de parcours horizontal. Celui du nord, terminaison occidentale de la vaste plaine sous-marine peu profonde qui occupe tout le golfe du Lion, après s'être abaissé, à partir du rivage, jusqu'à 100<sup>m</sup> de profondeur environ, reste sensiblement horizontal sur une vaste étendue, puis tombe rapidement à des profondeurs supérieures à 800<sup>m</sup>. De plus, cette sorte de falaise, au lieu d'être droite comme celle du plateau espagnol qui lui fait face, est profondément découpée par trois échancrures, trois ravins étroits et profonds, limités de chaque côté par des talus rapides, mais dont la ligne de fond est presque horizontale, comprise entre 600<sup>m</sup> et 700<sup>m</sup>, bien que l'un d'eux ait une longueur de plus de 15<sup>km</sup>.

» Cette région se laisse, d'après la nature des fonds, diviser en quatre zones :

» 1<sup>o</sup> Une *zone littorale* étroite qui descend jusqu'à 40<sup>m</sup> environ. Formée de roches sur le prolongement des caps et, dans leurs intervalles, de graviers et de sables recouverts ordinairement de Posidonies, elle correspond à la zone où l'agitation perpétuelle des eaux empêche le dépôt de sédiments plus meubles.

» 2<sup>o</sup> La *zone de la vase côtière* grise, assez foncée, compacte et lourde. De largeur variable et surtout développée dans le nord où elle forme une large tache s'étalant autour de l'embouchure du Tech, elle descend partout, sauf contre la pointe du cap de Creus où elle manque, sans mélange sableux jusqu'à 90<sup>m</sup> environ, et représente l'apport actuel des rivières étalé en nappe à la surface des sables sous-jacents.

3<sup>o</sup> La *zone des graviers du large* qui se montrent à découvert sur tout le reste du plateau et descendent jusqu'à la profondeur de 250<sup>m</sup> en moyenne. C'est un mélange de sable, graviers et petits cailloux fortement roulés composés des roches de la région. Ils montrent à leur surface, surtout vers le bord du plateau, des concrétions brunes, volumineuses, formant par endroits de vrais banes rocheux redoutés des pêcheurs. Elles sont constituées par des débris de coquilles et des tubes d'annélides cimentés ou englobés par un dépôt brun foncé, calcaire et ferrugineux, à couches concentriques, indice d'un état de repos actuel des eaux confirmé par la fixation sur tous les cailloux ou grains de gravier d'une foule d'organismes délicats, mais qui contrastent avec leur

aspect roulé et prouve qu'ils ont été charriés à une époque antérieure au régime actuel des eaux et des rivières de la région.

4° La *zone de la vase profonde*, tapissant tous les grands fonds et les talus au-dessous de 250<sup>m</sup>. Très fine, molle, d'un gris jaunâtre pâle, virant au vert quand elle commence à se dessécher, elle passe au fond des ravins susmentionnés à une vase bleu-ardoisé, très compacte, où la coupe du sondeur n'enfoncé plus. Celle-ci étant recouverte à sa surface d'un mince lit de coquilles et graviers éboulés du plateau et purs de tout mélange vaseux montre par là qu'elle ne continue plus à se déposer, mais qu'elle doit être considérée comme formée par les anciens apports de vase profonde non recouverts par des dépôts nouveaux et en voie de solidification.

» Sur le plateau espagnol les dépôts ne montrent plus cette succession. On trouve bien encore dans sa partie nord la vase côtière et la vase profonde séparées par la même bande de graviers purs et roulés, mais ils disparaissent bientôt, et au niveau du golfe de Rosas la vase côtière, ici molle, jaunâtre et verdissant en séchant, montre partout et d'emblée les mêmes caractères que la vase profonde qui la continue et à laquelle elle donne naissance.

» D'après ces faits, tout en attendant le résultat des analyses détaillées des sédiments recueillis, je crois pouvoir conclure que, dans la région de Banyuls du moins, le plateau continental formé entièrement de sables et de graviers, ne montrant nulle part ses talus, malgré leur forte inclinaison, de saillies rocheuses, est dû en entier à des apports alluvien, continuation sous-marine de ceux de la plaine du Roussillon et se rattachant comme eux aux grands phénomènes de transport de l'époque quaternaire. Les profonds ravins qui découpent son bord ont dû être produits par la présence de quelques restes des derniers prolongements des Albères qui auraient divisé le courant et empêché les dépôts au delà d'eux.

» Aujourd'hui, les rivières affaiblies du Roussillon ne peuvent plus étaler leurs sédiments à la surface de ces anciens dépôts que jusqu'à une faible distance de la côte et ne prennent aucune part à la formation de la vase profonde.

» Celle-ci est d'origine méridionale. Les rivières espagnoles, la Muga, la Fluvia, d'autres peut-être encore plus au sud, étalent actuellement leur vase côtière plus fine, jaune verdâtre jusqu'à une distance plus considérable du rivage ; ce sont ses parcelles les plus fines qui recouvrent le bord méridional du plateau français et ses découpures. Leur transport aurait aussi une énergie décroissante, et les premiers sédiments poussés jusqu'au fond des ravins et non recouverts par des apports nouveaux auraient pris peu à peu les caractères de couleur et de compacité de la vase bleue.

» Ainsi, les dépôts ont dû se faire ici successivement suivant deux directions opposées : les premiers, à gros éléments, venus du nord-ouest et qui ont constitué le plateau continental, ont été ensuite recouverts en partie par des couches de vase fine qui se sont étendues dans la direction du sud-est au nord-ouest après avoir contourné le cap de Creus.

» Les sondages et dragages nécessités par l'exploration des 1700<sup>km</sup> carrés que représente cette carte ont été effectués avec les seules ressources du laboratoire Arago, mises à ma disposition par M. de Lacaze-Duthiers avec une libéralité dont je ne saurais assez le remercier. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Un signe de mort certaine, emprunté à l'ophthalmotonométrie. Lois de la tension oculaire.* Note de M. **W. NICATI**, présentée par M. Ranvier.

« En étudiant la tension oculaire à l'aide du nouvel instrument que j'ai fait construire et présenté récemment à la Société de Biologie, on trouve que cette tension, ou plus simplement dureté, qui est normalement de 18<sup>sr</sup> à 21<sup>sr</sup>, oscille à l'état physiologique entre 14<sup>sr</sup> et 25<sup>sr</sup> (T 0,4 à 1), baisse avec la cessation des battements du cœur à 12<sup>sr</sup> environ, pour s'affaïsser ensuite progressivement avec des ressauts ou retours en arrière brusques, ne dépassant jamais douze. A partir d'une demi-heure, on rencontre déjà les duretés minima de 1<sup>sr</sup> à 3<sup>sr</sup>, mais la détente définitive n'a lieu qu'après deux heures; elle devient alors complète.

» L'œil énucléé et replacé dans son orbite présente les mêmes phénomènes.

» L'instrument qui donne ces résultats est d'une extrême précision; ses indications sont dépouillées de l'équation personnelle à l'observateur qui a entravé, jusqu'à ce jour tous les procédés pratiques de tonométrie oculaire.

» Il en résulte un signe de mort certaine qui réside dans un premier affaïssement au moment de l'arrêt du pouls et dans un affaïssement définitif, et au plus haut degré démonstratif peu d'heures après.

» Les lois qui président à ces phénomènes sont les suivantes :

» 1<sup>o</sup> La tension oculaire est fonction de la tension sanguine;

» 2<sup>o</sup> Elle obéit à une régulation réflexe opposant à la pression sanguine des pressions égales (et empêchant soit les déformations qu'une pression sanguine exagérée pourrait provoquer, soit les ischémies qu'une pression

sanguine trop faible amènerait inévitablement si l'œil conservait une pression constante);

» 3<sup>o</sup> Une régulation rapide, provisoire, a lieu par la rétraction rapide ou contraction de la coque oculaire musculéuse;

» 4<sup>o</sup> Une régulation plus lente et plus durable a lieu par la sécrétion d'humeur aqueuse et son élimination.

» Ces lois méritent de fixer l'attention, et pour leur portée ophthalmologique, et pour les applications à en tirer au profit de la Médecine générale, la dureté de l'œil permettant une appréciation de la tension sanguine. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. - - *Quelques observations à propos du venin des serpents.* Note de M. S. JOURDAIN, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les intéressantes expériences de MM. Bertrand et Phisalix ont démontré que la résistance de la Vipère à l'inoculation de son propre venin et, en dernier lieu, celle de la Couleuvre à cette même intoxication, proviennent de la présence d'une certaine quantité de venin dans le sang de ces Serpents. On s'explique aisément la présence du venin dans le sang de la Vipère, puisque une glande spéciale, bien développée, est chargée de la sécrétion de ce produit toxique. Or, comme il arrive pour toutes les sécrétions, une certaine quantité du produit sécrété existe normalement dans le torrent circulatoire. En vertu de cette règle générale, la présence dûment constatée du venin dans le sang de la Couleuvre implique chez cette dernière l'existence d'un appareil vénénifique. C'est ce que les recherches de MM. Bertrand et Phisalix viennent de révéler.

» La Couleuvre à collier (*Natrix torquatus*) n'est pas la seule qui se montre réfractaire au venin de la Vipère. Ainsi que je m'en suis jadis assuré, la Couleuvre vipérine (*Tropidonotus viperinus*), la Couleuvre d'Esculape (*Elaphis Esculapii*), la Couleuvre lisse (*Coronella levis*) et la Couleuvre à échelons (*Rinachis scalaris*) possèdent une semblable immunité.

» Je regarde donc comme certain que ces Ophidiens possèdent des appareils vénénifiques, dont les produits se retrouvent dans leur sang. Bien plus, j'incline à croire que cet appareil existe chez tous les Ophidiens.

» Dans les Serpents venimeux les glandes à venin ne font que se masser et s'hypertrophier. En outre, un appareil d'inoculation perfectionné y est adjoint.

» Au point de vue de la situation de l'appareil inoculateur, on peut établir

deux groupes. Les dents sillonnées ou tubuleuses sont en avant de la mâchoire supérieure, groupe protéroglyphe; ou elles sont rejetées tout à fait en arrière, groupe opistoglyphe. Nous possédons en France des représentants de ces deux groupes. Les deux espèces de Vipères (*Vip. aspis* et *Vip. berus*) sont des Protéroglyphes. Le groupe opistoglyphe n'est représenté que par la Couleuvre de Montpellier (*Colopeltis insignitus*).

» La Vipère a fait l'objet d'un grand nombre de travaux anatomiques et physiologiques. Par contre, le *Colopeltis* a été peu étudié. A Montpellier, j'eus plusieurs individus vivants à ma disposition; la dissection me permit de reconnaître, comme l'avait fait auparavant Duvernoy pour d'autres Opistoglyphes, la présence d'une petite glande à venin, dont le conduit excréteur était en rapport avec les crochets sillonnés postérieurs.

» Le *Colopeltis* a la forme générale et les habitudes des Couleuvres. Il n'attaque point les animaux vivants, dont il se nourrit, de la même manière que la Vipère. Celle-ci, comme les serpents à crochets antérieurs, fond sur sa proie avec la rapidité de l'éclair, la blesse avec ses crochets, puis se retire et attend tranquillement l'effet prompt et assuré du poison, qui va mettre sa victime à sa merci. Le *Colopeltis*, comme les Aglyphodontes, lutte corps à corps avec sa victime, qu'il étreint dans ses anneaux, ou, presque toujours, se nourrissant de petites proies, happe sa proie avec ses mâchoires. C'est seulement quand cette proie est fortement engagée, que les dents à venin peuvent entrer en action.

» Cependant, le venin de la Couleuvre de Montpellier a une activité comparable à celui de la Vipère. La vérification expérimentale exige quelques précautions. Lorsque le Serpent, qui est d'un caractère assez irascible, se jette sur un corps assez volumineux, il ne blesse qu'avec les dents antérieures. Pour enfoncer dans les tissus les crochets à venin, je faisais abaisser fortement par un aide la mâchoire inférieure de la Couleuvre, passée dans l'anneau d'une clef, puis j'introduisais transversalement un membre de la victime jusqu'au fond de la bouche, et j'y implantais les crochets. J'ai vu ainsi périr assez rapidement de petits Mammifères et des Oiseaux.

» Je n'ai point eu l'occasion d'essayer le venin de la Vipère sur le *Colopeltis*, mais je suis convaincu que ce Serpent doit s'y montrer particulièrement réfractaire. Il sera d'ailleurs facile, sans doute, d'expérimenter sur cet Opistoglyphe, qui n'est pas rare en divers points du sud-est de la France. »



ZOOLOGIE. — *Sur la faune ichthyologique des eaux douces de Bornéo.*

Note de M. LÉON VAILLANT, présentée par M. E. Blanchard.

« Le Muséum ayant reçu de Bornéo d'importantes collections ichthyologiques, une en particulier recueillie récemment par M. Chaper dans les environs de Sémitou, à 600<sup>m</sup> de l'embouchure du Kapoas, leur étude m'a conduit à rassembler sur les poissons d'eau douce de cette île des documents susceptibles, je crois, de fournir certaines indications sur les rapports à établir entre sa faune et celle des contrées voisines.

» Les nombreux travaux de Bleeker, ceux publiés depuis par MM. Günther, Vinciguerra, Steindachner, Perugia, joints aux nouveaux matériaux dont j'ai pu disposer, permettent de reconnaître à Bornéo 322 espèces de Poissons dulçaquicoles. Ce nombre doit, sans aucun doute, être considéré comme encore inférieur à la réalité, car, en dressant la liste des points où des récoltes ont été faites, on est frappé de voir quelle surface de la grande île reste inexplorée, combien sont restreints les territoires où les recherches ont été quelque peu complètes. Une trentaine de localités ont pu être relevées : plus de la moitié appartiennent à la partie ouest, aux bassins du Sambas et du Kapoas surtout, un cinquième à la partie sud-est ; nos connaissances pour la faune ichthyologique à l'est, au nord et au nord-ouest se réduisent à quelques stations isolées, desquelles ne sont venues qu'un très petit nombre d'espèces, sauf peut-être pour le bassin du Sarawak, exploré par MM. le marquis G. Doria et le Dr Beccari, mais on n'a publié qu'incomplètement les résultats de ce voyage. La plus grande partie de cette vaste contrée restée donc inconnue et ce qui en a été étudié l'a été d'une manière très inégale. Ainsi, sur les 322 espèces, 230 (73 pour 100) se rencontrent dans la partie ouest, 179 (56 pour 100) dans la partie sud-est ; pour les trois autres, les chiffres sont insignifiants, 2 espèces pour la partie est, 7 pour la partie nord, une trentaine pour la partie nord-ouest.

» Malgré l'imperfection de nos connaissances, il est cependant déjà permis de penser que la faune ichthyologique de Bornéo doit être regardée comme homogène, et se rapproche, dans son ensemble, de la faune indomalaise.

» Pour ce qui regarde le premier point, si nous comparons les parties ouest et sud-est, de toutes les mieux étudiées, on trouve que 106 espèces, soit plus d'un tiers du nombre total et près de moitié des espèces citées dans la première région, où ce nombre est le plus grand, sont communes à l'une et à l'autre. Les 2 espèces de la partie est et

4 sur les 7 de la partie nord, se rencontrent également dans les précédentes, toutes appartenant à la faune indo-malaise. Enfin pour la partie nord-ouest, très rapprochée, il est vrai, de la partie ouest, 20 espèces, soit environ les deux tiers, se retrouvent dans les deux régions typiques. Ces observations tendent à faire admettre que les populations des différents bassins offrent un faciès commun. La chose n'est pas moins évidente, sans entrer ici dans de plus grands détails, si l'on a égard non plus à l'ensemble de la faune, mais à certaines familles : *Siluridae*, *Cyprinidae*, *Labyrinthidae*, *Ophiophtalidae* : plus spécialement caractéristiques des eaux douces.

» Quant aux rapports généraux de cette faune avec celles des contrées voisines, point déjà discuté en 1867 par M. Ed. von Martens, nos études confirment, en les étendant, les idées émises par ce zoologiste.

» Nous trouvons aujourd'hui que sur les 222 espèces, en en déduisant 72 (22 pour 100) spéciales à la grande île, 126 (39 pour 100) existent sur d'autres points de l'archipel malais occidental, 112 (35 pour 100) à la fois dans ces îles et sur le continent, enfin un petit nombre, 12 (4 pour 100), ne sont jusqu'à présent connues que de ce dernier. En faisant porter la comparaison sur les familles données plus haut comme caractéristiques, le résultat est encore plus démonstratif puisque, sur les 176 espèces qu'elles renferment, 18 pour 100 seraient spéciales, 57 pour 100 ont été signalées sur d'autres points de l'archipel, 22 pour 100 se trouvent en même temps sur le continent asiatique, 3 pour 100 sur ce dernier et à Bornéo.

» Parmi les espèces spéciales, un grand nombre appartiennent à des genres représentés par des espèces équivalentes dans les autres parties de la région indo-malaise; quelques genres cependant, 8 sur 43, ne sont connus que de cette île; 2 appartiennent aux Siluroïdes (*Diastatomycter*, *Breitenstenia*), 4 aux Cyprinoïdes (*Oxybarbus*, *Rasborichthys*, *Gastromyzon*, *Eucirrhichthys*), 1 aux Clupéoïdes (*Clupeoides*), 1 aux Gobioides (*Tripauchenichthys*).

» C'est au reste dans ces quatre familles, surtout dans les deux premières, qu'il faut chercher la caractéristique de la faune, car elles comprennent entre elles toutes 206 espèces, bien près des deux tiers de la population totale des eaux douces.

» La comparaison avec les terres situées à l'est de Bornéo offre plus d'incertitudes, par suite de l'insuffisance des documents relatifs à cette partie de leur faune ichthyologique. Ainsi, pour ne parler que des points où l'importance des cours d'eau et des lacs intérieurs doit faire présumer qu'il existe en nombre des poissons dulçaquicoles, 28 seulement de ceux-ci sur 762 espèces sont cités de Célèbes, 27 sur 292 des Philippines, aucun n'est connu de Palawan. Tout ce que l'on peut conclure de données aussi incomplètes, c'est que, jusqu'ici, l'absence des *Cyprinidae* sur la première

de ces îles l'éloigne de la faune indo-malaise, tandis que, trois espèces de ce groupe existant aux Philippines, ce fait établit une relation importante entre la faune de cet archipel et celle de la région orientale, par suite avec Bornéo. »

BOTANIQUE. — *Moyen d'assurer et de rendre très hâtive la germination des vignes.* Note de M. GUSTAVE CHAUVEAUD, présentée par M. Duchartre.

« Ne réussissant pas à faire germer des graines de *Vitis rupestris*, placées depuis deux mois dans une étuve à 27°, j'essayai de faciliter la pénétration de l'eau dans les parties profondes de la graine, ainsi que le font les pépiniéristes dans certains cas.

» Pour cela, prenant d'autres graines de la même provenance <sup>(1)</sup>, je les divisai en trois lots, destinés à être traités comparativement.

» Sur les graines du premier de ces lots, j'enlevai la portion du tégument correspondant à l'extrémité supérieure renflée, et sur celles du deuxième la portion recouvrant l'un ou l'autre flanc de l'extrémité inférieure ou bec. Les graines ainsi préparées furent semées dans l'étuve à 27°. L'eau, imbibant l'albumen des unes comme celui des autres, pénétrait facilement jusqu'à l'embryon. Au bout de quelques semaines, la décomposition intervint, rendant désormais impossible la germination qui ne s'était pas encore manifestée.

» Sur les graines du troisième lot, je décortiquai la pointe du bec, mettant à nu la portion de l'amande qui contient la radicule. Les graines traitées de cette façon furent à leur tour placées dans la même étuve que les précédentes. Le dixième jour ne s'était pas encore écoulé que plusieurs d'entre elles commencèrent à germer, leur radicule pointant en dehors sans rencontrer d'obstacle.

» Ainsi, la décortication de la pointe du bec, non seulement assurait la germination, rebelle auparavant, mais encore l'accélérait beaucoup, puisque celle-ci ne commence à se produire, dans les conditions ordinaires, que vers le trentième jour.

» En employant ce procédé, je pus faire germer rapidement des graines provenant, soit d'espèces typiques (*V. riparia*, *V. Berlandieri*), soit de variétés (Chasselas blanc) ou même d'hybrides (Champin) <sup>(2)</sup>.

---

<sup>(1)</sup> Ces graines ont été récoltées par mon collaborateur, M. D. Bethmont, dans son champ d'expériences de La Grève (Charente-Inférieure).

<sup>(2)</sup> Ces dernières graines, envoyées d'Amérique par M. Thomson, avaient été conservées depuis trois ans sur une étagère du laboratoire au Muséum.

» Bien plus, en élevant la température de l'étuve, sans immersion préalable dans l'eau ou dans les liquides chlorés, je parvins à obtenir, dès le troisième jour, la germination des différentes graines de Vigne ainsi décortiquées.

» On admettait généralement que, pour hâter la germination des graines à noyau osseux, il suffit de faciliter à l'eau l'accès de leurs parties profondes. La comparaison des résultats précédents montre qu'il est surtout efficace de supprimer en même temps l'obstacle qui s'oppose à la sortie de la plantule. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure des Alpes françaises.* Note de M. MARCEL BERTRAND, présentée par M. Daubrée.

« Les études que je poursuis depuis quatre ans en Maurienne et en Faucigny m'avaient amené d'abord à adopter pour les *schistes lustrés* les conclusions de nos confrères italiens, et à les considérer comme paléozoïques. J'ai trouvé cette année des coupes décisives qui forcent à revenir à l'ancienne opinion de Lory, et à attribuer ces schistes au Trias, ou même partiellement au Lias. Les preuves, que je donnerai autre part, se lient intimement à des conclusions générales sur la structure de la région étudiée, conclusions qui s'étendent même, je crois, à toute la chaîne. Ce sont elles que je désire ici brièvement exposer.

» 1<sup>o</sup> *Les Alpes françaises sont construites en éventail.* La bande de terrains houillers, qui va de Bourg-Saint-Maurice à Briançon, est le centre de l'éventail. Sur ses bords, il y a de part et d'autre comme une étroite zone frontière, dans laquelle le sens du renversement est indécis ; mais une fois cette frontière passée, tous les plis de l'est se couchent vers l'Italie et tous les plis de l'ouest se couchent vers la France (1).

» Les exceptions à cette règle, telles que l'éventail du mont Blanc et du Saint-Gothard, sont peu nombreuses et accidentelles ; je crois qu'on pourrait, à côté des coupes classiques de ces massifs qui montrent la structure

---

(1) C'est grâce à cette structure en éventail que l'âge relativement récent des schistes lustrés peut être démontré. Dans presque toute la zone d'extension de ces schistes, les superpositions ne prouvent rien, parce que *la structure est monoclinale*. Heureusement il est resté quelques grands paquets sur le sommet de l'éventail. Là non seulement la superposition s'impose avec évidence, mais elle ne peut recevoir d'autre explication qu'une postériorité d'âge.

en éventail, en citer d'autres parallèles où elle fait défaut. Ces exceptions se produisent d'ailleurs seulement sur le bord des massifs amygdaloïdes dont je parlerai tout à l'heure (1).

» Vers le nord-est, en arrivant à la frontière, la zone centrale de l'éventail s'élargit considérablement et *embrasse tout le massif du mont Rose*; dans cette zone élargie, il n'y a pas de sens déterminé pour l'inclinaison des plis.

» Au sud, la zone subit un changement plus extraordinaire; au lieu d'être occupée, comme cela semble naturel, par les terrains les plus anciens dressés en anticlinal, elle est occupée par les terrains les plus récents, par les couches du Nummulitique et du Flysch. *La zone centrale est marquée, au moins géologiquement parlant, non plus par une saillie, mais par un creux.* Une Note préliminaire de MM. Kilian et Haug nous a appris qu'il semblait y avoir dans cette nouvelle région (bande nummulitique de l'Ubaye) des accidents tout à fait uniques dans les Alpes, des plis couchés antérieurs à l'Éocène. Peut-être ces accidents pourront-ils être mis en rapport avec l'énorme et brusque abaissement de la zone centrale de l'éventail. En tout cas la bande éocène, au point de vue de l'inclinaison des plis, joue bien certainement le même rôle que la bande houillère; tous les plis à l'ouest se couchent vers la France; tous ceux de l'est se couchent vers l'Italie. Plus loin seulement, le massif du Mercantour, surgissant à l'intérieur de la bande éocène, marque un retour momentané à une forme nettement anticlinale. Je crois probable, par comparaison avec les plis dont le tracé est connu dans l'intervalle, que le centre de l'éventail alpin correspond exactement au centre de l'éventail pyrénéen.

» 2<sup>o</sup> Le dessin des plis, dans cette partie des Alpes, montre *une structure amygdaloïde ou en chapelets*, c'est-à-dire que ces plis, suivant dans leur ensemble la direction de la chaîne, s'ouvrent de place en place autour de lentilles elliptiques, accidentées elles-mêmes de nouveaux plis, qui ont la même direction, mais ne se prolongent pas au delà de la lentille. Le réseau présente ainsi une série de nœuds et de ventres; on peut comparer cette structure à celle des feuillettes d'un gneiss amygdaloïde, dans lequel

---

(1) Il y aurait, il est vrai, une exception importante si les massifs des Aunes, du Chablais, du Faulhorn et du pli nord du Glaris sont, comme on l'a soutenu le plus généralement, de véritables massifs anticlinaux. Cette exception disparaîtrait si ces massifs sont des *masses de recouvrement*. Grâce aux travaux de M. Schardt, l'attention est définitivement appelée sur cette question, qui, je crois, ne peut maintenant manquer d'être prochainement résolue.

les feuillets s'infléchissent tout autour des gros noyaux de quartz et de feldspath.

» Pour donner une idée de l'importance de ces lentilles, je citerai d'abord l'exemple du mont Blanc, qui n'est tout entier qu'un immense noyau surgissant au milieu d'un synclinal liasique, qui se referme autour de lui. Dans la région que j'ai plus particulièrement étudiée, la Vanoise, le mont Pourri, avec l'Aiguille du Midi, le massif du petit mont Cenis, et probablement celui du grand Paradis, doivent leur existence à un phénomène semblable; d'un autre côté, le massif de la grande Sassièrè, celui de la Sana, sont dus à des élargissements brusques de synclinaux; au lieu des terrains plus anciens, ce sont les terrains plus récents qui s'y trouvent développés; mais le réseau des plis s'infléchit de même autour de ces élargissements, il s'ouvre et se referme autour d'eux.

» Je ne crois pas qu'on ait, au moins sur une grande échelle, rien signalé encore de semblable à cette *structure amygdaloïde*, si ce n'est peut-être la région cristalline du lac des Bois en Amérique. M. Lawson tire de cette structure un de ses arguments pour conclure que les noyaux, formés de gneiss granitoïdes, ont une origine éruptive. Sans contester pour cela les conclusions de M. Lawson, on peut inférer de la structure de nos Alpes que cet argument, s'il était seul, serait sans valeur.

» 3<sup>e</sup> Enfin une dernière conclusion est la généralisation de celle que M. Termier a déjà tirée de l'étude de la Vanoise : *à l'est de la bande houillère, le métamorphisme va en croissant de l'ouest à l'est*. Je suis arrivé, comme M. Termier l'a fait pour la Vanoise, à rattacher avec certitude au Permohouiller les anciens gneiss chloriteux et micaschistes du mont Pourri, du petit mont Cenis, et ceux du val Grisanche, continuation des *Casanna Schiefer* de Gerlach. La plupart des mêmes arguments s'appliquent aux gneiss ocellés du Grand-Paradis, c'est-à-dire à ceux qu'on a désignés sous le nom de *gneiss central*; ce serait un dernier terme du même métamorphisme. Il est à remarquer que dans certains massifs comme la Dent Blanche ou le mont Rose, on voit, d'après Gerlach, sortir en anticlinal de dessous ces gneiss (ou schistes de Casanna) des gneiss plus anciens, qui sont alors percés de nombreux filons granitiques, tandis que ces filons font absolument défaut dans les massifs précédemment cités : c'est là certainement un nouvel argument. Nulle région en tout cas n'offre un champ plus favorable à la continuation des études micrographiques, si brillamment commencées par M. Termier dans la Vanoise; il est à espérer qu'on pourra suivre, dans la formation et dans l'agencement des minéraux, tous les passages jusqu'à

ce qu'on est convenu aujourd'hui d'appeler de *vrais gneiss*. Je reconnais que la démonstration n'est pas encore faite, mais à mes yeux les arguments actuels suffisent déjà à rendre la solution plus que probable : toute cette région des Alpes a été pendant les époques houillère, permienne, triasique et probablement même pendant le Lias, le siège d'une sédimentation active et continue, et les actions postérieures qui ont ramené au jour ces sédiments anciens les ont transformés assez complètement pour en faire, au moins partiellement, de véritables gneiss.

» Cette conclusion est d'ailleurs analogue à celles que von Lossen a établies pour l'ancienne chaîne hercynienne, où le Dévonien, dans une zone également centrale, mais plus rapprochée du versant sud, prend la forme de micaschistes et de gneiss; il convient aussi de rappeler que M. Suess avait, dès 1869, fait un rapprochement sensible entre certains gneiss des Alpes carniques et les Casanna Schiefer, en les attribuant les uns et les autres au Permien.

» Je répète, d'ailleurs, qu'en faveur de cette dernière conclusion, au moins sous sa forme généralisée, on peut donner seulement des arguments et non encore des preuves; il y a donc lieu de la séparer des deux premières, qui me paraissent définitivement établies. »

GÉOLOGIE. — *Sur les lois des plissements de l'écorce terrestre*. Note de M. ZÜRCHER, présentée par M. Daubrée.

« La connaissance de la structure de détail d'une portion suffisamment étendue de la région subalpine comprise entre Digne et Toulon vient de me permettre de vérifier sur le terrain et de préciser encore un certain nombre de lois auxquelles obéissent les plissements de l'écorce terrestre, lois dont la première idée me fut suggérée par l'allure des plis des étoffes, que j'indiquais ensuite dans un essai publié antérieurement (1), et que j'ai pu corroborer par des expériences que je continue et qui feront plus tard l'objet d'un travail spécial.

» Le premier résultat de cette vérification peut s'énoncer ainsi : *La plupart des lois du plissement de l'écorce terrestre sont identiques à celles du plissement d'une masse de faible épaisseur par rapport à sa superficie et ne présentant pas de variations brusques de forme et de rigidité, même quand la*

---

(1) *Feuille des jeunes naturalistes*, septembre et décembre 1891.

*différence d'échelle est telle que la masse considérée puisse être une simple membrane.*

» Le principe fondamental est celui-ci : L'observation comme l'expérience démontrent ce fait d'ailleurs très rationnel que dans une masse qui se plisse sous des forces tangentielles, il y a décomposition des efforts d'ensemble en un certain nombre d'efforts élémentaires sous l'effet desquels les plissements commencent à se former en constituant autant de faisceaux de plis partant chacun d'un centre spécial de plissement, et se propageant ensuite suivant des directions d'autant plus exactement rectilignes et perpendiculaires à l'effort produisant le plissement que la masse à plisser aura présenté une plus grande homogénéité de résistance; et, inversement, d'autant plus grossièrement rectilignes et éloignés de cette direction normale que cette masse aura été moins homogène. Dans chaque faisceau, les plis ont ainsi chacun un point d'origine et une ligne de propagation, puis naturellement une fin.

» Pour préciser le langage, j'appelle *pli* tout court un pli anticlinal, dont la forme offre une certaine prédominance sur la forme inverse ou synclinale. En considérant alors deux faisceaux voisins, on voit que, soit qu'une portion non plissée subsiste entre les deux faisceaux, soit que ces deux faisceaux soient arrivés à se rencontrer en tout ou en partie, un pli ne peut se terminer que de quatre façons différentes : 1° en se perdant par atténuation graduelle dans une région non plissée; 2° en se terminant de la même manière au milieu des plis du faisceau voisin; 3° en se raccordant avec un pli du faisceau auquel il appartient; 4° enfin en se raccordant avec un pli du faisceau voisin.

» La fin d'un pli par atténuation graduelle dans une région non plissée est facile à concevoir. Le même phénomène, se produisant dans une région déjà plissée, présente des caractères dignes de quelques remarques. L'observation permet, en effet, de constater que, dans les régions fortement plissées, il est très rare que deux plis se croisent; c'est dans la grande majorité des cas un raccordement entre les plis, ou un arrêt brusque de l'un d'eux, qui se produit à la rencontre.

» Les travaux d'Hébert <sup>(1)</sup>, de M. Dollfus <sup>(2)</sup> et de M. Bertrand <sup>(3)</sup> permettent de penser qu'il en est autrement dans les régions de faible

(1) *Annales des Sciences géologiques*, t. IV, fig. 4.

(2) *Bull. carte géol. de France*, t. II, n° 14.

(3) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3<sup>e</sup> série, t. XX, p. 118 et suiv.



plissement, où les plis des faisceaux pourront se croiser et finir ensuite par effacement graduel.

» Les éléments qui jouent le plus grand rôle dans la façon suivant laquelle un pli peut se raccorder avec un autre sont les directions respectives des plis, et surtout le sens relatif de leur dissymétrie (1). Je suis arrivé à formuler à ce sujet des règles simples et rationnelles, que j'ai pu vérifier sur le terrain par des exemples bien nets, et qui, avec la notion des faisceaux, suffisent pour rendre compte de presque tous les détails des dislocations de la région que j'ai étudiée, et en particulier de la *sinuosité* apparente de certains plis. Ces règles permettent aussi de répartir les plis suivant leur division probable en faisceau. Je dis presque tous, parce qu'il y a lieu de tenir compte encore des considérations suivantes pour justifier certains faits d'observation des plus importants.

» Les dislocations primordiales, formation des faisceaux et enchevêtrement des plis, peuvent évidemment avoir eu pour effet de soumettre les portions de la masse à plisser à des efforts secondaires de diverses natures. Suivant que ces efforts se seront traduits par des forces tangentielles, ou par des actions de sens différent, il pourra s'être produit, soit, dans le premier cas, des plis secondaires susceptibles de jouer un rôle dans la structure finale, ou surtout des ruptures ou des étirements, c'est-à-dire tout le cortège si curieux des accidents qui accompagnent les plis et en suivent les tracés; soit, dans le second cas, des dislocations n'ayant pas pour effet de modifier les dimensions horizontales, comme celles produites par une simple torsion [champ de fractures de Banon, étudié par M. Kilian (2)].

» On peut résumer ainsi ce que je viens d'exposer :

» Il est possible, en général, de diviser les plis d'une région plissée en *faisceaux de plis ayant pour origine un même effort élémentaire*.

(1) Les expériences de M. Daubrée sur la flexion d'une lame d'épaisseur non uniforme ont montré que le sens de la dissymétrie d'un pli est celui suivant lequel s'accroît la *facilité de flexion* de la masse à plisser. Or les variations de cette facilité de flexion, qui dépend de la *nature* et de la *forme* de ladite masse, sont en général *continues*, et par suite le sens de la dissymétrie devra varier également d'une façon continue, de telle sorte que l'on devra voir les plis former des séries présentant chacune une dissymétrie uniforme.

(Plis en éventail, *schuppenstructur*; triple alternance de plis successivement déversés vers le nord et vers le sud entre Toulon et Digne.)

(2) *Description géologique de la montagne de Lure* ( *Annales des Sciences géologiques*, t. XIX-XX ).

» Dans ces faisceaux, les plis sont, en général, *ou bien tous de même dissymétrie, ou bien classés par groupe de plis déversés dans le même sens.*

» Les plis des divers faisceaux qui ne se terminent pas par effacement graduel se raccordent avec d'autres plis suivant des règles simples *dépendant des directions et des dissymétries relatives des plis aux points où ils se rencontrent.*

» Ces phénomènes primordiaux produisent des efforts secondaires qui sont l'origine de phénomènes de deuxième ordre, *plis secondaires, failles de toutes natures liées aux plis, accidents de torsion, etc., des portions non plissées.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La température de la haute atmosphère.*

Note de M. GUSTAVE HERMITE.

« Les résultats des observations météorologiques faites par M. Vallot au mont Blanc <sup>(1)</sup> présentent un très grand intérêt. Nous nous permettons cependant de ne pas nous associer aux conclusions que M. Angot croit pouvoir tirer de ces observations pour la détermination de la température à la limite de l'atmosphère, qui serait seulement de  $-45^{\circ}\text{C}$ . Il est évident en effet, ainsi que l'a fait remarquer M. Janssen, que le voisinage de la montagne influe d'une manière considérable sur la température de l'air. L'observatoire que M. Janssen vient d'établir sur le sommet même du mont Blanc sera, par sa position, moins sujet à cette cause d'erreur, mais elle existera quand même et il faudra bien se garder de tirer des conclusions pour des altitudes plus élevées <sup>(2)</sup>.

» Nous nous permettons de donner ici les principaux résultats de deux ascensions à grande hauteur, par ballon non monté, que nous avons effectuées, M. Besançon et moi, pendant le courant de l'année 1893. La première expérience eut lieu le 21 mars (*Comptes rendus*, 10 avril 1893).

» Le ballon *l'Aérophile*, en baudruche triple, cubant 113<sup>m</sup>, gonflé au gaz de l'éclair-

---

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, 4 décembre 1893.

<sup>(2)</sup> Ne pourrait-on pas adjoindre aux instruments de cet observatoire un très petit ballon captif, gonflé à l'hydrogène, que l'on apporterait au sommet, emmagasiné sous pression dans des tubes d'acier. Ce ballon servirait à enlever à quelques centaines de mètres au-dessus du sommet, par temps calme, des appareils enregistreurs légers, qui, ainsi abrités du voisinage des masses terrestres, indiqueraient plus exactement la température de l'atmosphère à ces altitudes élevées.

rage, partait de Paris à 11<sup>h</sup> du matin, par un temps magnifique, emportant un baro-thermographe construit spécialement et vérifié avec le plus grand soin. Il descendit, après sept heures de voyage, à Chauvres, près Joigny (Yonne), rapportant le baro-thermographe intact.

» D'après les diagrammes, *l'Aéroplane* atteignit une dépression barométrique de 103<sup>mm</sup> de mercure, soit une altitude de 16000<sup>m</sup> d'après la formule de Laplace. Le diagramme thermométrique s'était interrompu plusieurs fois, par suite de la congélation de l'encre; cependant on note, à la pression de 160<sup>mm</sup> de mercure, soit 12500<sup>m</sup>, une température de  $-51^{\circ}$  centigrades. La température à 16000<sup>m</sup> est restée malheureusement inconnue, par suite de cette congélation; cependant on observe, à 6<sup>h</sup>11<sup>m</sup> du soir, *au moment même du coucher du soleil*, une température de  $-47^{\circ}$ ; à ce moment, le ballon, qui est en descente, est à 9500<sup>m</sup> de hauteur.

» Le thermomètre à terre marquait  $+17^{\circ}$ , ce qui fait une différence de température de 68<sup>°</sup> pour 12500<sup>m</sup> de hauteur.

» La deuxième ascension de *l'Aéroplane* a eu lieu le 17 septembre, mais fut moins fructueuse, quoique tous les soins eussent été pris pour en assurer le succès.

» Une encre spéciale avait été préparée par les frères Richard (ne se congelant qu'à  $-80^{\circ}$  centigrades) et le baro-thermographe en aluminium, commandé à ces habiles constructeurs, était une véritable merveille de légèreté et de précision.

» Le baromètre pouvait marquer jusqu'à 20 000<sup>m</sup> et le thermomètre avait été vérifié et gradué jusqu'à  $-83^{\circ}$  centigrades, à l'aide du froid produit par l'évaporation de l'acide carbonique liquide. Cet appareil était protégé de la radiation solaire par un tube de papier argenté, à l'intérieur duquel il était suspendu élastiquement.

» Dans l'intérieur du ballon, nous avons disposé quatre thermomètres, dont un enregistreur, afin de connaître les variations de température du gaz et de déterminer par ce moyen l'intensité du rayonnement solaire en haute région.

» Le ballon, gonflé au gaz de l'éclairage, partit de l'usine à gaz de la Villette à onze heures précises du matin, par un temps couvert et une pluie battante. Le vent soufflait du sud-ouest.

» Il fut retrouvé dans la soirée en Allemagne, à Graffenhausen (Forêt Noire), à 450<sup>km</sup> dans le sud-est de Paris.

» La durée du voyage, indiquée par les enregistreurs, a été de 5<sup>h</sup>22<sup>m</sup>, ce qui fait une vitesse moyenne de 84<sup>km</sup> à l'heure.

» Par une cause restée inexplicite, l'encre des enregistreurs n'a pas marqué dans la phase d'altitude maximum, nous laissant dans l'ignorance sur l'altitude maximum atteinte par le ballon. Cependant, tout nous porte à croire que l'altitude atteinte n'a pas été aussi élevée que la première fois; en effet, l'inspection du diagramme, fourni par le thermographe suspendu dans l'intérieur du ballon, nous démontre que la température du gaz n'a pas dépassé  $+17^{\circ}$  centigrades. Or, si le ballon avait vu le soleil, la température intérieure aurait été beaucoup plus élevée.

» D'après cette indication, le ballon surchargé d'humidité n'a pas dû dépasser les nuages et a dû s'arrêter entre 11000<sup>m</sup> et 12000<sup>m</sup> d'altitude. Le diagramme baromé-

trique, s'arrête brusquement à l'altitude de 8600<sup>m</sup>, indiquant une vitesse ascensionnelle moyenne de 7<sup>m</sup> par seconde, et le diagramme ne reprend plus qu'à la descente à 4000<sup>m</sup> de hauteur à cinq heures du soir, indiquant une vitesse moyenne verticale de 2<sup>m</sup> par seconde.

» Quant au diagramme thermométrique, il s'interrompt à la température de  $-41^{\circ}$  et l'obliquité constante du trait indique un refroidissement rapide : l'altitude correspondante devait être de 10000<sup>m</sup> environ. »

» Tels sont les résultats, bien maigres, il est vrai, de ces deux expériences qu'il serait intéressant de pouvoir renouveler. Elles démontrent que la température, dans les hautes régions de l'atmosphère, est beaucoup plus basse que ne l'indique la théorie de M. Angot. Peut-être la température, à la limite de l'atmosphère, est-elle très voisine de  $-273^{\circ}$ . »

M. AL. MAC DOWALL adresse un diagramme montrant la correspondance entre la courbe des taches solaires et la courbe des températures moyennes du premier quart de l'année à Paris, rectifiée par les calculs de cinq années. Il fait observer que la correspondance est particulièrement remarquable pour les maxima. Il a trouvé que la courbe de Greenwich, depuis 1881, offre une correspondance encore plus accusée.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

---

### ERRATA.

---

(Séance du 8 janvier 1893.)

Note de M. Jules Andrade, Thermodynamique des gaz :

Page 64, équations (2), au lieu de  $U = \theta \omega \log v + \varphi'(\theta)$ , lisez  $U = \theta \omega \log v + \varphi(\theta)$ .

Page 65, ligne 11, remplacer l'équation non homogène par celle-ci :

$$\frac{T}{T_0} = \frac{\Pi + AR\theta}{\Pi + AR\theta_0}$$


---

TABLE DES ARTICLES. Séance du 22 janvier 1894.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.	Pages.
M. le MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, DES BEAUX-ARTS ET DES CULTES adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. Guyou, dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. le vice-amiral Paris.....	161
M. J. BOUSSINESQ. — Intégration de l'équation du son pour un fluide indéfiniment, deux ou trois dimensions, quand des résistances de nature diverse introduisent dans cette équation des termes respectivement proportionnels à la fonction caractéristique du mouvement ou à ses dérivées partielles premières.....	163
M. A. PERRIN. — Sur le calcul des coefficients de self-induction, dans un cas particulier.....	166
M. L. RAVVIER. — Expériences sur le mécanisme histologique de la sécrétion des glandes granuleuses.....	168
M. H. DE LAGAZI-DE RHILERS. — Etude de la faune du golfe du Lion.....	173
M. le SECRÉTAIRE PÉRIODIQUE annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. Scacchi, Correspondant pour la Section de Minéralogie.....	179

NOMINATIONS.

M. PACHOT est élu Correspondant pour la Section d'Economie rurale, en remplacement de M. Paul de Gasparin.....	176
--	-----

RAPPORTS.

M. DUBREUIL. — Rapport sur l'observatoire météorologique établi par M. Vallot, près du sommet du mont Blanc, et sur le premier volume des « Annales des travaux de cet observatoire ».....	177
--	-----

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. FOUSTI adresse un Mémoire portant pour titre : « L'Autriche en Afrique ».....	180
M. R. BOUSSIER appelle l'attention de l'Académie sur l'importance d'une exploration scientifique à entreprendre dans les îles Kerguelen.....	180
M. A. DE CAY adresse une nouvelle rédaction, rectifiée, de la Note adressée par lui dans la séance précédente.....	183

CORRESPONDANCE.

M. LANGLEY adresse ses remerciements à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.....	180
M. P. FACCHINI. — Sur les phénomènes solaires observés à l'observatoire du Collège romain, pendant les deux premiers trimestres de l'année 1893.....	180
M. A. PERRIN. — Sur les équations et les fonctions implicites.....	183
M. H. PARENY. — Sur de nouvelles études expérimentales concernant la forme, les pressions et les températures d'un jet de vapeur.....	184
M. G. CUVIER. — Conclusion à l'étude des propriétés de l'arc alternatif.....	187
M. G. NOTENSSON. — Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des sels alcalins dissous.....	190
M. G. CUVIER. — Sur une application du sulfate de soude.....	191
M. M. BROUET. — Sur quelques phosphotomides.....	191
M. A. VIGNON. — Action de l'acide sulfurique sur le charbon de bois.....	193
MW. PH. BOUQUET ET L. BOUVAULT. — Condensation de l'aldehyde isovalérique avec l'acétone ordinaire.....	198
M. F. DE RIX-PANVILLÉ. — Etudes sur les propriétés chimiques de l'extrait alcoolique de levure de bière : formation d'acide carbonique et absorption d'oxygène.....	200
M. G. PÉREZ. — Sur les fonds sous-marins de la région de Banyuls et du cap de Creus.....	203
M. W. NEVILL. — Un signe de mort certaine, empreinte à l'ophtalmométrie. Tous les cas de mort oculaire.....	205

# N° 4.

## SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

	Pages		Pages
M. S. JORDAN. — Quelques observations à propos du venin des serpents.....	97	M. ZIEGLER. — Sur les lois des plissements de l'écorce terrestre.....	95
M. L. VALENTIN. — Sur la faune ichthyolo- gique des eaux froides de Bourbourg.....	99	M. GEORGE WILSON. — La température de l'éclaircie atmosphérique.....	108
M. G. CARAYON. — Moyen d'essayer et de rendre plus hâtive la germination des vignes.....	101	M. A. M. DOWRY adresse un diagramme montrant la correspondance entre la courbe des taches solaires et la courbe des températures moyennes du premier quart de l'année à Paris.....	109
M. MARCEL BRUNARD. — Sur la structure des Alpes françaises.....	113		
ERRATA.....			120

1894

PREMIER SEMESTRE.

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXVII.

N° 5 (29 Janvier 1894).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,  
Quai des Grands-Augustins, 55.

1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentées par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

25 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5<sup>h</sup>. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JANVIER 1894,

PRÉSIDENTE DE M. LÖEWY.

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

*Notice sur les travaux de A. Scacchi ; par M. DES CLOIZEAUX.*

« Arcangelo Scacchi, Correspondant de la Section de Minéralogie depuis 1887, naquit en 1810 à Gravina, terre de Bari, en Sicile. Il est mort à Naples, le 11 octobre 1893. Pendant de longues années, Scacchi professa la Minéralogie à l'Université de Naples et il fut l'un des plus actifs et des plus éminents membres de l'Académie des Sciences de cette ville. En 1875, il fut nommé membre de l'Académie des Lincei.

» Sa carrière scientifique a été tout entière consacrée à des travaux de Cristallographie minéralogique ou chimique et de Géologie.

» A partir de 1842, il a fait paraître une nombreuse série de Mémoires dont la plupart ont été insérés dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences de Naples ou de l'Académie des Lincei.

» Vivant au pied du Vésuve, il a tiré de ce gigantesque laboratoire la matière de volumineux et intéressants rapports sur les conditions géologiques de ses diverses éruptions depuis l'année 1845 et une profusion de composés, nouveaux pour la plupart, d'une constitution chimique souvent fort inattendue, dont la description est venue enrichir la nomenclature chimique. Un catalogue complet de ces minéraux a été publié en 1887.

» Tous les minéralogistes et les géologues qui, depuis un demi-siècle, ont visité le Vésuve, connaissent la magnifique collection de l'Université de Naples, commencée par les soins des Monticelli, des Gismondi, etc., et enrichie chaque année par les découvertes incessantes de Scacchi, soit à la Somma, soit au Vésuve.

» Parmi les nombreuses espèces qui constituent cette collection, nous nous contenterons de citer : deux nouveaux sulfates anhydres de cuivre, observés au Vésuve en 1855 et 1870; un nouveau chlorure de potassium et de fer; un chlorure de calcium anhydre; un sulfate de cuivre et de magnésie à 7 équivalents d'eau, isomorphe du sulfate de fer; un chlorure de fer hydraté; un chlorure de magnésium; un chlorure d'aluminium, etc.

» En 1881, Scacchi a décrit des noyaux de fluorine et de calcaire, rejetés par de petits volcans ayant produit les tufs de Sarno et de Nocera en Campanie. Ces volcans fluorifères, qui avaient passé complètement inaperçus jusque-là, ont fourni de nombreux silicates et des fluorures dont le plus remarquable est la *nocérine*, fluorure de calcium et de magnésium cristallisé.

» Indépendamment de ces travaux descriptifs, Scacchi a fait, dans le laboratoire, de longues et patientes recherches sur les cristaux hémihédres, sur la transformation des cristaux d'azotate de strontiane hydraté en cristaux anhydres et réciproquement, sur les tartrates de strontiane et de baryte, sur le paratartrate ammonico-sodique, etc., et sur la *polyédrie* des faces des cristaux. Il avait donné le nom de polyédrie à la variation plus ou moins considérable que les faces des cristaux sont susceptibles de présenter dans leur position, fixée théoriquement par les lois de la Cristallographie. Ces variations lui paraissaient être en rapport avec l'hémihédrie, avec les *maclés*, avec les angles très obtus des cristaux, la lenteur ou la rapidité de leur accroissement et elles se manifestent par la courbure des faces ou par certaines lignes saillantes qu'il est très facile de remarquer sur la galène et sur la fluorine, par exemple, où elles sont très habituelles.

» Depuis, l'étude des caractères optiques a montré que le phénomène

de la polyédrie était surtout fréquent dans les cristaux pseudocubiques et dans ceux dont l'enveloppe extérieure offre une symétrie plus grande que celle des particules qui forment leur assemblage.

» A propos des recherches sur les relations qui peuvent exister entre les groupements des cristaux et leur accroissement, Scacchi a traité de nouveau la question du *dimorphisme*, si souvent agitée entre les chimistes et les minéralogistes. A la suite de ses nombreuses expériences, il a proposé de donner le nom de *polysymétrie* au phénomène que présentent des cristaux d'une même substance, de types différents, lorsque, leurs parties géométriquement semblables n'ayant pas les mêmes propriétés physiques, ils offrent une différence dans leur symétrie. Les caractères géométriques des lévo et dextro-tartrates peuvent être cités comme appartenant à la polysymétrie. Le nom de dimorphisme ou polymorphisme est alors restreint au cas des cristaux d'une même substance qui n'ont aucun caractère géométrique semblable. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Intégration de l'équation du son pour un fluide indéfini à une, deux ou trois dimensions, quand il y a diverses résistances au mouvement : conséquences physiques de cette intégration ;* par M. J. BOUSSINESQ.

« I. Passons maintenant (1) au cas plus difficile d'un milieu à trois dimensions, où l'équation à intégrer est

$$(12) \quad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \pm 4k^2 u.$$

» Introduisant encore une variable,  $r$ , de plus que celles qui sont imposées, sous la réserve de lui attribuer finalement la valeur zéro, nous supposons la fonction  $u$  dépendante non seulement du temps  $t$ , mais aussi des quatre variables  $x, y, z, r$ , de manière à pouvoir regarder l'équation (12) comme résultant des deux équations simultanées, que nous savons intégrer séparément.

$$(13) \quad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dr^2} \pm 4k^2 u, \quad \frac{d^2 u}{dr^2} = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2}.$$

» Alors, en vertu de la première (13) et de la formule précédente (11)

---

(1) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 162.

qui est son intégrale, l'expression générale de  $u$  sera, si nous appelons  $f(x, y, z, r)$ ,  $F(x, y, z, r)$  les valeurs initiales respectives de cette fonction et de sa dérivée en  $t$ ,

$$(14) \quad \left\{ \begin{aligned} u &= \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \int_{-t}^t f(x, y, z, r + \tau) U(k^2 t^2 - k^2 \tau^2) d\tau \\ &+ \frac{1}{2} \int_{-t}^t F(x, y, z, r + \tau) U(k^2 t^2 - k^2 \tau^2) d\tau. \end{aligned} \right.$$

» Nous disposerons donc de ce que les fonctions  $f(x, y, z, r)$ ,  $F(x, y, z, r)$  se trouvent données seulement quand  $r = 0$ , alors qu'elles se réduisent à  $\varphi(x, y, z)$  et à  $\Phi(x, y, z)$ , pour les faire varier avec  $r$  de manière que  $u$ , s'il est possible, vérifie aussi la seconde équation (13). Cette équation, identique à (1) sauf le changement de  $t$  en  $r$ , doit, dès lors, s'appliquer en particulier pour  $t$  infiniment voisin de zéro et régir, par conséquent, les fonctions d'état initial  $f(x, y, z, r)$ ,  $F(x, y, z, r)$ . Celles-ci auront donc comme expressions, d'après l'intégrale générale (2) de (1), où  $r$  remplacerait  $t$ ,

$$(15) \quad \left\{ \begin{aligned} f(x, y, z, r) &= \frac{1}{4\pi} \frac{d}{dr} \int_{\sigma} \varphi(x + r \cos \alpha, y + r \cos \beta, z + r \cos \gamma) \frac{d\sigma}{r} + \dots \\ F(x, y, z, r) &= \frac{1}{4\pi} \frac{d}{dr} \int_{\sigma} \Phi(x + r \cos \alpha, y + r \cos \beta, z + r \cos \gamma) \frac{d\sigma}{r} + \dots \end{aligned} \right.$$

» Je me suis contenté de représenter par des points, dans chacune de ces formules, une intégrale définie de même forme que celle qui précède les points, mais non différenciée, comme elle, par rapport à  $r$ , et, par cela même, fonction impaire de  $r$  destinée à disparaître des résultats définitifs, tandis que le terme écrit est une fonction paire de  $r$ .

» Telles sont les expressions de  $f$ ,  $F$  à porter dans (14), après y avoir remplacé  $r$  par  $r + \tau$ . Or la forme même, (14), de la valeur générale ainsi obtenue pour  $u$ , montre que les dérivées de  $u$  en  $x, y, z, r$  se calculeront par de simples différentiations, sous les signes  $\int$ , des facteurs  $f(x, y, z, r + \tau)$ ,  $F(x, y, z, r + \tau)$ , relativement à leurs quatre variables respectives  $x, y, z, r + \tau$ . Et comme, d'après la relation que vérifient (15), les trois dérivées secondes directes ainsi obtenues en  $x, y, z$  auront pour somme la dérivée seconde directe prise par rapport à la quatrième variable  $r + \tau$ , la deuxième équation (13) se trouvera bien identiquement

satisfaite, tout comme la première (13). Donc l'équation proposée (12) ne le sera pas moins.

» N'ayant à faire usage de la solution (14) que dans le cas  $r = 0$ , il suffira de remplacer  $r$  par  $\tau$  dans (15); et alors les termes de (15) non écrits explicitement, ou impairs par rapport à  $\tau$ , donneront, dans les intégrations faites de  $-t$  à  $t$ , des éléments deux à deux égaux et contraires, qui s'élimineront du résultat. Au contraire, les termes pairs écrits fourniront des éléments deux à deux égaux et de même signe; en sorte qu'il suffira d'intégrer de  $\tau = 0$  à  $\tau = t$ , en doublant les sommes. Et il viendra, pour la solution demandée de (12),

$$(16) \quad \left\{ \begin{aligned} u &= \frac{1}{4\pi} \frac{d}{dt} \int_0^t U(k^2 t^2 - k^2 \tau^2) d\tau \frac{d}{d\tau} \int_{\sigma} \varphi(x + \tau \cos \alpha, y + \tau \cos \beta, z + \tau \cos \gamma) \frac{d\tau}{\tau} \\ &+ \frac{1}{4\pi} \int_0^t U(k^2 t^2 - k^2 \tau^2) d\tau \frac{d}{d\tau} \int_{\sigma} \Phi(x + \tau \cos \alpha, y + \tau \cos \beta, z + \tau \cos \gamma) \frac{d\tau}{\tau}. \end{aligned} \right.$$

» On voit qu'elle est exprimée par des intégrales triples, tout comme les solutions précédentes (7) et (11) l'étaient par des intégrales doubles et simples. La solution de l'équation (12) dépend donc d'intégrales définies d'un ordre de multiplicité égal au nombre des dimensions  $x, y, \dots$  du milieu.

» II. Les conséquences physiques les plus simples de l'intégration effectuée peuvent s'obtenir en faisant usage de la formule (16), même dans les cas où il y aurait moins de trois coordonnées; car alors, pour empêcher la fonction  $u$  de contenir certaines des variables  $x, y, z$ , il suffit d'admettre des données d'état initial où n'entrent pas les coordonnées analogues de la *région d'ébranlement*, c'est-à-dire des données pareilles soit tout le long des droites normales au plan des deux coordonnées subsistantes, soit sur toute l'étendue de chaque plan perpendiculaire à l'unique coordonnée introduite.

» Cela posé, considérant l'expression (16) de  $u$  au point quelconque  $(x, y, z)$  de l'espace, et appelant  $\xi, \eta, \zeta$  les coordonnées d'un élément de la région d'ébranlement, demandons-nous à partir de quelle époque  $t$  les circonstances d'état initial qui concernent cet élément, ou représentées par les valeurs  $\varphi(\xi, \eta, \zeta), \Phi(\xi, \eta, \zeta)$ , relatives au point  $(\xi, \eta, \zeta)$ , de  $\varphi$  et de  $\Phi$ , commenceront à influencer sur l'état physique  $u$  en  $(x, y, z)$ . Il faudra évidemment, pour cela, et il suffira en général, qu'un point

$$(x + \tau \cos \alpha, y + \tau \cos \beta, z + \tau \cos \gamma)$$

des sphères sur lesquelles se font les intégrations  $\int_{\sigma}$  dans (16) coïncide avec  $(\xi, \eta, \zeta)$ , ou que la distance du point  $(x, y, z)$  à l'élément  $(\xi, \eta, \zeta)$  de la région d'ébranlement n'exède pas le plus grand rayon  $l$  de ces sphères.

» L'influence des circonstances initiales produites en  $(\xi, \eta, \zeta)$  se propage donc, tout autour, avec la vitesse même,  $v$ , du son, évaluée comme s'il n'y avait pas de résistances ou que l'on eût  $k = 0$  dans l'équation (12). Mais, une fois qu'elle a commencé à se faire sentir quelque part, elle y persiste généralement durant un temps indéfini; car les sphères qui interviennent dans la formule (16) ont des rayons  $\tau$  de toutes les grandeurs allant de 0 à  $l$ , et celle d'entre ces sphères qui, passant par  $(\xi, \eta, \zeta)$ , y a figuré une fois, ne cesse désormais de le faire, tout en ayant dans le résultat (16) une part variable avec le facteur  $U(k^2 l^2 - k^2 \tau^2)$ .

» Donc, en résumé, et comme l'a reconnu M. Poincaré pour les mouvements régis par la solution (11), les ondes élémentaires émancées de chaque point de la région d'ébranlement ont à leur avant un *front* nettement défini, animé de la vitesse ordinaire de propagation du son, mais, à leur arrière, une queue sans limite précise. Par suite, quand les ébranlements se répètent à *de très courts intervalles*, les mouvements successivement émis à partir d'un même endroit, ou par un même corps qui y vibre, se mêlent et se confondent en arrivant au point quelconque  $(x, y, z)$  de l'espace, puisque chacun d'eux y trouve des restes de ceux qui l'y ont précédé.

» Ainsi, il suffit, en général, de résistances comme celles que nous considérons, pour empêcher dans les mouvements transmis cette conservation au loin, que permet l'équation ordinaire (1) du son dans les milieux à une ou à trois dimensions, des particularités infiniment diverses affectant ces mouvements dès leur source d'émission et caractéristiques du corps qui la constitue : conservation vraiment merveilleuse et admirable, de la plus haute importance au point de vue psychologique, puisqu'elle fait, de la *vue* et de l'*ouïe*, c'est-à-dire de nos deux sens se rapportant à des phénomènes régis par l'équation (1), les sens *intellectuels* par excellence, aptes à nous procurer des sensations aussi variées que nettes et, par suite, à nous fournir les plus précises et les plus riches de nos connaissances sur l'Univers, en même temps que des signes assez distincts et assez nombreux pour nous permettre d'exprimer dans peu de temps ou sur de petits espaces, par la parole, l'écriture et le dessin, nos idées de toute nature (1). »

---

(1) J'ai présenté, avec plus de détails, ces considérations de Philosophie naturelle,

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la propagation du courant dans un cas particulier.*

NOTE de M. A. POTIER.

« En traitant de la propagation des courants, certains auteurs ont introduit des coefficients  $\lambda$ ,  $\gamma$ , dits de self-induction et de capacité par unité de longueur, dont on a peine à comprendre l'usage, leur définition supposant pour l'un  $\lambda$ , que le courant a partout la même intensité; pour l'autre  $\gamma$ , que l'électricité est en équilibre à la surface des fils, tandis qu'on prétend étudier un état du courant et une distribution des charges variables dans le temps et dans l'espace.

» Si l'on se place dans les conditions simples auxquelles j'ai fait allusion dans la précédente séance, conditions très voisines de celles de l'expérience, on peut se dispenser d'introduire ces coefficients. Soient  $i$ ,  $q$  le courant et la densité linéaire de la charge en un point de la surface d'un conducteur cylindrique indéfini déterminé par son abscisse  $s$  et  $V$  le potentiel en un point de son intérieur, défini par son abscisse  $x$ . (Le système électromagnétique de mesures sera employé, et toute intégrale portant sur  $ds$  sera étendue au conducteur.)

» La force électromotrice induite est égale à la différence de potentiel; écrivant cette égalité pour les extrémités d'un élément  $dx$  à l'intérieur du circuit

$$\frac{d}{dt} \int \frac{i ds}{r} = + \frac{\partial V}{\partial x};$$

---

relatives à l'équation ordinaire du son, dans le Volume (de 1885) sur l'*Application des potentiels à l'équilibre et au mouvement des solides élastiques, etc.* (p. 339, 340, 696) et dans la partie consacrée au *Calcul intégral* du *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (Fascicule élémentaire, p. 204; *Compléments*, p. 448\* à 451\*). J'ai remarqué d'ailleurs, dans le même Volume de *Compléments du Calcul intégral* (p. 450\*) et, antérieurement, à la p. 642 de l'*Application des potentiels, etc.*, que les ondes élémentaires régies par l'équation ordinaire du son, dans un milieu *plat* ou à *deux* coordonnées, laissent à leur suite un faible reste d'agitation, nuisible à la netteté de celles qui, supposées issues des mêmes centres, viendraient peu de temps après elles.

La limitation précise de chaque onde tant à son arrière qu'à son avant, dans un milieu homogène parfaitement élastique ayant longueur, largeur et profondeur, tient à cette circonstance assez particulière, que la solution générale des équations du mouvement s'y exprime, comme on le voit par la formule (2), au moyen d'*intégrales de surface* ou *doubles*, malgré les *trois* dimensions de l'espace où l'onde progresse.

mais, d'autre part,

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial i}{\partial x} = 0,$$

donc <sup>(1)</sup>

$$\frac{\partial}{\partial t^2} \int \frac{q ds}{r} = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2};$$

mais dans le système électromagnétique

$$V = v^2 \int \frac{dm}{r} = v^2 \int \frac{q ds}{r}.$$

» Il reste donc l'équation bien connue

$$\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 V}{\partial x^2}.$$

» M. Poincaré <sup>(2)</sup> avait déjà indiqué cette équation, mais pour un fil de section circulaire seulement, et en admettant que le potentiel électrique est proportionnel au logarithme du rayon, ce qui n'est vrai que pour des charges uniformes.

» Le même raisonnement appliqué à un circuit courbe dont  $ds'$  serait un élément donnerait

$$\frac{\partial}{\partial t^2} \int \frac{q \cos \varepsilon}{r} ds = \frac{\partial^2 V}{\partial s'^2}.$$

On en déduira que la vitesse de propagation sera encore  $v$ , pourvu que les charges soient localisées; si elles n'occupent qu'une faible longueur à la surface du fil,  $q$  est nul dès que  $\cos \varepsilon$  s'écarte de la valeur 1, et le premier membre se réduit à  $\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$ . »

<sup>(1)</sup> Parce que

$$\frac{\partial}{\partial x} \int i \frac{ds}{r} = \int i \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{1}{r} \right) ds = - \int i \frac{d}{ds} \left( \frac{1}{r} \right) ds = \int \frac{1}{r} \frac{di}{ds} ds = - \int \frac{1}{r} \frac{dq}{dt} ds.$$

<sup>(2)</sup> *Électricité et Optique*, t. II, p. 201.



## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉODÉSIE. — *Anomalies de la pesanteur présentées par le continent nord américain.* Note de M. le commandant **DEFFORGES**, présentée par M. Fizeau.

(Renvoi à la Section de Physique, à laquelle MM. Daubrée, Bouquet de la Grye et Bassot sont priés de s'adjoindre.)

« Les études entreprises sur la gravité, au Service géographique de l'armée, ont permis de formuler quelques lois expérimentales intéressantes, qui ont été soumises le 15 juillet 1893 au jugement de l'Académie par M. le Ministre de la Guerre.

» Il ressort, des mesures récentes et d'un certain nombre de mesures anciennes qu'on a pu rattacher avec certitude aux observations contemporaines, que le littoral d'une même mer paraît posséder une pesanteur caractéristique, dont la variation, le long de ce littoral, suit assez exactement la loi du sinus carré de la latitude, énoncée par Clairaut. Mais, d'un côté, les îles qui surgissent de la mer aux grandes profondeurs présentent un excès considérable de pesanteur, comme l'avaient fait supposer déjà les premières discussions des observations du pendule effectuées dans les anciens voyages de circumnavigation; et, d'un autre côté, sur les continents européen, africain et asiatique, on constate un défaut de la gravité qui semble, dans la distribution des masses de l'écorce terrestre, contrebalancer l'excès des îles de l'Océan.

» Il était intéressant d'étendre et de confirmer cette dernière loi, et de savoir si le continent américain présente effectivement, comme les autres continents, et à quel degré, cette anomalie négative de la pesanteur. Profitant d'un voyage de service aux États-Unis, j'ai pu, grâce aux fonds généreusement mis par l'Académie à ma disposition, exécuter, avec le pendule réversible inversable, des observations relatives de la pesanteur en sept stations du continent nord américain.

» En outre, à Washington, sur la demande courtoise adressée par M. le Dr T.-C. Mendenhall, *superintendent* du *Coast and Geodetic Survey*, au général directeur du Service géographique de l'armée, j'ai mesuré la pesanteur absolue avec les pendules de Brunner.

» Les stations relatives ont été choisies de manière à faire ressortir au-

tant que possible l'anomalie continentale. Deux des stations, San-Francisco et Washington, sont situées au bord des Océans, et, à quelques degrés près, sous le même parallèle. Une station centrale, à Salt Lake City, non loin du grand lac Salé, occupe le point le plus bas du grand plateau compris entre les montagnes Rocheuses et la Sierra Nevada. Une autre station à l'observatoire récemment fondé de Denver, de l'autre côté des montagnes Rocheuses, à plus de 1600<sup>m</sup> d'altitude, est située sur le vaste plateau qui sert de piédestal aux montagnes Rocheuses et s'abaisse peu à peu, par degrés insensibles, jusqu'à la vallée du Mississipi.

» Ces deux stations, Salt Lake City et Denver, sont assez loin des reliefs montagneux les plus élevés pour échapper à l'attraction topographique, et leur situation sur le massif même de l'arête continentale américaine les rend très propres à déceler, avec sa valeur maximum, le défaut continental de la gravité.

» Les autres stations, mont Hamilton, Chicago, Montréal, situées de part et d'autre des stations des grands plateaux, servent de transition jusqu'aux stations du bord des Océans et permettent de suivre la variation de l'anomalie, rapportée à la pesanteur observée à Paris, jusqu'au delà de son changement de signe qui a lieu à quelque distance du littoral océanique, suivant la loi déjà constatée en Europe et en Algérie.

» La pesanteur absolue, mesurée à Washington, dans la salle du pendule (*pendulum room*) du Coast and Geodetic Survey Office, est

$$g = 9^m,80165.$$

» La mesure relative a donné, entre Paris et Washington,

$$g = 9^m,80169.$$

» L'accord des deux valeurs est entièrement satisfaisant.

» J'adopterai pour Washington la moyenne

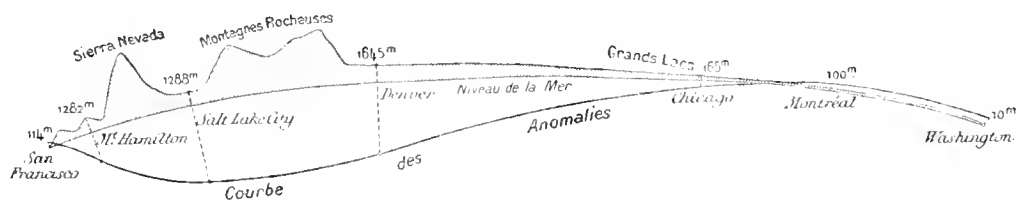
$$g = 9^m,80167.$$

» Le Tableau qui suit renferme les valeurs de  $g$  mesurées, relativement à Paris, aux sept stations américaines, et, pour chacune d'elles : 1<sup>o</sup> la réduction au niveau de la mer, suivant la formule de Bouguer; 2<sup>o</sup> la pesanteur théorique calculée selon la loi de Clairaut et avec l'aplatissement de

Clarke, en considérant comme normale la pesanteur à Paris, et, enfin, 3° l'anomalie de la pesanteur observée.

Stations.	Latitude.	Altitude.	$g$ observé.	Réduction de Bouguer.	$g$		Ano- malie.
					réduit.	calculé.	
Washington...	33,39	10 <sup>m</sup>	9,80167	+ 2	9,80169	9,80142	+ 27
Montréal. ....	50,57	100	9,80729	+ 18	9,80747	9,80716	+ 31
Chicago. ....	46,46	165	9,80345	+ 30	9,80375	9,80386	- 11
Denver. ....	44,33	1645	9,79684	+299	9,79983	9,80216	- 233
Salt Lake City.	45,30	1288	9,79816	+234	9,80050	9,80293	-243
M <sup>t</sup> Hamilton. .	41,47	1282	9,79683	+233	9,79916	9,79991	- 75
San Francisco.	41,98	114	9,80016	+ 21	9,80037	9,80030	+ 7

» La courbe ci-après donne une idée bien nette de la marche générale de l'anomalie de la pesanteur sur le continent américain (1).



» Bien que les déviations de la verticale n'aient pas encore été déterminées dans les stations américaines, les valeurs les plus élevées que l'expérience a données sur le globe, pour cette déviation, n'affecteraient pas les anomalies d'une manière sensible.

» Ces résultats confirment entièrement les faits d'observation énoncés dans la Note du 15 juillet dernier. Il est intéressant de remarquer que l'anomalie continentale sur le haut plateau américain est à peu près égale et de signe contraire aux anomalies des îles aux grandes profondeurs du Pacifique et de l'Atlantique.

Îles de l'Atlantique.		Continent américain.		Îles du Pacifique.	
Saint-Thomas. ....	+0,00172 <sup>m</sup>	Denver. ....	-0,00233 <sup>m</sup>	Ualan. ....	+0,00283 <sup>m</sup>
Ascension. ....	+ 151	Salt Lake City.	- 243	Guam. ....	+ 197
Sainte-Hélène. ....	+ 225			Mauwi. ....	+ 180
Fernando de Noronha.	+ 196			Île-de-France.	+ 224
Anomalie moyenne. .	+0,00186		-0,00238		+0,00221

(1) Les deux extrémités de la courbe des anomalies sont relevées au-dessus du niveau de la mer par suite de l'adoption de la pesanteur à Paris comme pesanteur normale. La pesanteur à Paris est, en effet, affectée d'un léger défaut continental.

MÉCANIQUE. — *Étude théorique sur l'élasticité des métaux*. Mémoire de M. **FÉLIX LUCAS**, présenté par M. Sarrau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Lévy, Haton de la Goupillière, Sarrau.)

« L'objet de ce Mémoire est l'étude théorique des phénomènes que présente une barre de fer ou d'acier recuit lorsqu'elle est soumise à l'essai de traction, en faisant croître l'effort depuis zéro jusqu'à la valeur pour laquelle commence à se produire la striction d'une section droite, striction qui est le premier précurseur de la rupture.

» On distingue trois périodes successives, savoir :

» 1<sup>o</sup> *Période d'élasticité*, caractérisée par le retour de la barre à sa longueur primitive lorsque l'on supprime l'effort de traction ;

» 2<sup>o</sup> *Période d'écoulement*, caractérisée par la disparition momentanée de l'élasticité de la barre et la production d'un allongement permanent ;

» 3<sup>o</sup> *Période mixte*, pendant laquelle on voit se produire simultanément un allongement élastique et un allongement permanent.

» Je me suis proposé d'ajouter à la théorie connue de la période d'élasticité proprement dite (pendant laquelle les déformations sont provisoires et peuvent être considérées comme infinitésimales) deux théories nouvelles concernant la période d'écoulement et la période mixte, pendant lesquelles on observe des allongements finis et permanents. Ces théories sont basées sur le principe de la conservation de l'énergie et sur la répartition du travail mécanique dépensé en énergie potentielle et énergie calorifique.

» Les résultats auxquels elles conduisent sont en parfaite concordance avec les faits observés et les mesures prises dans les expériences officielles faites en mai et juin 1893, avec la machine à essayer les métaux de l'École des Ponts et Chaussées, par M. Dupuy, inspecteur général. »

## CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1<sup>o</sup> Les fascicules 3 et 4 du tome XVII des « *Acta mathematica* », journal rédigé par M. *G. Mittag-Leffler*. (Présenté par M. Hermite.)

2° Deux Opuscules de M. *Albert Quiquet*, intitulés « Représentation algébrique des Tables de survie; généralisation des lois de Gompertz, de Makeham, etc. » et « Aperçu historique sur les formules d'interpolation des Tables de survie et de mortalité ».

M. **PAGNOUL**, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remerciements à l'Académie.

GÉODÉSIE. — *Sur la nouvelle mesure de la superficie de la France.*

Note de M. le général **DERRÉCAGAIX**.

« La nouvelle mesure de la superficie de la France, exécutée au Service géographique de l'armée, a été demandée, en 1885, dans un intérêt administratif et scientifique, par le Conseil supérieur de Statistique. Ce travail a été motivé par les discordances qui existent dans les diverses publications officielles, au sujet de la superficie de la France et de ses divisions territoriales.

» A la mort du regretté général Perrier, une mesure préliminaire avait été faite sur des tirages en report de la Carte de France à  $\frac{1}{800000}$ , à l'aide du planimètre Coradi, et en suivant le programme développé devant le Conseil supérieur de Statistique.

» L'examen de ce premier travail, et, notamment, celui des erreurs, fit ressortir diverses imperfections, provenant en grande partie des mesures au planimètre. On décida alors qu'une seconde mesure serait exécutée, mais cette fois sur les cuivres mêmes de la Carte, à l'aide de planimètres modifiés et en la faisant porter sur la surface entière, de façon à lui donner autant que possible le caractère d'un travail définitif. Les premiers opérateurs n'étant plus à Paris, la mesure fut confiée à un nouveau personnel.

» La méthode prescrite fut la suivante :

» Dans l'évaluation de la surface de la France, on a supposé que la Terre a réellement la figure d'un ellipsoïde de révolution. C'est la portion de la surface de cet ellipsoïde embrassée par le contour du littoral (laine de basse mer) et des frontières qui a été en partie calculée, en partie mesurée.

» On a supposé que les méridiens et les parallèles de 10' en 10' (division centésimale du quadrant) sont tracés sur l'ellipsoïde, défini géométriquement.

quement par son aplatissement  $z$  et son demi grand axe  $a$ . Ces méridiens et parallèles forment, par leurs intersections, un ensemble de carreaux dont il est facile de calculer géométriquement la surface. La surface de la France peut être considérée comme étant la somme :

» A, des surfaces d'un certain nombre de carreaux pleins;  
 » B, de la portion intérieure des carreaux traversés par le contour de la frontière ou de la laisse de basse mer.

» Les surfaces A ont été déterminées par le calcul; les surfaces B ont été mesurées au planimètre, en fonction du carreau correspondant pris comme unité, et ensuite évaluées en hectares à l'aide de la surface calculée de ce même carreau.

» L'évaluation de la surface a été faite successivement :

» 1° Sur l'ellipsoïde dit *de la Carte de France* (*Mémorial*, t. VI, p. 60):

$$z = \frac{1}{308^{\text{m}},64}, \quad a = 6376985^{\text{m}},2.$$

» 2° Sur l'ellipsoïde de Bessel (*HELMERT, Géodésie supérieure*, t. I):

$$z = \frac{1}{299^{\text{m}},153}, \quad a = 6377397^{\text{m}},155.$$

» 3° Sur l'ellipsoïde de Clarke (*Geodesy*):

$$z = \frac{1}{293^{\text{m}},46}, \quad a = 6378249^{\text{m}},2.$$

» Dans le calcul d'un carreau de 10', on a pris pour surface approchée le produit de la longueur développée de l'arc de méridien de 10' par la longueur de l'arc de parallèle développé de même amplitude, passant par le centre du carreau. En d'autres termes, on a substitué à la surface ellipsoïdale une surface tronconique tangente à l'ellipsoïde le long du parallèle du centre du carreau, et dont la génératrice, coupée en deux parties égales par le parallèle central, est égale en longueur à l'arc de méridien de 10' développé.

» Dans cet ordre d'idées, on a déterminé les expressions des longueurs des deux arcs de méridien et de parallèle développés. On a dressé le tableau des surfaces approchées des carreaux de 10' en fonction de la latitude et, pour avoir une appréciation exacte de l'erreur commise, on a calculé deux carreaux choisis à l'extrême nord et à l'extrême sud de la carte, c'est-à-dire aux points où la différence entre les deux formules adoptées, exacte et approchée, est la plus grande. On a trouvé que cette

différence n'excède pas  $6^{\text{mm}}$  ou  $\frac{1}{12000000}$  du carreau, c'est-à-dire une quantité totalement négligeable.

» On a établi ainsi des tableaux présentant les résultats du calcul sur les trois ellipsoïdes des ingénieurs géographes, de Bessel et de Clarke. On a eu, par suite, la première partie (A) de la surface de la France, comprenant 7341 carreaux.

» Pour l'évaluation de la deuxième partie (B), on s'est servi du planimètre de Coradi. Puis, afin de s'affranchir des déformations du papier et de l'étalement des traits par l'impression, on a effectué la mesure des carreaux frontières et maritimes sur les planches de cuivre gravées de la Carte de France, en remplaçant la pointe du planimètre par un microscope grossissant environ vingt fois, monté à l'extrémité de la règle mobile et portant, dans son plan focal, deux fils en croix.

» Dans chaque carreau mesuré, on a évalué séparément, au planimètre, les deux surfaces situées, l'une en dedans, l'autre en dehors du contour; et, en outre, la surface totale. On a eu ainsi une idée de l'erreur commise, par la différence de la somme des deux premières mesures avec la troisième.

» Cette évaluation est affectée de deux catégories d'erreurs. La première exprime la différence entre les résultats de la mesure et du calcul et la surface réelle représentée par les planches.

» La seconde est l'erreur même de la Carte, ou la différence entre la surface réelle de la France projetée sur un ellipsoïde donné, et la représentation de la même surface d'après les levés sur le terrain. En d'autres termes, c'est la différence des surfaces embrassées sur l'ellipsoïde par le contour réel (mer et frontières) et par le contour, nécessairement entaché d'incertitudes, gravé sur les planches.

» La première erreur se compose de l'erreur du calcul, provenant de l'emploi d'une formule approchée, et de l'erreur de la mesure au planimètre. Cette dernière seule représente presque en totalité l'erreur de la mesure. Elle a été évaluée une première fois à  $\pm 33^{\text{ha}},6$ . Une autre évaluation, faite pour vérifier la précédente, a donné une erreur égale à  $\pm 27^{\text{ha}}$  environ, nombre tout à fait comparable au premier.

» Quant à l'erreur provenant du calcul, elle est inférieure dans sa totalité à  $2^{\text{ha}},2$ , quantité insignifiante qui peut être négligée.

» D'autre part, il serait difficile d'apprécier la seconde catégorie d'erreurs, celle qui résulte des levés sur le terrain. Cela tient surtout à la posi-

tion de la laisse des basses mers, qui est toujours incertaine sur le terrain et, à plus forte raison, sur la Carte.

» En résumé, en admettant que la Carte d'État-Major est une représentation fidèle de la surface de la France, la mesure exécutée au Service Géographique, sur les planches mêmes de la Carte, paraît exacte à moins de 50<sup>ha</sup>; mais la différence entre la surface des cuivres et la surface réelle du territoire dépasse certainement de beaucoup ce nombre <sup>(1)</sup>.

» Il restait à déterminer la superficie du territoire dans d'autres hypothèses ellipsoïdales. On a cherché, dans ce but, les expressions qui définissent la variation des coordonnées par rapport au centre de la Carte et le déplacement des carreaux limites par rapport aux points du contour.

» Ces expressions ont permis d'évaluer les quadrilatères qui, dans les carreaux traversés par le contour, viennent s'ajouter ou se retrancher, pour modifier le rapport mesuré au planimètre. On a admis dans cette évaluation que le contour de la France, sur les divers ellipsoïdes, reste égal à lui-même, et on s'est borné à calculer, à l'aide de formules, la quantité dont la deuxième portion B de la surface totale est modifiée, par le déplacement des méridiens et des parallèles qui résulte de la variation des éléments de l'ellipsoïde. La première portion (A) formée de carreaux pleins a été d'abord calculée directement pour chaque ellipsoïde.

» Les résultats obtenus par le calcul et les mesures, combinés, ont donné, pour la superficie de la France et de ses îles, la Corse comprise, les chiffres ci-après :

Ellipsoïde de la Carte de France.....	536,464 <sup>kmq</sup>
» de Bessel.....	536,608
» de Clarke.....	536,891

soit, 53689100 hectares.

» Le soin avec lequel ces résultats ont été obtenus permet de leur attribuer une sanction officielle. Mais, au point de vue d'une précision stricte,

---

(1) En prenant 7000<sup>km</sup> environ pour la longueur du contour de la France, mers et frontières, une erreur accidentelle moyenne de 20<sup>m</sup> dans le tracé de ce contour ne produirait qu'une erreur de  $20^m \sqrt{7000000} = 52920^m$ , ou environ 5<sup>ha</sup>, 3. Mais la même erreur, systématisée sur une fraction du contour égale à 1000<sup>km</sup>, entacherait la mesure de la surface d'une erreur de 2000<sup>ha</sup> ou de 20<sup>kmq</sup>. Toutefois, une pareille erreur sur une fraction aussi notable du contour est très peu probable.



on doit reconnaître que, pour avoir une mesure rigoureusement exacte, il faudrait exécuter sur le terrain de nouveaux levés de précision à grande échelle. Actuellement, il est impossible d'y songer; on doit donc se contenter de la mesure dont les résultats viennent d'être exposés. »

M. E. LEVASSEUR, invité à donner quelques explications complémentaires, rappelle sommairement l'origine du travail :

« Les administrations ne s'accordent pas sur la superficie de la France; on trouve, dans les publications officielles, des nombres qui varient de 527 006<sup>kmq</sup> (*Situation financière des communes*, 1878) à 529 063<sup>kmq</sup> (*Compte définitif des recettes de l'exercice 1881*). L'*Annuaire du Bureau des Longitudes* porte 528 400<sup>kmq</sup>. Pour quelques départements, la différence entre les évaluations était de 4 à 5 pour 100; elle était même de 6 pour 100 pour le département de Vaucluse.

» A la session du Congrès international de statistique de La Haye (1869) et à celle de Saint-Petersbourg (1872), la Russie avait accepté de dresser la statistique de la superficie des régions physiques et des États de l'Europe. Le général Strelbitsky, chargé de ce travail, l'a publié (*La superficie de l'Europe*) en 1882; il a trouvé pour la France 533 479<sup>kmq</sup>, nombre supérieur d'environ 4400<sup>kmq</sup> à la plus forte évaluation des administrations françaises. Il a assigné 288 540<sup>kmq</sup> à la superficie de l'Italie, qui donnait jusque-là dans ses publications officielles 296 323<sup>kmq</sup> et qui, ne voulant pas rester dans l'incertitude sur ce point, chargea l'Institut militaire de Florence de mesurer cette superficie sur les Cartes topographiques; l'Institut militaire a trouvé 286 588<sup>kmq</sup>.

» M. Levasseur soumit la question au Conseil supérieur de Statistique, qui nomma une sous-Commission des superficies territoriales (en 1885). A la suite d'un rapport rédigé par M. de Foville et d'un vœu exprimé par le Conseil qui émettait l'avis « qu'il serait désirable d'obtenir une détermination exacte de la superficie de la France, de ses départements et » arrondissements » et estimait que « le Service géographique de l'armée était particulièrement compétent pour effectuer cette détermination », le Ministre du Commerce pria le Ministre de la Guerre d'exécuter ce travail.

» Ce travail a été en effet exécuté par le Service géographique, sur la Carte au  $\frac{1}{800000}$ , et présenté par son directeur le général Perrier, au Conseil supérieur de Statistique en 1887 et, si je ne me trompe, à l'Académie la

même année. La superficie de la France, mesurée par département, y est de 536 408<sup>kmq</sup>.

» La mesure par département est insuffisante pour être adoptée par les administrations qui publient des statistiques par arrondissement. Le général Derrécaix, successeur du général Perrier dans la direction du Service géographique et membre du Conseil supérieur de Statistique, a entrepris de compléter le travail; il l'a révisé entièrement et il en a fourni les résultats par arrondissement.

» M. Levasseur adresse ses remerciements au directeur du Service géographique de l'armée; il souhaite que ces résultats, plus exacts que ceux qui étaient jusqu'ici en usage, soient peu à peu adoptés par les administrations qui publient des statistiques fondées sur la superficie de la France. »

M. **BOUQUET DE LA GRYE** fait remarquer qu'il y a un certain intérêt à connaître la date des levés sur lesquels a été faite la mensuration de la superficie de la France, l'érosion produite par les lames diminuant chaque année cette superficie d'environ 30<sup>ha</sup>.

M. **BERTHELOT** fait observer que les développements très intéressants qui viennent d'être donnés par M. Levasseur définissent avec une précision mathématique les résultats de la mensuration des cartes de France établies par l'État-Major, la limite d'erreur des calculs ne surpassant pas trente hectares environ. Mais il est utile d'ajouter que la surface ainsi définie mathématiquement n'est pas et ne saurait être absolument identique avec la surface réelle, ni en fait, ni en définition. En effet, la surface réelle varie incessamment pour diverses causes, spécialement sur les bords de la mer. Elle diminuerait chaque année d'une trentaine d'hectares, d'après les données les plus probables, c'est-à-dire de trois cents hectares en dix années, valeur décuple de la limite d'erreur des calculs. Si l'on relève ces nombres, c'est pour montrer la différence qui existe entre le caractère absolu des évaluations mathématiques, et le caractère relatif et incessamment variable des mesures physiques applicables à des phénomènes géographiques ou physiologiques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation rapide de certaines séries peu convergentes (séries harmoniques alternées)*. Note de M. A. JANET.

« Les séries de la forme

$$S = \frac{1}{a+b} - \frac{1}{a+2b} + \frac{1}{a+3b} - \frac{1}{a+4b} + \dots$$

sont convergentes tant que  $b$  est positif, mais leur convergence est fort lente, surtout quand  $b$  est petit par rapport à  $a$ .

En remarquant que  $\frac{1}{p+\frac{a}{b}} = \int_0^1 x^{p-1+\frac{a}{b}} dx$ , on voit aisément que l'on a

$$S = \frac{1}{b} \int_0^1 \frac{x^{\frac{a}{b}}}{1+x} dx.$$

» Ceci posé, si nous pouvons trouver une fonction entière  $\varphi(x)$ , telle que, dans l'intervalle de 0 et 1, la différence  $\frac{1}{1+x} - \varphi(x)$  garde constamment le même signe et ne dépasse pas une valeur  $\varepsilon$ ,  $S$  sera représenté par

$$(1) \quad \frac{1}{b} \int_0^1 x^{\frac{a}{b}} \varphi(x) dx,$$

avec une approximation de  $\frac{\varepsilon}{a+b}$ .

» On trouve aisément  $\varphi(x) = 1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3$ .

» Pour nous rendre compte de la valeur de  $\varepsilon$ , posons

$$(2) \quad \frac{1}{1+x} = 1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3 + z,$$

et chassons le dénominateur. Nous trouverons

$$z = \frac{1}{4} \frac{x^2(1-x)^2}{1+x},$$

ce qui nous montre d'abord que la différence  $\frac{1}{1+x} - \varphi(x)$  garde constamment le signe + dans l'intervalle considéré, et qu'ensuite cette différence est maximum pour

$$x = \frac{\sqrt{33}-3}{6},$$

le maximum étant  $\frac{11\sqrt{33}-63}{18} = 0,0106\dots$

» Remplaçant  $\varphi(x)$  par  $1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3$  dans l'intégrale (1), on trouve que

$$S \approx \frac{1}{a+b} - \frac{1}{a+2b} + \frac{3}{4} \frac{1}{a+3b} - \frac{1}{4} \frac{1}{a+4b},$$

avec une erreur inférieure à

$$0,0106 \times \frac{1}{a+b}.$$

» Pour atteindre cette approximation par le calcul direct des termes, il en faudrait *au moins* 94.

» Pour obtenir une approximation plus grande, reprenons l'égalité (2) en y remplaçant  $z$  par la valeur que nous en avons tirée. Nous aurons l'identité

$$\frac{1}{1+x} = 1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3 - \frac{1}{4} \frac{x^2(1-x)^2}{1+x},$$

qui peut s'écrire, en résolvant par rapport à  $\frac{1}{1+x}$ ,

$$\frac{1}{1+x} = \frac{1-x+\frac{3}{4}x^2-\frac{1}{4}x^3}{1-\frac{1}{4}x^2(1-x)^2}.$$

» Mais, puisque  $\frac{1}{4}x^2(1-x)^2$  reste constamment compris entre 0 et  $\frac{1}{64}$  dans l'intervalle de 0 à 1, nous pouvons développer  $\frac{1}{1-\frac{1}{4}x^2(1-x)^2}$  en progression géométrique convergente, et écrire, en mettant le reste en évidence,

$$(3) \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{1+x} &= \left\{ (1-x+\frac{3}{4}x^2-\frac{1}{4}x^3) \left[ 1 + \frac{x^2(1-x)^2}{4} + \dots + \frac{x^{2n}(1-x)^{2n}}{4^n} \right] \right\} \\ &+ \frac{1}{4^{n+1}} \frac{(1-x+\frac{3}{4}x^2-\frac{1}{4}x^3)[x^{2n+2}(1-x)^{2n+2}]}{1-\frac{1}{4}x^2(1-x)^2}. \end{aligned} \right.$$

En prenant pour  $\varphi(x)$  le produit entre accolades, le dernier terme représente la différence  $\frac{1}{1+x} - \varphi(x)$ . Elle reste constamment positive dans l'intervalle de 0 à 1; de plus, son maximum est inférieur au résultat obtenu en remplaçant chaque facteur du numérateur par son maximum et le dénominateur par son minimum. Or, dans l'intervalle considéré, la plus grande valeur de  $1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3$  est 1 pour  $x = 0$ . Le facteur

$x^{2n+2}(1-x)^{2n+2}$  atteint sa valeur maximum  $\frac{1}{4^{2n+2}}$  pour  $x = \frac{1}{2}$ . Pour la même valeur, la détermination passe par son minimum, qui est  $\frac{63}{64}$ .

» La différence  $\frac{1}{1+x} - \varphi(x)$  restera donc constamment inférieure à  $\frac{1}{63 \cdot 64^n}$ , valeur très rapidement décroissante et qu'on peut prendre aussi petite qu'on voudra en choisissant  $n$  convenablement.

»  $n = 2$  donne déjà  $\varepsilon < 0,000004$ .

» La valeur correspondante de  $\varphi(x)$ , portée dans (1), donne pour valeur approchée de S

$$\begin{aligned} & \frac{1}{a+b} - \frac{1}{a+2b} + \frac{1}{a+3b} - \frac{1}{a+4b} + \frac{1}{a+5b} - \frac{1}{a+6b} \\ & + \frac{63}{64} \frac{1}{a+7b} - \frac{57}{64} \frac{1}{a+8b} + \frac{21}{32} \frac{1}{a+9b} \\ & - \frac{11}{32} \frac{1}{a+10b} + \frac{7}{64} \frac{1}{a+11b} - \frac{1}{64} \frac{1}{a+12b}. \end{aligned}$$

» Le calcul direct exigerait *au moins* 250000 termes de la série pour atteindre le même résultat.

» La même méthode est applicable à la série

$$\frac{x}{a+b} - \frac{x^2}{a+2b} + \frac{x^3}{a+3b} - \frac{x^4}{a+4b} + \dots$$

» La forme  $\frac{\varepsilon}{a+b}$  de l'approximation avec laquelle cette méthode permet de calculer la valeur de S est assez paradoxale. Cette approximation, pour un nombre donné de termes utilisés, ne dépend pas de la rapidité avec laquelle converge la série. Il est facile de soumettre ce fait à une vérification des plus singulières.

» Pour  $b = 0$ , la série S devient divergente, mais, tant que  $b$  est positif, elle augmente et la somme de cette série convergente tend vers  $\frac{1}{2a}$  quand  $b$  tend vers 0.

» Eh bien, si l'on fait  $b = 0$  dans les deux valeurs approchées de S données ci-dessus, on trouve qu'elles donnent  $\frac{1}{2a}$ , et il est aisé de voir que toute formule approchée déduite de (3) donnera le même résultat, quel que soit  $n$ . »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une propriété métrique commune à trois classes particulières de congruences rectilignes.* Note de M. ALPHONSE DEMOULIX, présentée par M. Darboux.

« I. Nous considérons dans cette Note : 1° les congruences  $(\Gamma_1)$  qui établissent une correspondance entre une famille d'asymptotiques appartenant à l'une des nappes de la surface focale et une famille d'asymptotiques appartenant à l'autre nappe.

» 2° Les congruences  $(\Gamma_2)$  sur les deux nappes de la surface focale desquelles les lignes de courbure se correspondent.

» 3° Les congruences  $(\Gamma_3)$  telles que les lignes asymptotiques de l'une des nappes de la surface focale correspondent aux lignes de courbure de l'autre nappe.

» Ces trois classes de congruences jouissent d'une propriété métrique remarquable, qui a déjà été rencontrée dans divers cas particuliers par Halphen <sup>(1)</sup> et Ribaucour <sup>(2)</sup>.

» Appelons  $(S)$  et  $(S')$  les deux nappes de la surface focale de l'une des congruences qui viennent d'être définies; une droite quelconque de cette congruence touche  $(S)$  en  $M$  et  $(S')$  en  $M'$ ; les plans focaux relatifs à cette droite font entre eux un angle que nous désignerons par  $V$ . Soient  $R_1, R_2$  les rayons de courbure principaux de  $(S)$  en  $M$ , et  $R'_1, R'_2$  les rayons de courbure principaux de  $(S')$  en  $M'$ . Cela posé, on a

$$(A) \quad R_1 R_2 R'_1 R'_2 \sin^2 V = \overline{MM'}^2.$$

» II. Pour démontrer cette relation, nous nous appuierons sur quelques formules relatives aux surfaces réglées; nous allons tout d'abord les établir.

» Soient  $(G)$  une génératrice quelconque d'une surface réglée,  $O$  son point central et  $\beta$  son paramètre de distribution. Prenons sur cette génératrice deux points quelconques  $M, M'$  et appelons  $\varphi, \varphi'$  les angles que les plans tangents en ces points font avec le plan tangent en  $O$ . On a

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{OM}{\beta}, \quad \operatorname{tang} \varphi' = \frac{OM'}{\beta},$$

(1) *Bulletin de la Société mathématique*, t. IV, p. 94; 1876.

(2) *Étude des élassoïdes ou surfaces à courbure moyenne nulle*, p. 70 et 71.

d'où, en soustrayant, et posant  $\varphi - \varphi' = V$ ,

$$(1) \quad \frac{\beta}{\cos \varphi \cos \varphi'} = \frac{MM'}{\sin V}.$$

» Appelons  $\tau$  et  $\tau'$  les rayons de torsion des asymptotiques qui passent respectivement par les points M et M'. Soient  $\omega$ , l'angle de la génératrice (G) et de la tangente à l'une des lignes de courbure qui se croisent en M et R le rayon de courbure correspondant ; soient, de même,  $\omega'$ , l'angle de la génératrice (G) et de la tangente à l'une des lignes de courbure qui se croisent en M' et R' le rayon de courbure correspondant. Nous aurons (1)

$$\tau = \frac{\beta}{\cos^2 \varphi}, \quad \tau' = \frac{\beta}{\cos^2 \varphi'},$$

$$R_1 \operatorname{tang} \omega_1 = \frac{\beta}{\cos^2 \varphi}, \quad R'_1 \operatorname{tang} \omega'_1 = \frac{\beta}{\cos^2 \varphi'},$$

d'où, en tenant compte de la relation (1),

$$(2) \quad \tau \tau' \sin^2 V = \overline{MM'}^2,$$

$$(3) \quad R_1 R'_1 \operatorname{tang} \omega_1 \operatorname{tang} \omega'_1 \sin^2 V = \overline{MM'}^2,$$

$$(4) \quad \tau R'_1 \operatorname{tang} \omega'_1 \sin^2 V = \overline{MM'}^2.$$

» III. Abordons maintenant la démonstration de la formule (A), et, à cet effet, envisageons successivement les congruences ( $\Gamma_1$ ), les congruences ( $\Gamma_2$ ) et les congruences ( $\Gamma_3$ ).

» *Congruences* ( $\Gamma_1$ ). — Par hypothèse, il existe sur la nappe (S) une famille (F) d'asymptotiques à laquelle correspond sur la nappe (S') une autre famille d'asymptotiques. Lors donc que le point M décrira une asymptotique (A) appartenant à la famille (F), le point M' décrira une asymptotique (A') de (S'), et la droite MM' engendrera une surface réglée ( $\Sigma$ ) qui admettra évidemment comme asymptotiques les lignes (A) et (A').

» Soient  $\tau$  et  $\tau'$  les rayons de torsion des lignes (A) et (A') aux points M et M', et V l'angle des plans tangents à ( $\Sigma$ ) en ces points, c'est-à-dire l'angle des plans focaux relatifs à MM'.

» On aura, en vertu de (2),

$$\tau^2 \tau'^2 \sin^2 V = \overline{MM'}^4$$

---

(1) Voir G. DARBOUX, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. III, p. 309.

et, en mettant dans cette relation pour  $\tau^2$  et  $\tau'^2$  leurs valeurs,

$$\tau^2 = -R_1 R_2, \quad \tau'^2 = -R'_1 R'_2,$$

on obtiendra la formule (A).

» *Congruences* ( $\Gamma_2$ ). — Lorsque le point M décrira une ligne de courbure ( $C_1$ ) de la nappe (S), le point M' décrira une ligne de courbure ( $C'_1$ ) de la nappe (S'), et la droite MM' engendrera une surface réglée ( $\Sigma$ ). Cette surface admettra évidemment les lignes (C) et ( $C'_1$ ) comme lignes de courbure; en outre,  $R_1$ , rayon de courbure principal de (S), relatif à ( $C_1$ ), sera rayon de courbure principal de ( $\Sigma$ ), et il en sera de même de  $R'_1$ , rayon de courbure principal de (S'), relatif à ( $C'_1$ ). Si donc on appelle  $\omega_1$  et  $\omega'_1$  les angles que MM' fait avec les tangentes en M et M' aux lignes ( $C_1$ ) et ( $C'_1$ ), l'application de la formule (3) donnera

$$R_1 R'_1 \operatorname{tang} \omega_1 \operatorname{tang} \omega'_1 \sin^2 V = \overline{MM'}^2.$$

On aura de même, en considérant les secondes lignes de courbure qui passent par les points M, M', et en faisant usage de notations qui s'expliquent d'elles-mêmes,

$$R_2 R'_2 \operatorname{tang} \omega_2 \operatorname{tang} \omega'_2 \sin^2 V = \overline{MM'}^2.$$

Multipliant ces égalités membre à membre et observant que

$$\operatorname{tang} \omega_1 \operatorname{tang} \omega_2 = -1, \quad \operatorname{tang} \omega'_1 \operatorname{tang} \omega'_2 = -1,$$

on obtiendra encore la formule (A).

» *Congruences* ( $\Gamma_3$ ). — Enfin, la formule (4) permettra de démontrer, par un raisonnement analogue à celui qui précède, que la relation (A) appartient également aux congruences ( $\Gamma_3$ ). »

THERMODYNAMIQUE. — *La loi de Joule et la loi de Mariotte dans les gaz réels.*

Note de M. **JULES ANDRADE.**

« Je voudrais préciser et compléter les résultats énoncés dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 8 janvier : j'en conserverai les notations.

» J'ai démontré que :

« Pour un gaz déterminé, dont la chaleur spécifique est à peu près fonction de la seule température et qui présente le phénomène constaté



» dans l'expérience de Joule et de Thomson, la loi de Joule est d'approximation d'ordre au moins égal à l'ordre d'approximation de la loi de Mariotte. »

» Pour l'hydrogène, les deux lois ont précisément le même ordre d'approximation, car, comme on a pour ce gaz  $\frac{d(pv)}{dp} > 0$ , si l'écart de la loi de Joule était négligeable, le coefficient K de l'expérience de Thomson deviendrait négatif.

» Considérons maintenant un autre gaz que l'hydrogène : nous allons voir que la circonstance de C presque constante et l'expérience de Thomson nous conduiront au même résultat.

» En effet, un gaz qui suivrait rigoureusement la loi de Joule nous donnerait, au lieu des équations (2), celles-ci :

$$\left\{ \begin{array}{ll} p\psi(v) = R_1 F(\theta) & F(\theta) \text{ diffère peu de } 273 + t, \text{ } t \text{ température centigrade, et de } \theta; \\ \frac{T}{T_0} = \frac{F(\theta)}{F(\theta_0)} & \psi \text{ désigne une fonction de } v; \\ C = c + \frac{ARF'(\theta)}{\psi'(v)} & R_1 \text{ désigne une constante;} \end{array} \right.$$

et le coefficient K aurait ici pour valeur

$$K = \frac{\theta^2 \left( \frac{\psi}{\psi'} - v \right)}{v}.$$

» Cette valeur serait approchée si la loi de Joule était beaucoup plus approchée que la loi de Mariotte ; or, C ne varie presque pas entre 0° et 100°, on voit que, entre ces limites, K *varierait de plus de deux tiers de sa valeur* ; or cela est contraire à l'expérience.

» La loi de Joule n'est donc pas beaucoup plus approchée que la loi de Mariotte ; or, elle ne l'était pas moins. Donc enfin, *pour un gaz réel, les lois de Joule et de Mariotte ont des écarts comparables.*

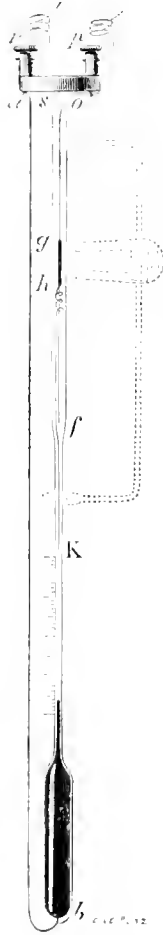
» On remarquera, en passant, cette proposition : Si un gaz suit la loi de Joule et si, en même temps, sa chaleur spécifique C ne dépend que de la température, ce gaz suit la loi de Mariotte.

» Nous noterons aussi cette autre conséquence : Si l'on constitue des thermomètres avec les différents gaz, les températures fournies par chacun d'eux ne différeront entre elles et ne différeront de la température absolue, que d'une petite quantité dont l'ordre sera précisément l'ordre

d'approximation de la loi de Mariotte pour celui des gaz employés qui s'écarte le plus de cette loi. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Thermomètre électrique avertisseur, pour étuves de laboratoire.* Note de M. BARILLÉ, présentée par M. Henri Moissan.

« On sait le rôle important que joue la constance de la température dans la plupart des opérations de laboratoire. L'emploi des régulateurs de température, fonctionnant automatiquement une fois portés à la température voulue, donne des résultats souvent incertains. Il est nécessaire d'y joindre, comme contrôle, un moyen d'avertissement à l'abri de tout soupçon, qui vienne, en l'absence de l'opérateur, obliger ses aides à une surveillance constante.



» Bien des *thermomètres avertisseurs* ont été proposés dans ce but. Celui que nous présentons aujourd'hui paraît réaliser un appareil pratique et exact, modifiant avantageusement, pour la surveillance de la température dans les étuves de laboratoire, les différents systèmes d'avertisseurs déjà connus. Par l'étendue de son échelle thermométrique variant de 0° à 200°, sa graduation sur tige qui en réduit les dimensions, son mode de construction, il constitue un véritable instrument de laboratoire. Les thermomètres avertisseurs usités jusqu'à ce jour ne peuvent, en effet, convenir que pour des températures peu élevées, ne dépassant pas 50°; la planchette protectrice sur laquelle ils sont fixés s'oppose en outre, autant que leur forme même, à leur introduction dans la tubulure d'une étuve.

» Notre avertisseur électrique se compose d'un thermomètre à mercure ordinaire, gradué sur verre de 5° en 5°, dont la tige se renfle légèrement au-dessus de la graduation limite, comme l'indique la figure. Un fil de platine *ab*, scellé en *b* dans le verre du réservoir, plonge dans le mercure. Un second fil de platine, fixé en *o* à l'extrémité de la tige, la traverse en *f*. Enfin, un troisième fil de platine *kh*, celui-ci mobile et de longueur appropriée, s'enroule en spirale à son extrémité *h* autour du fil précédent et se termine par un petit index-curseur en acier *gh*, auquel il est soudé. Un aimant, agissant à travers le verre et disposé comme l'indique la figure, sert au réglage de la température; il permet de maintenir le cur-

seur en acier, muni de son fil, toujours adhérent au fil fixe *of* dont il augmente ainsi la longueur. Par cet artifice, il sera aisé, en effet, en faisant glisser l'aimant dans un sens ou dans l'autre, d'amener l'extrémité *k* du fil curseur au degré de température que l'enceinte ne doit pas dépasser, et de l'y retenir immobile en serrant l'écrou de l'aimant.

» Un liquide convenablement choisi par rapport à l'étendue de la graduation du thermomètre remplit la tige et le réservoir supérieur de l'instrument. Ce liquide permet de chasser tout l'air de l'appareil avant de le sceller en S au dard de la lampe d'émailleur, de maintenir dans les conditions voulues l'adhérence des fils et de faciliter leur manœuvre.

» L'*orthotoluidine*, liquide très fluide, incolore, de même densité que l'eau, dont le point d'ébullition atteint 200° et celui de congélation — 20°, a très bien répondu au but proposé dans la réalisation de notre instrument. On peut lui substituer, si l'on veut, l'*éthylorthotoluidine*, qui ne bout qu'à 214°. Ces deux liquides, s'ils sont chimiquement purs, n'exercent à la longue aucune action oxydante appréciable sur le mercure du thermomètre.

» Le thermomètre est contenu et assujéti avec ses fils conducteurs dans une monture en cuivre munie de deux doubles fenêtres.

» L'aimant, analogue à celui qui est employé pour le thermométrographe, glisse sur une armature de 0<sup>m</sup>,19 de long, formant anse, à l'aide d'un curseur auquel il est fixé par un écrou à vis; ses deux pôles, retenus dans la rainure de la monture, restent parfaitement adhérents au verre, par conséquent à l'index en acier.

» Deux bornes de communication *r* et *p* terminent l'instrument et permettent de le rattacher aux fils de l'électro-aimant d'une sonnerie électrique qui peut être placée à toute distance, et de le mettre en communication, soit avec une pile de Grenet, soit avec un élément de Leclanché. Lorsque la température de l'enceinte a atteint le degré voulu, le mercure en montant affleure la pointe *k* du fil curseur-indicateur; le circuit se ferme et la sonnerie se mettant en mouvement avertit les intéressés qu'il faut modérer et régler la source de chaleur.

» Le diamètre de l'instrument (18<sup>mm</sup>) permet de l'introduire aisément dans la tubulure des divers types d'étuves. Sa longueur totale est de 0<sup>m</sup>,43.

» Ce thermomètre électrique avertisseur, étant doué d'une grande sensibilité, sera employé aussi avantageusement pour les températures peu élevées, nécessaires en bactériologie, que pour les températures plus hautes, requises dans les opérations courantes du laboratoire ou de l'industrie.

» Si l'on veut s'en servir pour opérer dans une enceinte fermée de petite capacité, par exemple le placer comme contrôle dans un autoclave, on peut faire construire un modèle approprié et moins long, dont les points extrêmes de l'échelle thermométrique soient compris, par exemple, entre 100° et 180°.

» Comme dernière application, notre instrument pourrait servir de *thermomètre médical avertisseur*, en le graduant par dixièmes de degré, de 30°

à 45° seulement. Pour mettre à nu le réservoir du thermomètre à placer sous l'aisselle du malade, il suffirait de rendre mobile par un pas de vis la partie inférieure de l'enveloppe métallique. On pourrait, dans ce cas, remplacer l'orthotoluidine par de l'alcool. Il est de nombreuses circonstances en médecine, où il serait utile d'être informé, à distance, que la température d'un malade dépasse tel degré critique déterminé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bornéols de synthèse.*

Note de MM. G. BOUCHARDAT et J. LAFONT.

« Nous avons précédemment montré que les acides, en s'unissant aux térébenthènes et aux camphènes, forment des éthers de bornéols<sup>(1)</sup> dont l'un, le bornéol du térébenthène gauche, est identique au bornéol gauche de matricaire ou de valériane. L'un de nous a montré que les bornéols obtenus des camphènes sont isomériques avec les bornéols de térébenthène. Tandis que le térébenthène gauche fournit un bornéol et des éthers acétique et benzoïque lévogyres de même que le monochlorhydrate, le camphène lévogyre qui en dérive,  $[z]_D = -80^{\circ},5$ , donne un formiate dextrogyre,  $[z]_D = +10,3$  et  $+3^{\circ},3$  suivant le mode d'action; un acétate dextrogyre  $[z]_D = +19^{\circ},4$  ainsi que les bornéols correspondants  $[z]_D = +6^{\circ}54'$ ,  $+1^{\circ}3'$  et  $+11^{\circ}51'$ , tous fusibles à 211°. Par contre, tous les camphres qui en dérivent sont lévogyres, comme le camphre provenant du bornéol de térébenthène, dont ils ont tous les caractères physiques qui sont ceux du camphre de matricaire. Leur pouvoir rotatoire est seulement plus faible que celui du camphre de térébenthène, ce qui tient, ainsi que nous l'avons constaté maintes fois, à l'action des acides sur les camphènes qui les transforment en partie en dérivés inactifs (racémiques).

» MM. Bertram et H. Valbaum signalent, dans une récente publication<sup>(2)</sup>, l'isomérisie des bornéols de camphène avec les bornéols naturels, en se fondant sur la différence des formes cristallines déterminées par M. Traube et sur quelques caractères de ces bornéols et de leurs dérivés. Nous sommes arrivés à un résultat semblable, en ce qui concerne les bornéols de térébenthène.

(<sup>1</sup>) BOUCHARDAT et LAFONT, *Annales de Chim. et de Phys.*, 6<sup>e</sup> série, t. IX, p. 509; t. XVI, p. 251 et *alias*. — LAFONT, *Annales de Chim. et de Phys.*, 6<sup>e</sup> série, t. XV, p. 145.

(<sup>2</sup>) BERTRAM et VALBAUM, *Journal für pr. Chemie*, n<sup>o</sup> de janvier 1894.

» Nous avons préparé les bornéols de camphène par un procédé plus rapide qu'avec l'acide formique, presque identique à celui qui a été employé par MM. Bertram et Walbaum, en faisant agir sur un mélange à poids égaux de camphène et d'acide acétique cristallisable, le tiers du poids d'acide sulfurique dilué dans l'acide acétique. L'action est modérée, presque immédiate. La transformation en éther acétique est presque totale. Il se produit seulement quelques centièmes d'un dérivé nouveau du camphène et du bornéol, bouillant vers  $187^{\circ}$  sous  $2^{\text{cm}}$  de pression, de formule  $C^{10}H^{31}O^2$ , corps dont nous poursuivons l'étude et que nous obtenons plus facilement par l'action seule de l'acide sulfurique sur le camphène. Malheureusement, les pouvoirs rotatoires des produits sont encore plus atténués qu'avec l'acide formique.

» Les bornéols de camphène sont plus solubles dans l'éther de pétrole que les bornéols de térébenthène et que les bornéols naturels. Ils sont en cristaux plus petits. Ces cristaux se subliment, un peu à la façon du camphre, dans les vases qui les renferment, ce que ne font pas les bornéols de térébenthène. Indépendamment des différences optiques déjà signalées par nous, ces bornéols sont bien moins stables que leurs isomères. Une température un peu supérieure à  $250^{\circ}$ , maintenue pendant vingt-quatre heures, suffit pour les décomposer en camphène et en eau, que l'on aperçoit sur les parois du tube; à  $225^{\circ}$ , la décomposition est déjà importante; le bornéol inaltéré a seulement un pouvoir rotatoire légèrement abaissé. Les bornéols de térébenthène et celui du dryobalanops sont inaltérés dans ces conditions. Cette altérabilité s'observe aussi dans les éthers, ainsi que M. Riban l'a constaté pour les chlorhydrates de térébenthène et de camphène. Si l'on éthérifie à  $200^{\circ}$  le bornéol et qu'on le régénère, on lui retrouve son pouvoir rotatoire primitif. Ces essais démontrent que ces bornéols sont isomériques, non seulement avec les bornéols de térébenthène et naturels, mais aussi avec les bornéols à pouvoir rotatoire instable réversible, obtenus par de Montgolfier, avec lesquels ils offrent ce point commun de donner un camphre de signe optique opposé. Dans nos essais, les derniers se seraient transformés soit en bornéols inverses, soit au moins en racémique particulier, ce qui n'a pas lieu.

» Par contre, l'oxydation des bornéols de camphène nous a fourni des camphres doués de toutes les propriétés des camphres obtenus des autres bornéols; nous en poursuivons l'étude. Le bornéol inactif de camphène, complètement oxydé par M. Jungfleisch, lui a fourni l'acide para-campho-

rique, ce qui montre que toute la série est composée de corps racémiques.

» Le bornéol de térébenthène gauche, après purification, a un pouvoir rotatoire de  $-32^{\circ}10'$ ; il donne un camphre lévogyre  $[\alpha]_D = -38^{\circ},20'$ , chiffre inférieur à ceux du bornéol de valériane et du camphre de valériane, tenant, croyons-nous, à ce que le térébenthène n'est pas un corps unique. Cependant l'oxydation a fourni à M. Jungfleisch de l'acide lévo-camphorique ordinaire. La mesure des cristaux de ce bornéol et leur comparaison avec les mesures de M. Traube permettront d'établir l'identité de ce bornéol avec le bornéol de valériane, ce que nous croyons exister.

» En présence de ces multiples isomères de corps qui donnent de nombreux dérivés identiques, il me semble utile de désigner chacun d'entre eux par un nom rappelant son origine : *bornéol de camphène*, *bornéol de térébenthène*, *bornéol à pouvoir réversible*, et non par les désignations *iso*, *para*, etc. Par contre, il y aura lieu de changer le nom des produits obtenus par nous dans l'action des acides sur les térébenthènes, bouillant à  $199^{\circ}$ , et que nous avons appelés *isobornéols*. Ces composés se rattachent aux camphres de l'essence d'anis, découvert par Landolph, et de l'essence de thuya, découvert par M. Wallach : ils en sont les alcools correspondants. »

THERMOCHIMIE. — *Constantes thermiques de quelques bases polyatomiques.*  
Note de MM. ALBERT COLSON et GEORGES DARZENS.

« Si l'on possédait les données thermiques relatives à un nombre suffisant de bases polyatomiques, la simple considération des chaleurs de neutralisation jetterait un jour sur la constitution des alcaloïdes : on verrait de suite, par exemple, si la basicité forte de la quinine, celle qui se trouve neutralisée dans le monochlorhydrate et dans le sulfate basique, appartient ou non au groupe quinoléique existant dans la quinine, ainsi que M. Grimaux a été conduit à l'admettre par des considérations purement chimiques (1).

» Malheureusement, en dehors des nombres dont s'est servi l'un de nous dans un *Essai sur la constitution de la nicotine* (2), bien peu de cha-

(1) M. GRIMAUX, *Comptes rendus*, 12 juillet 1892.

(2) *Annales d'Chimie et de Physique*; 1892.

leurs de neutralisation de bases polyatomiques sont connues. Nous nous proposons d'établir quelques-unes de ces données si utiles; nous avons, à cet effet, étudié l'éthylène-diamine et la quinine.

» ÉTHYLÈNE-DIAMINE  $C_2H_4, 2AzH_2$ . — Cette base a été préparée par la méthode de Cloez modifiée par Krant; elle a été purifiée par deux distillations sur le sodium; elle bouillait exactement à  $116^\circ$  sous la pression atmosphérique.

» *Chaleur spécifique.* — Nous avons trouvé approximativement  $0,84$  entre  $12^\circ$  et  $45^\circ$ .

» *Chaleur de dissolution.* — Vers  $15^\circ$ , la dissolution de 1 molécule (c'est-à-dire  $60^{gr}$ ) d'éthylène-diamine dans  $4^{lit}$  d'eau dégage  $+7^{cal},6$ , moyenne de trois expériences presque identiques.

» *Chaleur de neutralisation.* — Cette valeur a été déterminée avec de l'acide chlorhydrique à  $\frac{1}{2}$  molécule par litre, 1 molécule de base étant dissoute dans  $4^{lit}$  environ. Entre  $13^\circ$  et  $15^\circ$ , on a trouvé :

1 molécule $C_2H_4(AzH_2)_2$ diss.		+ 2 molécules HCl diss.	= sel diss.	+ 23,51
1 » » » »		+ 2 » »	= »	+ 23,50
1 » » » »		+ 2 » »	= »	+ 23,60
			Moyenne.....	23,54

» *Contrôle :*

1 molécule base diss.		+ 1 molécule HCl diss.	= sel basique	+ 12,50
1 » sel basique diss.		+ 1 » »	= sel neutre	+ 11,02
			Total.....	23,52

» La chaleur de dissolution du sel neutre est négative; vers  $15^\circ$  :

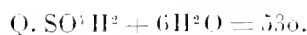
$$1 \text{ molécule sel neutre} + 4^{lit} \text{ d'eau} \dots \dots = -7^{cal},55.$$

» La chaleur de neutralisation des deux basicités est inégale quand on sature successivement chacune d'elles, mais les nombres trouvés dénotent deux basicités fortes, capables l'une et l'autre d'agir sur la teinture de tournesol. De fait, le tournesol ne vire qu'après la saturation totale des deux basicités par l'acide chlorhydrique. Le méthyl orange, réactif plus sensible, décèle *a fortiori* la saturation totale; mais, fait inattendu, la phtaléine se décolore bien avant la saturation de la deuxième basicité et notablement après la saturation de la première : la matière colorante n'est pas détruite, car la coloration rose réapparaît par addition de quelques gouttes de base à la liqueur qui vient d'être décolorée.

» L'étude de l'éthylène-diamine montre, en outre, que la Thermo-chimie est un moyen d'investigation précieux et facile : l'inégalité des nombres qui mesurent la capacité thermique de cette base par un acide, au début

et à la fin de la saturation, est une preuve certaine de l'existence de deux basicités distinctes dans la molécule éthylène-diamine <sup>(1)</sup>; on sait que ce fait, si aisément révélé aujourd'hui par une simple expérience thermique, a échappé à Cloëz et a procuré à Hoffmann l'honneur d'établir l'existence d'amines polyatomiques.

» QUININE. — Un échantillon de sulfate neutre de quinine pure bien cristallisée renfermait 15 pour 100 d'anhydride sulfurique <sup>(2)</sup>; la teneur théorique serait 15,09 pour un sulfate à 6 molécules d'eau; elle serait 14,7 pour 100 pour un sel à 7 molécules d'eau. Nous admettrons donc comme poids moléculaire



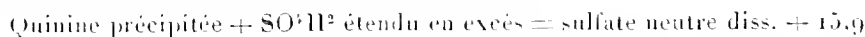
» *Dissolution.* — Comme nous nous proposons de comparer ce sulfate au sulfate basique ordinaire et à la quinine, et que ces derniers corps ne se dissolvent rapidement qu'en liqueur acide, nous avons pris la chaleur de dissolution du sulfate neutre en dissolvant sa molécule dans 12<sup>lit</sup> d'eau renfermant 98<sup>gr</sup> d'acide sulfurique. Il y a abaissement de température, et vers 11° :

$$1 \text{ molécule sulfate neutre} + 12^{\text{lit}} \text{ Aq acidulée} = -6^{\text{cal}}.7.$$

» *Neutralisation.* — 8<sup>gr</sup>.25 de sulfate neutre  $Q. SO^2H^2 + 6H^2O$  préalablement dissous dans 200<sup>cc</sup> d'eau distillée et décomposés par la potasse étendue ont dégagé 245<sup>cal</sup>.5. La neutralisation de l'acide sulfurique combiné à l'alcaloïde eût dégagé 486<sup>cal</sup>.7. La décomposition d'une molécule de sulfate neutre de quinine correspond donc à  $-15^{\text{cal}}.5$  vers 10°. En d'autres termes :



» Comme *contrôle*, nous avons redissous la quinine précipitée dans un excès d'acide sulfurique étendu et nous avons trouvé directement :



» Ce dernier nombre est un peu plus élevé que le premier; il indique en effet, outre la chaleur de formation du sulfate neutre, la tendance que possède la quinine à former des sels acides.

(1) Si l'on sature par HCl les premières ou les dernières portions d'une solution étendue d'ammoniaque ou d'un alcali monoatomique, on trouve le même dégagement de chaleur pour une même quantité de HCl neutralisé. Avec l'éthylène-diamine, au contraire, le rapport du premier nombre au deuxième est  $\frac{12.5}{11}$ . Toutes les bases diatomiques ne remplissent pas nécessairement une telle condition; mais quand cette condition est remplie, la base est polyatomique.

(2) Cet échantillon est dû à l'obligeance de M. Viennot, fabricant à Ivry, qui l'avait généreusement offert à l'un de nous, il y a quelques années.



» Si, à la quinine récemment précipitée, on substitue de la quinine séchée à 100°, la chaleur de saturation par un excès d'acide est différente : elle atteint 18<sup>Cal</sup>,7 par molécule de quinine.

» *Sulfate basique.* — On attribue à ce sel la formule  $Q^2 \cdot SO^3 H^2 + 7 H^2 O$ ; cependant un échantillon, parfaitement cristallisé, nous a donné à l'analyse  $SO^3$  pour 100, 9,00; un sel renfermant  $8 H^2 O$  titrerait  $SO^3$  pour 100, 8,97.

» A ces différences de composition du sulfate ordinaire de quinine, correspondent des variations dans la chaleur de saturation de la basicité libre de ce sel. Toutefois les nombres trouvés sont toujours faibles et voisins de 5<sup>Cal</sup>, nous reviendrons prochainement sur ce sujet. Remarquons aujourd'hui que cette valeur est de l'ordre de la chaleur de saturation des bases quinoléiques, et concluons que :

» La quinine renferme une basicité faible, comparable à celle des quinoléines, et une basicité forte, dont les types connus jusqu'ici sont les amines grasses, allyliques et pipéridiques.

» Insistons encore sur ce point, qui ressort du présent travail et des recherches citées sur la constitution de la nicotine, que la Thermo-chimie, aussi bien que les procédés purement chimiques, donne le moyen de constater la polybasicité des alcaloïdes et des amines : l'exemple de l'éthylène-diamine en est une preuve nouvelle et marquante. »

TECHNOLOGIE AGRICOLE. — *Sur l'adaptation de la levure alcoolique à la vie, dans des milieux contenant de l'acide fluorhydrique.* Note de M. E. SOREL, présentée par M. Schlœsing.

« Le D<sup>r</sup> Effront montra, il y a quelques années, qu'on pouvait, dans la distillation des matières amylacées saccharifiées par le malt, suppléer à l'insuffisance d'acide lactique par l'addition dans les moûts de 35<sup>mgr</sup> à 40<sup>mgr</sup> d'acide fluorhydrique par litre.

» Je crois avoir été un des premiers à essayer industriellement la suppression de la fermentation lactique et le coupage des cuves. J'employais dans ce cas, en moyenne, 125<sup>mgr</sup> d'acide fluorhydrique commercial à 33 pour 100 HFl. par litre; le ferment lactique était détruit, et, comme il était à prévoir, le rendement a été augmenté : nous avons obtenu industriellement 64<sup>lit</sup> d'alcool absolu pour 100<sup>kg</sup> d'amidon, au lieu de 57 à 59.

» D'ailleurs les drèches ont été consommées avidement par les animaux, sans qu'aucun accident se produisît en une période de 7 mois.

» M. le Dr Effront a indiqué, à la séance du 23 octobre 1893, que la levure alcoolique, incapable primitivement de vivre dans un milieu sucré contenant 300<sup>mgr</sup> de fluorure d'ammonium par litre, peut être amenée, par une série de cultures, dans des milieux de plus en plus riches en fluorure, à se développer dans ce milieu en apparence mortel, et qu'elle acquiert le pouvoir de proliférer abondamment et de faire fermenter relativement plus de sucre pour le même poids; je me suis proposé de voir ce qui se passerait dans le vrai milieu industriel et en présence d'acide fluorhydrique.

» J'ai préparé des levains avec 1 kilogr. de malt sec à 65° dans 3 litres d'eau. J'obtenais ainsi un moût très épais marquant de 17° à 20° saccharimétriques; j'y ajoutais la dose voulue d'acide fluorhydrique et j'ensemenciais avec 500<sup>gr</sup> d'un moût déjà réduit par fermentation à la moitié du titre primitif ou on avait cultivé de la levure de grain.

» Toutes les expériences ont été faites à la température de 23° qui a paru la plus favorable.

» Partant de 150<sup>mgr</sup> d'acide fluorhydrique commercial, soit 50<sup>mgr</sup> HFl, j'ai pu dans une première série atteindre la dose de 500<sup>mgr</sup> = 166<sup>mgr</sup> HFl par litre. La levure était languissante, les groupes les plus abondants étaient de 2 à 3 cellules. Au lieu de mettre vingt-quatre heures pour ramener le degré saccharométrique à 9°, elle avait mis cinquante-deux heures.

» Ayant laissé la fermentation s'achever, on reprit une deuxième série d'essais en partant de 125<sup>mgr</sup> = 42<sup>mgr</sup> HFl par litre; en vingt-quatre heures on n'avait plus que 10° saccharimétriques; la levure avait proliféré d'une façon prodigieuse, on ne pouvait plus compter les cellules filles formant une sorte de tissu végétal autour de chaque cellule mère.

» Jusqu'à 800<sup>mgr</sup> = 266<sup>mgr</sup> HFl par litre, les groupes de cellules filles restent très nombreuses et gardent le même aspect; les cellules filles sont rondes, gonflées.

» A partir de cette dose, les cellules filles diminuent de diamètre sans diminuer notablement de nombre jusqu'à 1600<sup>mgr</sup> = 533<sup>mgr</sup> HFl par litre.

» Nous avons poussé cette seconde série jusqu'à la dose de 2000<sup>mgr</sup> = 667<sup>mgr</sup> HFl par litre, et rien n'annonçait la fin des essais, sauf que le nombre des cellules filles commençait à diminuer, tout en restant généralement supérieur à 10.

» Le levain avait mis trente heures à tomber de 19°,5 saccharimétriques à 9°,2.

» Pendant le cours de ces essais, deux échantillons ont été ensemencés dans le même moût, le premier quand la levure était développée dans un milieu à 500<sup>mgr</sup> acide commercial = 166<sup>mgr</sup> HFl par litre, le second quand le milieu contenait 1250<sup>mgr</sup> acide commercial = 417<sup>mgr</sup> HFl par litre. Le premier échantillon est tombé de 17°,5 à 10° en vingt-sept heures, le second en dix-huit heures.

» On peut donc conclure que la levure habituée à vivre dans un milieu riche en acide fluorhydrique donne, dans un milieu plus faible, des cellules d'autant plus actives que le milieu primitif était plus chargé de matière aseptique

» Il y avait, d'autre part, lieu de voir si la résistance acquise se conservait.

» J'ai cultivé dans huit moûts successifs contenant 200<sup>mg</sup> acide fluorhydrique commercial = 67<sup>mg</sup> HFl la levure prélevée dans l'échantillon ayant vécu en présence de 2<sup>er</sup> d'acide; puis j'aiensemencé 50<sup>er</sup> du dernier levain dans 3<sup>lit</sup> de moût fabriqué comme ci-dessus, contenant respectivement : 133<sup>mg</sup>, 200<sup>mg</sup>, 266<sup>mg</sup>, 400<sup>mg</sup>, 533<sup>mg</sup>, 666<sup>mg</sup> HFl anhydre par litre, et j'ai pris comme mesure du pouvoir de reproduction le temps nécessaire pour faire tomber à la moitié de sa valeur le taux primitif de sucre.

» Les durées respectives ont été : 23<sup>h</sup>, 24<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, 23<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, 25<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, 26<sup>h</sup>30<sup>m</sup> et 39<sup>h</sup>.

» On peut donc admettre que la levure n'a aucunement perdu, en huitensemencements, de son pouvoir, et l'on retrouve pour la variété étudiée que le point optimum correspond, comme ci-dessus, à la dose de 266<sup>mg</sup> HFl anhydre par litre.

» Enfin, partant du dernier levain, qui contenait 666<sup>mg</sup> HFl anhydre par litre, j'ai cherché si la levure ainsi cultivée pouvait résister à des doses encore plus considérables. J'en suis aujourd'hui à 1<sup>er</sup> HFl anhydre par litre. Au point de vue industriel, la question devient oiseuse; au point de vue de la résistance d'un organisme à un milieu antiseptique, il me paraît intéressant de citer cette expérience, puisque le même organisme prospère dans un milieu six fois plus antiseptique que celui où j'avais renoncé à le faire végéter au début.

» Dans ce milieu, il est probable que l'élément fluor est le seul actif, l'acidité est même dangereuse; on peut donc dire que, en mettant la levure alcoolique dans le vrai milieu nutritif qui lui convient, on la rend capable de résister à des doses au moins sextuples des doses observées par le D<sup>r</sup> Effront dans des expériences *in vitro*.

» En résumé, on peut arriver désormais à rendre la distillation des matières amylacées aussi simple que celle des moûts sucrés et à supprimer les pertes de fabrication inhérentes aux anciens procédés. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les rapports des palissades dans les feuilles avec la transpiration.* Note de M. PIERRE LESAGE, présentée par M. Duchartre.

« On attribue au tissu palissadique des feuilles une grande importance dans l'assimilation du carbone. Sa position, par rapport à la lumière, et son contenu chlorophyllien, plus abondant que dans le parenchyme lacu-

neux sous-jacent, donnent de la valeur à cette opinion. Après avoir constaté un grand développement des palissades à la lumière, on a cherché comment ces palissades peuvent être utiles à la plante au Soleil. M. Stahl <sup>(1)</sup> y trouve une disposition favorable à la protection des grains de chlorophylle contre un trop fort éclaircissement et à la pénétration de la lumière dans les assises profondes. M. Haberlandt <sup>(2)</sup> y voit une disposition qui permet l'écoulement le plus rapide des produits de l'assimilation par le plus court chemin possible vers les organes conducteurs. D'autres auteurs, parmi lesquels M. Vesque <sup>(3)</sup>, considèrent les palissades comme jouant un rôle dans la transpiration qui en provoque le développement. Depuis les premiers travaux de ces divers auteurs, d'assez nombreuses observations et expériences ont été faites, dans lesquelles les palissades varient sous des influences qui ne se rapportent pas à la lumière et paraissent sans liaison, à première vue. Cependant ces influences peuvent se ramener au jeu combiné de l'absorption de l'eau par les plantes et de la transpiration, puis, finalement, à la transpiration <sup>(4)</sup> seule.

» Cette Note a pour but de rappeler les résultats des principales expériences où l'on voit les palissades varier, d'y joindre celles que j'ai faites, et de relier le tout par la considération que je viens d'émettre :

» I. A la lumière, les palissades sont plus développées qu'à l'ombre <sup>(5)</sup>.

» II. Les feuilles poussées dans un air sec ont plus de palissades que celles qui sont venues dans l'air humide <sup>(6)</sup>.

» III. Les feuilles aériennes d'une plante aquatique offrent des palissades plus développées que les feuilles submergées où cette sorte de cellules peut manquer complètement <sup>(7)</sup>.

<sup>(1)</sup> STAHL, *Ueber den Einfluss der Lichtintensität auf Struktur und Anordnung des Assimilationsparenchyms* (Bot. Ztg., 1880).

<sup>(2)</sup> HABERLANDT, *Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems* (Pringsh. Jahrb., vol. XIII; 1881).

<sup>(3)</sup> VESQUE, *Causes et limites des variations de structure des végétaux* (Ann. agron., t. IX, p. 489; 1883).

<sup>(4)</sup> J'emploie ici le mot *transpiration*, pour transpiration proprement dite plus chlorovaporisation.

<sup>(5)</sup> DE FOUR, *Influence de la lumière sur les feuilles* (Ann. Sc. nat. Bot., 7<sup>e</sup> série, t. V; 1887).

<sup>(6)</sup> Voir VESQUE et VIET, *Influence du milieu sur les végétaux* (Ann. Sc. nat. Bot., 6<sup>e</sup> série, t. XII, p. 170 et 176), et LOTHÉLIER, *Recherches sur les plantes à piquants* (Revue gén. de Bot., t. V, p. 480; 1893).

<sup>(7)</sup> Voir COSTANTIN, *Études sur les feuilles des plantes aquatiques* (Ann. Sc. nat. Bot., 7<sup>e</sup> série, t. III; 1886).

» IV. J'ai comparé deux cultures de Haricots, l'une normale, servant de témoin; l'autre soumise à des variations intermittentes de pression. Après un mois, les feuilles de même ordre et de même âge avaient plus de palissades dans la seconde culture que dans la première.

» V. Sur un sol sec les feuilles ont des palissades plus marquées que sur un sol humide ( <sup>1</sup> ).

» VI. Les plantes développées dans un sol salé ou dans des solutions salines acquièrent, quand le substratum atteint une certaine concentration, plus de palissades que quand elles ont poussé dans la terre ordinaire ou dans des solutions salines très diluées ( <sup>2</sup> ).

» VII. Des Haricots venus sur de l'eau chargée de matières organiques en proportions différentes avaient produit des racines inégalement maltraitées et moins développées que sur l'eau ordinaire. Des feuilles de même ordre comparées, dans les diverses cultures, montrèrent plus de palissades dans les cultures où les racines avaient été très maltraitées.

» VIII. Des plantes de même espèce, cultivées dans les régions alpines et dans la plaine, donnent des feuilles très différentes; les feuilles alpines ont des palissades plus développées que celles de la plaine ( <sup>3</sup> ).

» Si nous cherchons à rapprocher ces divers cas, nous pourrions d'abord les grouper en deux catégories :

» 1<sup>o</sup> La comparaison s'est faite entre feuilles qui ne différaient entre elles, par rapport au milieu, que par cela seulement que les unes devaient transpirer plus que les autres (I, II, III, IV); alors les palissades ont été plus développées là où les conditions extérieures sont plus favorables à la transpiration contre la trop grande intensité de laquelle la plante cherche à se protéger.

» 2<sup>o</sup> Les feuilles étaient dans les mêmes conditions par rapport aux agents extérieurs de la transpiration; mais elles se trouvaient sur des plantes où l'absorption de l'eau était plus ou moins facile. Dans les cas extrêmes, la plante, recevant moins d'eau, meurt ou s'adapte en prenant des moyens pour conserver plus longtemps cette eau, ce qui ne peut se faire qu'aux dépens de la transpiration contre laquelle la plante devra se protéger. On constate encore ici que, parmi les modifications qui résultent

---

(1) Voir E. MER, *Recherches sur les causes de la structure des feuilles* (Bull. Soc. bot. de France, t. XXX, p. 110; 1883).

(2) Voir P. LESAGE, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles* (Comptes rendus, 29 juillet 1889).

de cette adaptation, se trouve un fort développement des palissades (V, VI, VII).

» Les plantes alpines, d'après M. Schimper <sup>(1)</sup>, possèdent une structure nettement xérophile et ont à lutter contre une transpiration active déterminée par la raréfaction de l'air, une forte insolation et une difficile alimentation d'eau; le cas de leur comparaison avec les plantes de la plaine est commun aux deux catégories. D'après M. Bonnier <sup>(2)</sup> les feuilles alpines ont des palissades plus développées que celles de la plaine.

» Nous voyons que nos deux catégories de cas se rapportent à la transpiration; dans l'une, directement, lorsque cette transpiration est trop active, sous l'action des agents extérieurs immédiats; dans l'autre, indirectement, par l'intermédiaire d'une absorption d'eau ralentie, ce qui introduit la considération d'une transpiration devenue relativement trop intense sans que les agents extérieurs immédiats aient changé.

» Donc, dans tous ces cas, nous sommes toujours en présence de feuilles menacées de trop transpirer, qui se modifient et, toujours, dans les modifications qu'elles subissent, on constate l'augmentation des palissades. On se trouve ainsi tout naturellement tenté de voir, dans le tissu palissadique, l'un des appareils qu'emploie la plante pour se protéger contre une trop grande transpiration. »

GÉOLOGIE. — *Lignes directrices de la géologie de la France.* Note de M. MARCEL BERTRAND, présentée par M. Daubrée.

« J'ai annoncé, il y a près de deux ans, que les lois fondamentales de la déformation de l'écorce terrestre me semblaient se résumer dans les deux règles suivantes : les plissements se produisent toujours suivant les mêmes lignes; ces lignes, quoique sinueuses, forment dans leur ensemble un double réseau orthogonal de parallèles et de méridiens.

» Je ne puis me dissimuler que les nombreux exemples cités par moi dans les bassins de Paris et de Londres n'ont pas paru à beaucoup de géo-

---

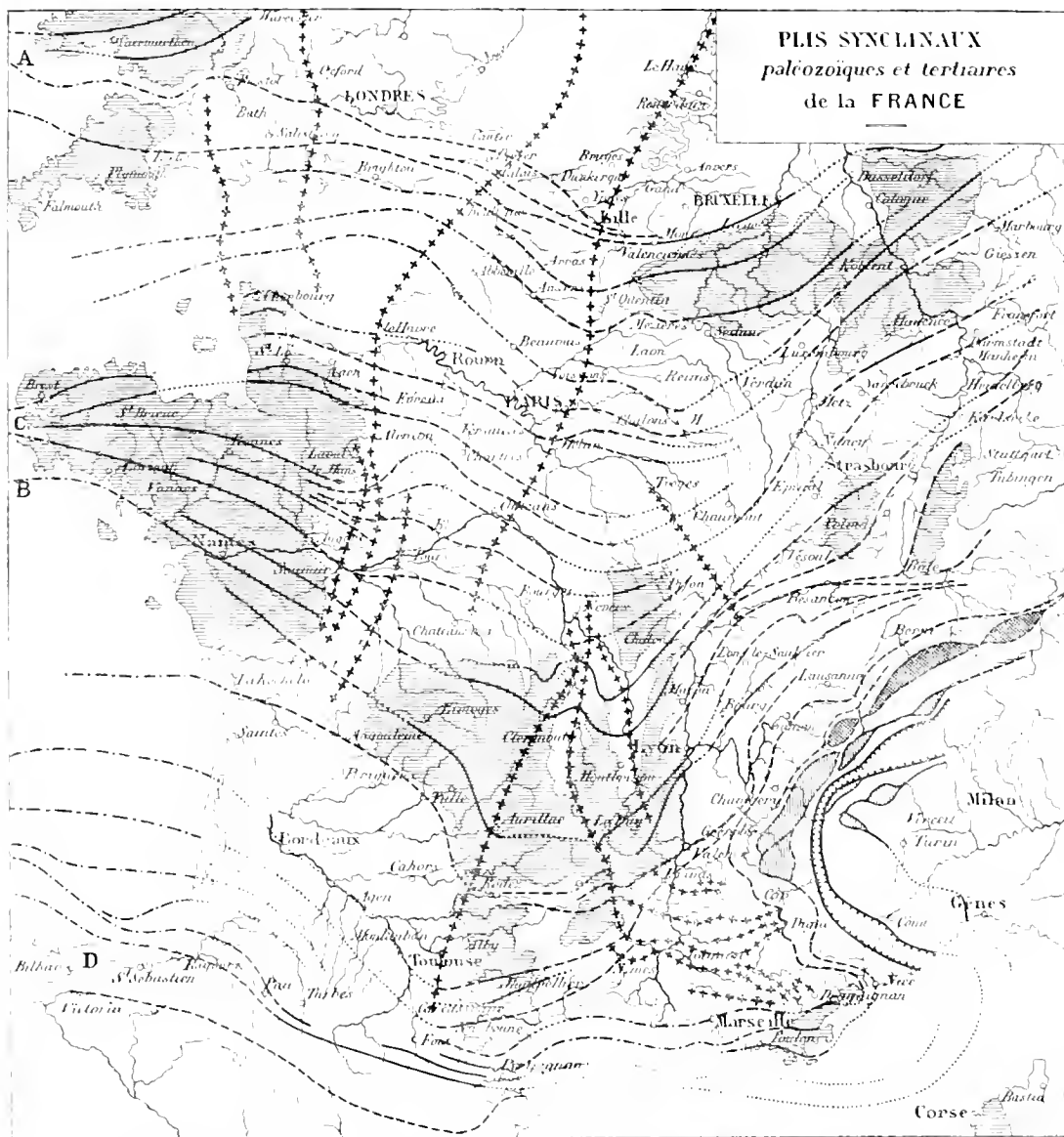
<sup>(1)</sup> A.-F.W. SCHIMPER : *Ueber Schutzmittel des Laubes gegen Transpiration* (*Monatsber. der berl. Ak. der Wiss.*; 1890) et *Die Indomalayische Strandflora*. Iéna; 1891.

<sup>(2)</sup> Voir G. BONNIER, *Cultures expérimentales dans les hautes altitudes* (*Comptes rendus*, 17 février 1890).

logues suffisants pour autoriser une généralisation énoncée sous forme de loi. Une discussion théorique, aussi bien que celle d'exemples isolés, serait actuellement sans profit; la seule voie à suivre est d'arriver, *en s'aidant de tous les indices*, à tracer sur les cartes le réseau de déformations, et à vérifier ensuite que toutes les lignes connues de plissements, anciens ou récents, sont, en quelque point qu'on les considère, conformes à ce réseau.

» Depuis deux ans je m'occupe de ce travail, et, bien qu'il soit loin d'être terminé, toutes les régions étudiées n'ont fait qu'affermir chez moi la conviction de l'existence de ce réseau invariable et de la reproduction ininterrompue des plis suivant les mêmes lignes. Les écarts, s'ils existent, sont de même ordre que les incertitudes géologiques, et, quoique théoriquement je les crusse d'abord probables, je n'ai encore pu nulle part les mettre en évidence. A de certains moments, qui sont ceux de plissements énergiques ou de *soulèvements de montagnes*, les plis en formation, au lieu de suivre sur toute leur longueur une ligne unique du réseau déjà ébauché, vont rejoindre une ligne parallèle, en adoptant dans l'intervalle un trait du système perpendiculaire; le réseau primitif se déforme ainsi en apparence, il devient de plus en plus sinueux; mais il reste toujours composé des mêmes lignes.

» Je présente aujourd'hui à l'Académie une Carte d'ensemble des plis de la France; je ne prétends pas qu'elle soit définitive, et elle ne saurait l'être quand nos connaissances des limites des terrains sont encore imparfaites en tant de points; mais je ne pense pas qu'elle soit, dans l'ensemble, appelée à subir de sérieuses modifications. Chacun des plis a été déterminé isolément; les plis paléozoïques et les plis tertiaires sont marqués par des figurés spéciaux; les traits moins nombreux du réseau perpendiculaire sont indiqués par des petites croix; les raccordements hypothétiques sont marqués en pointillés. Enfin, j'ai figuré quelques-unes des principales lignes de dépressions des fonds marins. Un regard sur la Carte montre que toutes ces lignes hétérogènes se raccordent et qu'elles forment un réseau dont l'agencement harmonieux serait déjà, à mes yeux, une précieuse vérification. Toutes ces lignes s'enveloppent les unes les autres; leur concavité tournée vers le nord s'augmente jusqu'au sud du Plateau central; là elle se bifurque (ligne des bassins houillers du centre et vallée de l'Allier); chacune des deux nouvelles concavités est marquée par des rebroussements très accusés: la première descend vers la vallée de l'Ariège; la seconde se contourne vers l'est et se scinde elle-même en



- Plis synclinaux paléozoïques
- - - Plis synclinaux et dépressions tertiaires
- - - - - Dépressions des fonds marins
- ..... Reconnements hypothétiques
- \*\*\*\*\* Plis du réseau perpendiculaire
- ◊ Massifs amygdales
- ▨ Massifs de recouvrement (?)
- ▩ Zone centrale de l'éventail alpin
- ▧ Massifs paléozoïques

*Nota.* — La Carte que j'ai montrée à l'Académie contenait un plus grand nombre de plis, qui sont ici, dans des parties encore discutables, comme le sud du Plateau central ou la basse Provence, remplacés par un tracé un peu schématique.



deux, s'enfonçant d'une part vers la plaine du Pô, et d'autre part pénétrant profondément dans l'angle des Alpes maritimes. C'est dans ces points d'extrêmes sinuosités que le second réseau est le mieux indiqué et le mieux connu, et c'est là aussi qu'il est le plus remarquable par la fidélité presque invraisemblable avec laquelle il suit la règle de la perpendicularité.

» Toute l'histoire géologique est dans une dépendance étroite de ces lignes, et comme la sédimentation se montre en rapport direct avec les mouvements du sol, *l'étude seule de la composition des couches, de leurs épaisseurs et de leurs faunes, si elles étaient partout connues, permettrait, en faisant une complète abstraction de leurs allures et de leurs plissements, de retrouver et de tracer le même réseau.* Sans insister sur les importantes confirmations qu'on peut attendre de cette remarque, je me contenterai de citer quelques exemples.

» On sait que la Méditerranée est une très ancienne dépression (<sup>1</sup>). Mais il en est de même de la dépression beaucoup moins accusée de la Baltique, qui date des premiers âges géologiques, est toujours restée dépression et a toujours eu une histoire individualisée. Cela tient à ce qu'elle correspond, en y adjoignant la vallée de la Tamise et les plaines de la Russie, au grand éventail ouvert entre la chaîne calédonienne et la chaîne armoricaine. Le Silurien supérieur y montre déjà une faune spéciale; elle offre pendant le Dévonien et pendant la période secondaire une voie ouverte aux grandes transgressions marines, et devient plus tard le point de départ des transgressions moins importantes de la période tertiaire. Dans une autre région, les formations coralliennes du Dévonien inférieur, qui se rejoignaient bien probablement de la Carinthie à la montagne Noire, indiquent déjà l'emplacement des futures lignes alpines, mais *avec un dessin simplifié.* Aux États-Unis, M. Walcott a prouvé que, dès le Cambrien inférieur, dès l'époque des premiers organismes connus, les facies et les faunes marquent déjà la place des Apallaches et des montagnes Rocheuses.

» Mais on peut aller plus loin, et en joignant à l'étude des facies celle des anciens rivages, mis en évidence par les transgressions, on peut non seulement retrouver les principales lignes du réseau, mais suivre l'ordre d'accentuation des plis et les déformations des lignes directrices.

» En faisant abstraction d'essais de soulèvements aussitôt rasés par la mer, on voit ainsi l'axe du Condros (pli A) former rivage au Dévonien infé-

---

(<sup>1</sup>) Ceci demanderait encore à être précisé; il y a dans la Méditerranée plusieurs dépressions distinctes, dont l'histoire n'est pas identique.

rieur (probablement jusqu'à la mer Noire); le pli qui va de la Vendée à la Thuringe (pli B), partager en deux, au début du Culm, la grande cuvette hercynienne; enfin trois autres plis (le pli C, allant du Hundsrück au nord de la Bretagne, et deux autres plus extérieurs, celui du nord du bassin de Londres et celui de l'axe pyrénéen, continué probablement alors par les Apennins), déterminer au début du Houiller une série de golfes, dans lesquels la mer de l'Est pénètre sous forme de lagunes.

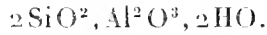
» Lorsque commencent, avec le Trias, les temps secondaires, on trouve une même zone de sédimentation s'étendant sur l'emplacement de la *chaîne* centrale des Alpes et *sur celui des Apennins* : tandis que, pendant les périodes plus anciennes, les mouvements alpins, comme je viens de le dire, se continuaient dans la montagne Noire, et la dépression de la Lombardie vers la fosse de Biscaye, ces mêmes mouvements se trouvent déviés vers l'est; le surgissement de la chaîne paléozoïque a déformé le réseau, ainsi que je l'ai indiqué plus haut, non pas en modifiant ses lignes, mais en les rattachant différemment les unes aux autres.

» Ces déformations et les sinuosités qui en résultent masquent sans doute au premier abord l'existence du réseau; la confusion un peu paradoxale qu'elles entraînent localement entre les directions des deux systèmes perpendiculaires peut provoquer quelques incertitudes; mais, une fois le réseau tracé, les doutes ne peuvent être de longue durée. En admettant qu'on soit provisoirement réduit à opposer à quelques objections le droit à l'exception, ou le droit plus incontestable de corriger quelques détails d'une première esquisse, le problème est trop nettement posé, le cadre est trop étroit et les faits qui doivent y prendre place sont trop nombreux, pour que les contradictions tardent à apparaître si la théorie n'est pas exacte. Je livre avec confiance ma petite Carte à cet examen. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la constitution des calcaires marneux*. Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

« On admet généralement, sans en avoir d'ailleurs jamais donné aucune preuve expérimentale, que les marnes et calcaires marneux sont des mélanges intimes de carbonate de chaux et d'argile. J'ai depuis longtemps reconnu que c'était là une opinion contestable et je me proposais de reprendre un jour l'étude détaillée de cette question. Mais, me trouvant d'année en année détourné de cette étude par d'autres recherches, je me décide à publier les premiers résultats que j'ai obtenus.

» J'ai montré, dans un travail antérieur, que les argiles proprement dites sont constituées par un mélange de quartz et d'un silicate d'alumine défini, nettement cristallisé, dont la composition chimique, identique à celle de la kaolinite, de la pholérite et de l'halloysite, est représentée par la formule



» Ce composé est en outre caractérisé par la température de sa déshydratation qui se produit, dans le cas d'un chauffage rapide, aux environs de 600°, et par un dégagement brusque de chaleur qui se produit vers 950°.

» Le résidu que l'on obtient en dissolvant dans l'acide acétique le carbonate de chaux d'un calcaire marneux ne présente jamais les propriétés caractéristiques de l'argile. Sa composition est différente; il est toujours plus riche en silice, sans pourtant être mélangé de quartz; sa température de déshydratation totale est parfois bien inférieure à celle de l'argile; il ne donne aucun dégagement brusque de chaleur aux températures élevées; il paraît tantôt amorphe, tantôt cristallisé, mais en aucun cas les cristaux ne ressemblent à ceux de l'argile: ce sont généralement des aiguilles s'éteignant dans le sens de la longueur, trop fines pour que l'on puisse songer à en faire aucune détermination précise, mais ne ressemblant en aucune façon aux lamelles argileuses qui sont sans action apparente sur la lumière polarisée quand on les laisse se déposer tranquillement à plat; ces corps cristallisés varient d'ailleurs d'un calcaire à un autre, comme le montrent les analyses suivantes qui se rapportent aux résidus insolubles obtenus dans le traitement par l'acide acétique de calcaires à ciments et chaux hydrauliques. J'ai choisi, pour ces analyses, les résidus les plus nettement cristallisés et les plus homogènes.

	Isère.	Pas-de-Calais.	Eure.	Seine-et-Oise.	Congo français.
SiO <sup>2</sup> (par diff.)..	51,6	60,5	63,3	66,1	71,0
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .....	19,4	21,2	16,1	16,2	0,3
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .....	7,2	4,5	3,6	4,5	0,5
CaO .....	1,1	0,5	2	0,7	0,4
MgO .....	1,2	1,3	1,1	1,5	22,8
KO .....	»	»	»	2	»
H <sub>2</sub> O à 200° .....	5	5	8,7	»	0,5
HO au rouge....	14,5	7	5,2	9	4,5
	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>

» Le résidu provenant du calcaire à chaux hydraulique du Congo est celui dont les cristaux sont les plus discernables. Sa composition, qui se rapproche de celle du talc, est exactement représentée par la formule  $2\text{SiO}_2, \text{MgO}, \text{o}, 5\text{H}_2\text{O}$ .

» Les analyses des résidus des trois premiers calcaires pourraient être rapprochées de celles de certains silicates d'alumine mal définis et toujours très impurs, désignés suivant leur provenance par les noms de *Montmorillonite*, *Confolensite*, *Stéargilite*, *Cimolite*, etc. Enfin, le quatrième résidu se rapprocherait plutôt, par sa composition, de la *Bravaisite*, silicate d'alumine renfermant de la potasse qui a été étudié par M. Mallard.

» Il est permis d'espérer que, en poursuivant ces recherches sur un grand nombre de calcaires différents, on en trouvera quelques-uns dont les résidus, mieux cristallisés et plus purs, se prêteront à des études chimiques et cristallographiques plus sérieuses que les quelques indications données ici. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les formes du platine dans sa roche mère de l'Oural.*

Note de M. **A. INOSTRANZEFF**, présentée par M. Daubrée.

« En étudiant attentivement, au moyen de coupes successives, les échantillons de la roche platinifère rapportée par moi de l'Oural <sup>(1)</sup>, je suis parvenu à y découvrir plusieurs grains de platine et à en étudier les formes.

» Ces grains sont empâtés dans le fer chromé et quelquefois dans la limonite; le diamètre de plusieurs d'entre eux était de 5<sup>mm</sup>. Sous le microscope on peut constater que la forme des grains est irrégulière, anguleuse, avec des impressions et des sinuosités; sur les angles on observe quelquefois des apophyses recourbées, comme l'indiquent les figures ci-jointes. Les grains sont souvent groupés en rangées; dans la roche mère, le fer chromé affecte fréquemment les mêmes formes.

» En examinant les grains de platine des alluvions platinifères de Taghilsk, j'ai été à même de constater que leurs formes avaient peu souffert de triturations par les actions mécaniques auxquelles les alluvions doivent leur origine. Pour trouver les formes des grains non triturés, j'ai examiné les échantillons de platine, provenant des mêmes alluvions, qui

---

(1) Voir mon article : *Sur le gisement primaire du platine natif* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 755).

sont empâtés dans le fer chromé. Je faisais polir des morceaux de ce fer chromé et les examinai au microscope. On voit ainsi que les formes des grains de platine des alluvions reproduisent exactement les formes observées dans la roche mère. Elles sont tout aussi irrégulières, anguleuses, avec anfractuosités et munies d'apophyses variées; parfois deux grains sont unis entre eux par du platine en forme de fil. Les formes de ces grains de platine rappellent tout à fait celles du fer natif dans certaines météorites, par exemple dans la météorite de Bélokrinitchié, gouvernement de Volhynie.

» Le fer chromé, qui paraît être homogène, examiné sous le microscope, se montre composé de petits grains irréguliers. Ces grains sont tantôt groupés sans interstices, tantôt séparés par des cavités remplies par de la dolomie et surtout par de la serpentine. Les formes de ces cavités sont identiques avec celles des grains de platine de la roche mère. Involontairement on serait porté à supposer que les formes du platine sont dues à celles de ces cavités dont le platine offre pour ainsi dire des moulages.

» Donc, à en juger par cette identité de formes, on admettrait que le platine s'est déposé dans la roche mère après la formation du fer chromé et que les cavités non remplies par le platine ont été remplies dans la suite par la serpentine et la dolomie. C'est pourquoi les grains de platine empâtés dans la serpentine sont plus réguliers et se rapprochent plus de la forme de cristaux. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'âge du squelette humain découvert dans les formations éruptives de Gravenoire (Puy-de-Dôme)*. Note de MM. **PAUL GIROD** et **PAUL GAUTIER**, présentée par M. Daubrée.

« L'âge des ossements humains de Gravenoire, dont la découverte a fait l'objet d'une précédente Communication (1), ne pouvait être fixé que par une étude détaillée du flanc est du volcan, permettant d'établir l'âge relatif des couches de scories dans la carrière.

» Le cône de scories de Gravenoire repose sur le bord d'une falaise granitique, protégée par une coulée de basalte des plateaux (2); cette falaise constitue la lèvres supérieure de la grande faille nord-sud, contre laquelle se relèvent les arkoses tongriennes de la Limagne. Dès la fin du

---

(1) *Comptes rendus*, 19 mai 1891.

tertiaire, les eaux descendant des plateaux de Berzet et de Charade ont creusé, perpendiculairement à la direction de cette faille, une vallée profonde se dirigeant vers la plaine. Le torrent qui descendait de ces plateaux a entraîné de volumineux cailloux roulés (granits porphyroïdes, granits à grains moyens, granulites et pegmatites, quartz des filons, basalte ancien, gneiss et roches du terrain précambrien), qui sont englués dans une boue fine et limoneuse. Sur ce dépôt profond se superposent des lits d'argile; cette argile a une origine détritique, formée par la destruction des granits voisins et contient dans sa masse de gros blocs anguleux de granit et de basalte, éboulés de la falaise (1).

» C'est pendant le dépôt de ces argiles que la grande coulée de lave descendant de Bois-Seghou vers Aubière s'est engagée dans cette vallée. Après le comblement de la vallée par la lave, le cours d'eau rejeté, vers le sud, s'est creusé un nouveau lit le long de la coulée, tandis que des torrents descendant de la falaise de Gravenoire traversaient la coulée et remplissaient ses anfractuosités et ses crevasses d'un limon argileux contenant des scories remaniées.

» Les eaux descendant vers la plaine y apportaient ces formations argileuses qui se superposaient aux anciennes et contribuaient à constituer le sol des sablières exploitées à Sarlière, sur la limite de l'ancien lit de l'Allier.

» La formation des éboulis sur les fentes s'est continuée pendant que ces dépôts se formaient; on les retrouve sur divers points, superposés aux laves (2).

» Il nous semble impossible de séparer ces dépôts argileux si étroitement unis au point de vue stratigraphique : argiles sous-laviques, argiles sus-laviques, argiles sableuses de Sarlière ne constituent qu'un même dépôt dans lequel s'intercalent la coulée de lave et les scories qui l'accompagnent.

» Or, dans les sablières de Sarlière, le dépôt est facile à dater : le

---

(1) Ce sont ces argiles que le Dr Pommerol n'hésite pas à considérer comme un *terrain glaciaire, avec blocs erratiques*, correspondant à la formation de Perrier; nous ne pouvons relever dans ces couches aucun des caractères fondamentaux d'un dépôt glaciaire.

(2) Le Dr Pommerol en fait encore des *dépôts glaciaires*, plus récents, se rapportant à la seconde extension glaciaire, quaternaire. C'est sur cette assimilation de ces éboulis avec des *formations glaciaires* que le Dr Pommerol fixe l'éruption correspondante du volcan *dans la période interglaciaire*.

D<sup>r</sup> Pommerol y a relevé une faune caractéristique avec : *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorinus*, *Cervus taraudus*, *Bos primigenius*, *Equus caballus*, *Canis vulpes*, etc., et des silex taillés de l'âge du Renne. C'est la faune à *Cervus taraudus*, signalée par Pomel à Neschers, par M. Pommerol à Blanzat, où ont été découverts, sous les escarpements des coulées de lave, des *abris magdaléniens* nettement caractérisés.

» Le limon sus-lavique des fentes a donné à M. Taloustre le même *Bos*, le même *Equus*, le *Canis vulpes*, et, si l'on n'y rencontre pas le Mammoth et le Renne, on y a découvert l'*Arctomys primigenia*, espèce de marmotte très abondante encore pendant l'époque moustérienne.

» Les argiles sous-laviques ont donné au D<sup>r</sup> Bouchereau un tibia de *Bos*, cuit par la lave, avec les argiles qui l'enfermaient et, à l'un de nous, une dent d'*Equus*.

» Nous nous croyons donc autorisés, par la stratigraphie et par la faune, à considérer l'ensemble de ces dépôts, et la coulée de lave interposée, comme datant de la fin du quaternaire, en plein âge du Renne.

» La petite vallée de la Brenne, où reposaient les débris humains, est affluente de la grande vallée dont nous venons de faire la description. Or, cette petite vallée présente la même superposition de couches que la grande, avec de simples différences dans l'épaisseur des lits d'argiles ou de scories, facilement explicables par sa position plus rapprochée du volcan et par la déclivité de sa pente.

» Pour nous, les *argiles jaunes provenant des roches granitiques*, qui contiennent les *ossements humains* et que recouvrent les *scories, en place, à gros éléments*, correspondent exactement aux *argiles sous-laviques* de la route de Beaumont et nous n'hésitons pas à les rapporter aux *dépôts post-glaciaires de l'âge du Renne*. Les ossements humains découverts par nous se trouvent ainsi datés d'une façon précise. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

---

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 JANVIER 1894.

*Institut de France. Académie des Sciences. Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte du Ciel. Tome II. Deuxième fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-4°.*

*Le traitement des bois en France, estimation, partage et usufruit des forêts, par CH. BROILLIARD, ancien professeur à l'École forestière. Paris, Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)*

*Athonse de Candolle et son œuvre scientifique, par MARC MICHELI. (Extrait des Archives des Sciences physiques et naturelles.) Genève, Aubert-Schuchardt, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)*

*Ministère de l'Agriculture. — Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. Douzième année, Nos 5 et 6. Paris, Imprimerie Nationale, septembre 1893; 2 vol. gr. in-8°.*

*Ministère de la Marine. — Revue maritime et coloniale. Tome CXX, janvier 1894. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.*

*ERRATA.*

(Séance du 22 janvier 1894.)

Note de M. Maurice Blondel, sur quelques phosphochromates :

Page 195, ligne 13, *au lieu de* mouvoir, *lisez* nourrir.

---



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

**On souscrit, dans les Départements,**

	chez Messieurs :		chez Messieurs :
<i>Agen</i> .....	Michel et Médan.	<i>Lorient</i> .....	Baumont.
	Gavault St-Lager.		M <sup>me</sup> Texier.
<i>Alger</i> .....	Jourdan.		Bernoux et Cumin.
	Ruff.	<i>Lyon</i> .....	Georg.
<i>Amiens</i> .....	Comtin-Hecquet.		Mégret.
<i>Angers</i> .....	Germain et Grassin.		Chamard.
	Lachèse.	<i>Marseille</i> .....	Vitte.
<i>Bayonne</i> .....	Jérôme.		Ruat.
<i>Besançon</i> .....	Jacquard.	<i>Montpellier</i> .....	Calas.
	Avrard.		Coulet.
<i>Bordeaux</i> .....	Duthu.	<i>Moulins</i> .....	Martial Place.
	Muller (G.).		Jacques.
<i>Bourges</i> .....	Renaud.	<i>Nanc</i> .....	Grosjean-Maupin.
	Lefournier.		Sidot frères.
<i>Brest</i> .....	F. Robert.	<i>Nantes</i> .....	Loiseau.
	J. Robert.		M <sup>me</sup> Veloppe.
	V <sup>e</sup> Uzel Caroff.	<i>Nice</i> .....	Barina.
<i>Caen</i> .....	Baer.		Visconti et C <sup>ie</sup> .
	Massif.	<i>Nîmes</i> .....	Thibaud.
<i>Chambery</i> .....	Perrin.	<i>Orleans</i> .....	Luzeray.
<i>Cherbourg</i> .....	Henry.	<i>poitiers</i> .....	Blanchier.
	Marguerie.		Drumaud.
<i>Clermont-Ferr</i> .....	Rousseau.	<i>Rennes</i> .....	Philon t Hervé.
	Ribou-Collay.	<i>Rochefort</i> .....	Girard (M <sup>me</sup> ).
<i>Dijon</i> .....	Lamarche.	<i>Rouen</i> .....	Langlois.
	Ratel.		Lestringant.
	Damidot.	<i>St-Etienne</i> .....	Chevalier.
<i>Douai</i> .....	Lauverjat.	<i>Toulon</i> .....	Bastide.
	Crepin.		Rumche.
<i>Grenoble</i> .....	Drevet.	<i>Toulouse</i> .....	Gimet.
	Gratier.		Privat.
<i>La Rochelle</i> .....	Fouquier.		Boisseher.
<i>Le Havre</i> .....	Bourdignon.	<i>Tours</i> .....	Pericat.
	Dombre.		Suppligeon.
<i>Lille</i> .....	Lelehyre.	<i>Valenciennes</i> .....	Guard.
	Quarre.		Lemaître.

**On souscrit, à l'Étranger,**

	chez Messieurs :		chez Messieurs :
<i>Amsterdam</i> .....	Feikeina Gaarelsen et C <sup>ie</sup> .	<i>Londres</i> .....	Dulan.
<i>Athènes</i> .....	Beek.		Hachette et C <sup>ie</sup> .
<i>Barcelone</i> .....	Verlaguer.	<i>Luxembourg</i> .....	Nutt.
	Asher et C <sup>ie</sup> .		V. Buck.
<i>Berlin</i> .....	Dames.	<i>Madrid</i> .....	Libr. Gutenberg.
	Friedlander et fils.		Capdeville.
	Mayer et Muller.		Gonzalès e hijos.
<i>Berne</i> .....	Schmid, Francke et C <sup>ie</sup> .	<i>Milan</i> .....	F. Fè.
	Zauchelli.		Dumolard freres.
<i>Bologne</i> .....	Rambot.	<i>Moscou</i> .....	Hopli.
	Mayolez et Audiarte.		Gautier.
<i>Bruxelles</i> .....	Lebegue et C <sup>ie</sup> .	<i>Naples</i> .....	Forchheim.
	Harmann.		Marghieri di Gus.
<i>Bucharest</i> .....	Ransteann.		Pellerano.
<i>Budapest</i> .....	Kilian.	<i>New-York</i> .....	Dyssen et Pfeiffer.
<i>Cambridge</i> .....	Brighton, Bell et C <sup>ie</sup> .		Stechert.
<i>Christiana</i> .....	Gammermeyer.		Westermann.
<i>Constantinople</i> .....	Otto Keil.	<i>Odessa</i> .....	Rousseau.
<i>Copenhague</i> .....	Host et fils.	<i>Oxford</i> .....	Parker et C <sup>ie</sup> .
<i>Florence</i> .....	Loescher et Seber.	<i>Palerme</i> .....	Clausen.
<i>Gand</i> .....	Hoste.	<i>Porto</i> .....	Magalhaès.
<i>Gènes</i> .....	Beuf.	<i>Prague</i> .....	Rivnac.
	Cherbuliez.	<i>Rio-Janeiro</i> .....	Garnier.
<i>Genève</i> .....	Georg.	<i>Rome</i> .....	Bocca frères.
	Stapelmoehr.		Loescher et C <sup>ie</sup> .
<i>La Haye</i> .....	Belinfante freres.	<i>Rotterdam</i> .....	Kramers et fils.
<i>Lausanne</i> .....	Benda.	<i>Stockholm</i> .....	Samson et Walhu.
	Payot.		Zinserling.
	Barth.	<i>St Petersburg</i> .....	Wolf.
<i>Leipzig</i> .....	Brockhaus.		Bocca frères.
	Lorentz.	<i>Turin</i> .....	Brero.
	Max Rubbe.		Clausen.
	Twertmeyer.		Rosenberg et Sellier.
<i>Liege</i> .....	Desoer.	<i>Varsovie</i> .....	Gebethner et Wolf.
	Gnuse.	<i>Verone</i> .....	Drucker.
		<i>Vienne</i> .....	Frick.
			Gerold et C <sup>ie</sup> .
		<i>Zurich</i> .....	Meyer et Zeller.

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES**

Tomes 1<sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.  
Tomes 32 à 61. — (1<sup>er</sup> Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.  
Tomes 62 à 91. — (1<sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

**Tom I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DUBOIS et A.-J.-J. SOLIGNY. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 31 planches; 1856..... 15 fr.  
**Tom II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-L. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1854, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs. » par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 27 planches; 1861..... 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

# N° 5.

## TABLE DES ARTICLES. (Séance du 29 janvier 1894.)

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

	Pages.		Pages.
M. DUBOIS (G.). — Notice sur les travaux de <i>T. Seacchi</i> . . . . .	29	diverses résistances au mouvement ; conséquences physiques de cette intégration. . . . .	31
M. J. BOUSSINESQ. — Intégration de l'équation du son pour un fluide indéfiniment, deux ou trois dimensions, quand il y a		M. A. BERTHÉ. — Sur la propagation du courant dans un cas particulier . . . . .	37

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le commandant DELIGNES. — Anomalous de la pesanteur présentées par le continent nord-américain . . . . .	32	M. F. LEVAS. — Etude théorique sur l'élasticité des métaux. . . . .	34
---	----	---	----

### CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire, en vertu de sa tâche, pour les pièces imprimées de la Correspondance et les fascicules 3 et 4 du tome XVII des <i>Acta mathematica</i> et de deux opuscules de M. <i>Albert Quinqué</i> . . . . .	35	de Mariotte dans les gaz réels. . . . .	44
M. PIGNORI, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remerciements à l'Académie . . . . .	33	M. de HULLÉ. — Thermomètre électrique avec tisseur, pour études de laboratoire . . . . .	46
M. le général DUBOIS (G.). — Sur la nouvelle mesure de la superficie de la France. . . . .	33	MM. G. BOURBARDI et J. LAIONI. — Sur les bornéols de synthèse . . . . .	48
M. LEVASSEUR. — Observations relatives à la Communication précédente de M. le général <i>Derrocaglia</i> . . . . .	37	MM. AUB. GOUSSON et G. DANZENS. — Constantes thermiques de quelques bases polyatomiques . . . . .	50
M. BOUGLET DE LA GRIÈRE. — Observations relatives au même sujet . . . . .	38	M. F. SORRELL. — Sur l'adaptation de la levure alcoolique à la vie, dans des milieux contenant de l'acide fluohydrique . . . . .	52
M. BROTHIER. — Remarques relatives aux observations de M. <i>Levasour</i> . . . . .	38	M. P. L. SVOÏ. — Sur les rapports des palissades dans les feuilles avec la transpiration . . . . .	55
M. A. JANET. — Sur la sommation rapide de certaines séries peu convergentes et séries harmoniques alternées . . . . .	39	M. MARCEL BERTRAND. — Lignes directrices de la géologie de la France . . . . .	58
M. ALPH. DEMOÏN. — Sur une propriété métrique commune à trois classes particulières de courbes non rectilignes . . . . .	41	M. H. LA CHAULLE. — Sur la constitution des calcrites marines . . . . .	63
M. L. ANDRÉAU. — La loi de Joule et la loi		M. A. FOSCHIANZELLI. — Sur les formes du platine dans sa roche mère de l'Oural . . . . .	64
BULLETS BIBLIOGRAPHIQUE . . . . .	668	MM. P. GRON et P. GYRILLI. — Sur l'âge du spelette humain découvert dans les formations éruptives de Cravenora (Puy-de-Dôme) . . . . .	65
ERRATA . . . . .	668		

1894

PREMIER SEMESTRE.

3029

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====  
TOME CXVIII.  
=====

N° 6 (5 Février 1894).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,  
Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus* de toutes les séances de l'Académie se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de lire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le samedi qui précède la séance, avant 5. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SEANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1894,

PRÉSIDENTE DE M. LÖEWY.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **PRÉSIDENT**, en annonçant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Fremy*, s'exprime comme il suit :

« Un douloureux événement, que nos craintes n'avaient que trop prévu, vient d'atteindre l'Académie en la frappant dans un de ses Membres les plus vénérés. Notre Confrère M. *Fremy* a succombé à la longue maladie qui, depuis quelques années déjà, en menaçant ses jours, nous privait de sa présence. Il s'est éteint à l'âge de 79 ans, dans l'habitation qu'il occupait au Muséum d'Histoire naturelle, au cœur même de ce glorieux établissement où s'exerça si longtemps son activité féconde, ce Muséum qui lui était devenu si cher et dont il a tant contribué à augmenter le prestige.

» Ses obsèques ont eu lieu ce matin, au milieu d'une très grande affluence de confrères, de disciples et d'amis. Selon le désir du défunt,

aucun discours n'a été prononcé. Je ne crois pourtant pas aller à l'encontre de sa volonté, si j'exprime ici du moins la profonde émotion et la grande tristesse dont nous pénétre la perte de notre illustre Confrère, le doyen de la Section de Chimie.

» Déjà quel chagrin n'était pas le nôtre de voir une intelligence si vive, si alerte, par l'effet d'un mal implacable, se couvrir peu à peu d'un voile de mélancolie et se soustraire à la sollicitude des amitiés les plus sincères et des affections les plus dévouées!

» La carrière de notre Confrère a été longue, brillante et couronnée par tous les succès. Durant 37 années, il a fait honneur à l'Académie par la haute valeur de ses recherches, par le nombre et l'importance de ses découvertes scientifiques; l'industrie lui doit quelques-uns de ses progrès les plus considérables.

» Professeur d'élite, il avait remplacé dans leurs chaires Gay-Lussac et Pelouze, qui avaient été ses maîtres et restèrent ses amis. Un enseignement remarquable lui assura la juste reconnaissance de la nombreuse jeunesse qui pendant plus d'un demi-siècle se succéda dans nos grandes écoles.

» Si je n'ai pas qualité pour faire l'analyse de ses travaux, il me sera permis de dire que son œuvre formera une des pages les plus glorieuses de la Chimie moderne. Bientôt, sans doute, un des maîtres formés à l'école de notre illustre Confrère tiendra à honneur d'en retracer l'ensemble. Quant à nous, Messieurs, nous garderons tous le souvenir de ce caractère affable, de cet esprit ouvert, empreint d'une constante sérénité, et si nous, ses Confrères, avons éprouvé le charme et la sûreté de son commerce, ils sont nombreux, d'autre part, les jeunes talents que sa généreuse bienveillance a guidés et encouragés au début de leur carrière. Je suis convaincu d'être l'interprète des sentiments de l'Académie, en adressant à celui qu'elle vient de perdre l'hommage unanime de ses regrets. »

Sur la proposition de M. FRIEDEL, doyen de la Section de Chimie, l'Académie décide que la séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — Complément à une précédente Note « Sur la propagation du son dans un fluide soumis à des résistances diverses » : détermination analytique du problème; par M. J. BOUSSINESQ.

« Pour compléter l'étude, que j'ai faite récemment <sup>(1)</sup>, de l'équation

$$(1) \quad \frac{d^2 u}{dt^2} - \Delta_2 u \pm 4k^2 u,$$

où  $\Delta_2$  est le paramètre différentiel du second ordre  $\frac{d^2}{dx^2} + \dots$ , d'une fonction continue de point,  $u$ , dans un espace indéfini à une, deux ou trois coordonnées rectangulaires  $x, y, z$ , il ne sera peut-être pas inutile de prouver que cette équation détermine entièrement la suite des valeurs de la fonction  $u$  aux diverses époques  $t$ , dès que l'on se donne ses valeurs *initiales*  $\varphi(x, y, z)$ , ou valeurs relatives à l'époque  $t = 0$ , et celles,  $\Phi(x, y, z)$ , de sa dérivée première en  $t$ . Voici comment on peut le démontrer fort simplement, du moins quand on suppose la fonction  $u$  donnée aussi aux distances infinies de l'origine, c'est-à-dire astreinte soit à s'y annuler ou en toute rigueur, ou asymptotiquement, soit, d'une manière plus générale, à y tendre vers certaines valeurs finies, fonctions du temps  $t$  et de la direction.

» I. Gardons l'équation sous sa forme (1) quand le dernier terme a le signe inférieur  $-$ , ou écrivons-la, par conséquent,

$$(2) \quad \frac{d^2 u}{dt^2} = \Delta_2 u - 4k^2 u.$$

» Mais, dans le cas contraire du signe supérieur  $+$ , posons  $u = e^{2kt} v$ ; ce qui, d'une part, conduit à remplacer l'équation (1) par l'équation en  $v$ ,

$$(3) \quad \frac{d^2 v}{dt^2} + 4k \frac{dv}{dt} = \Delta_2 v,$$

et, d'autre part, donne, pour  $t$  nul,  $u = v$ ,  $\frac{du}{dt} = \frac{dv}{dt} + 2kv$ . Il revient donc au même de connaître *initialement*  $u$  avec sa dérivée première en  $t$ , ou  $v$  avec sa dérivée analogue  $\frac{dv}{dt}$ , et aussi, d'ailleurs, d'astreindre  $u$  à prendre

---

(1) Voir le numéro précédent des *Comptes rendus*, p. 223.

certaines valeurs pour chaque époque aux distances infinies de l'origine, ou d'y astreindre  $v$ .

» Cela posé, s'il existe, pour mêmes données initiales, deux solutions distinctes de l'équation (2) ou de l'équation (3), s'annulant ainsi à l'infini ou y tendant vers les mêmes valeurs, il est clair que leur différence sera encore une solution de l'équation (2) ou (3), mais une solution *initialement nulle avec sa dérivée première en  $t$* , et évanouissante aux distances infinies de l'origine. Pour établir qu'une telle différence se réduit nécessairement à zéro, nous avons donc à montrer que toute fonction continue  $u$  ou  $v$  régie par l'équation (2) ou (3) et astreinte, avec sa dérivée première en  $t$ , à s'annuler pour  $t = 0$ , restera indéfiniment nulle, pourvu qu'elle doive sans cesse s'évanouir en tous les points infiniment éloignés de l'origine.

» Dans ce but, décrivons de l'origine comme centre, avec un rayon constant quelconque  $r$ , la figure,  $\sigma$ , qui circonscrit tout l'espace  $\omega$  dont les distances à l'origine sont inférieures à  $r$ , savoir : la sphère  $\sigma = 4\pi r^2$  dans le cas des trois coordonnées  $x, y, z$ ; la circonférence  $\sigma = 2\pi r$  dans le cas d'un plan ou de deux coordonnées seulement; enfin, l'ensemble des deux points d'abscisses  $\pm r$ , ensemble dont la valeur *constante* sera censée être  $\sigma = 2$ , dans le cas d'un simple espace linéaire ou à une seule coordonnée. Quel que soit le nombre, 3, 2, ou 1, des dimensions de  $\omega$ , nous appellerons  $dn$  une normale infiniment petite menée, vers le dehors, à chaque élément  $d\sigma$  de sa limite  $\sigma$ , en prolongement du rayon  $r$  qui le joint à l'origine; et nous représenterons par  $\frac{d}{dn}$  la dérivée, suivant cette normale, de la fonction qui sera écrite après le  $d$  du numérateur.

» Multiplions l'équation (2) ou (3) par  $2ud\omega$  ou par  $2vd\omega$ , et intégrons chaque terme dans toute l'étendue  $\omega$ , après avoir substitué à  $u$   $\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \dots\right)$  et à  $v$   $\left(\frac{d^2v}{dx^2} + \dots\right)$ , respectivement,

$$\frac{d}{dx} \left( u \frac{du}{dx} \right) + \dots - \left( \frac{du^2}{dx^2} + \dots \right) \quad \text{et} \quad \frac{d}{dx} \left( v \frac{dv}{dx} \right) + \dots - \left( \frac{dv^2}{dx^2} + \dots \right),$$

c'est-à-dire, plus simplement, d'après la notation  $\Delta_1$  de Lamé pour les paramètres différentiels du premier ordre,

$$\frac{1}{2} \left( \frac{d^2u^2}{dx^2} + \dots \right) - \Delta_1^2 u \quad \text{et} \quad \frac{1}{2} \left( \frac{d^2v^2}{dx^2} + \dots \right) - \Delta_1^2 v.$$

» En transformant, par le procédé ordinaire, les termes intégrables



une fois en intégrales prises sur la figure limite  $\sigma$ , l'isolement de ceux-ci dans un membre de l'équation obtenue donnera

$$(4) \quad \int_{\sigma} \frac{d \cdot u^2}{d\epsilon} d\sigma = 2 \int_{\sigma} \left( u \frac{d^2 u}{dt^2} + \Delta_1^2 u + 4k^2 u^2 \right) d\sigma,$$

$$(5) \quad \int_{\sigma} \frac{d \cdot v^2}{d\epsilon} d\sigma = 2 \int_{\sigma} \left( v \frac{d^2 v}{dt^2} + \Delta_1^2 v + 4k^2 v^2 \right) d\sigma.$$

» Or, supposons que, à partir de l'époque  $t = 0$  où  $u$  et sa dérivée en  $t$  s'annulent, l'on considère ces équations (4), (5), pour les utiliser dès l'instant où  $u, v$  commenceraient à différer de zéro. Il est évident que, à un tel moment, la dérivée première  $\frac{d(u, v)}{dt}$  prendra le signe de sa propre dérivée  $\frac{d^2(u, v)}{dt^2}$ , et que, de même,  $u$  ou  $v$  prendra le signe de  $\frac{d^2 u}{dt^2}$ .

» Donc, dans les seconds membres de (4) et de (5), les produits  $u \frac{d^2 u}{dt^2}$ ,  $v \frac{d^2 v}{dt^2}$ ,  $v \frac{dv}{dt}$ , seront alors essentiellement positifs, tout comme les sommes de carrés  $\Delta_1^2 u + 4k^2 u^2$ ,  $\Delta_1^2 v$ . Et, en divisant par  $\sigma$  le premier membre de (4) ou de (5), il viendra

$$(6) \quad \int_{\sigma} \frac{d \cdot u^2}{d\epsilon} \frac{d\sigma}{\sigma} > 0, \quad \int_{\sigma} \frac{d \cdot v^2}{d\epsilon} \frac{d\sigma}{\sigma} > 0.$$

» D'ailleurs, lorsqu'on passe d'une figure  $\sigma$  quelconque, de rayon  $\epsilon$ , à la suivante de rayon  $\epsilon + d\epsilon$ , les éléments  $d\sigma$  de la première peuvent, en se déplaçant de  $d\epsilon$  et se dilatant pour constituer la seconde, être censés compris toujours entre les mêmes droites émanées de l'origine, de manière que chacun reste une même fraction de la figure totale  $\sigma$  et que ses points se déplacent le long de normales  $d\epsilon$ . Alors l'élément  $u^2 \frac{d\sigma}{\sigma}$  ou  $v^2 \frac{d\sigma}{\sigma}$  de l'intégrale  $\int_{\sigma} (u^2 \text{ ou } v^2) \frac{d\sigma}{\sigma}$  a, pour sa dérivée en  $\epsilon$ ,  $\frac{d(u^2 \text{ ou } v^2)}{d\epsilon} \frac{d\sigma}{\sigma}$ , et les premiers membres de (6) sont les dérivées en  $\epsilon$  de  $\int_{\sigma} u^2 \frac{d\sigma}{\sigma}$ ,  $\int_{\sigma} v^2 \frac{d\sigma}{\sigma}$ , c'est-à-dire des *valeurs moyennes* de  $u^2$  et de  $v^2$  sur toute l'étendue des figures  $\sigma$ . Ainsi les relations (6) reviennent à écrire

$$(7) \quad \frac{d}{d\epsilon} (\text{valeur moy. de } u^2) > 0, \quad \frac{d}{d\epsilon} (\text{valeur moy. de } v^2) > 0.$$

» La valeur moyenne de la fonction, essentiellement positive,  $u^2$  ou  $v^2$  à

la distance  $r$  de l'origine, ne peut donc que croître avec  $r$ , si elle cesse d'être nulle. Et, comme un tel accroissement est rendu impossible par l'annulation supposée de  $u^2$  ou de  $v^2$  à l'infini, l'on a bien, identiquement,  $u^2 = 0$ ,  $v^2 = 0$  à toutes les époques  $t$  positives, les seules dont on s'occupe d'ordinaire : ce qu'il fallait démontrer.

» II. Aux époques  $t$  négatives, le même raisonnement s'applique dans le cas des équations (2) et (4); car, pour  $t$  décroissant à partir de zéro,  $\frac{du}{dt}$ , dès qu'il cesse de s'annuler, prend signe contraire à  $\frac{d^2u}{dt^2}$ , et,  $u$ , signe contraire à  $\frac{du}{dt}$ ; en sorte que  $u$  et  $\frac{d^2u}{dt^2}$  sont encore de même signe et ont, dans l'équation (4), leur produit essentiellement positif.

» Quant à l'équation (5) où, sous le signe  $\int_{\frac{v}{\sigma}}$ , le produit  $v \frac{dv}{dt}$  devient négatif, l'on peut y observer, en appelant  $t_0$  l'instant où  $v$  commencerait à ne plus s'annuler, que le facteur  $\frac{dv}{dt} = \int_{t_0}^t \frac{d^2v}{dt^2} dt$  est alors très petit devant  $\frac{d^2v}{dt^2}$ : chose évidente (à cause de  $\int_{t_0}^t dt$  infiniment petit) quand  $\frac{d^2v}{dt^2}$  diffère initialement de zéro, mais non moins vraie quand  $\frac{d^2v}{dt^2}$  part et s'éloigne de zéro avec  $\frac{dv}{dt}$ , car alors on a

$$\int_{t_0}^t \frac{d^2v}{dt^2} dt < \frac{d^2v}{dt^2} \int_{t_0}^t dt \quad (\text{en valeur absolue}).$$

» Donc le terme négatif  $4kv \frac{dv}{dt}$ , où l'on suppose  $k$  fini, est masqué, dans la parenthèse de (5), par le terme positif  $v \frac{d^2v}{dt^2}$ ; et la fonction continue  $v$  ne peut à aucun moment, pas plus que dans les autres cas, s'écarter de zéro.

» III. L'unité de la solution du problème étant ainsi établie, il en résulte, par exemple, que, dans un espace plan à deux coordonnées  $y$  et  $z$ , les deux formes que nous avons obtenues pour la solution, l'une, (7), en intégrales doubles, l'autre, (16), en intégrales triples, représentent les mêmes suites de valeurs. Et, cependant, leur identité semble être assez cachée; car, il n'apparaît pas, du moins à première vue, dans (16), comment il suffit que les fonctions arbitraires  $\varphi$ ,  $\Phi$  cessent de contenir la va-

riable  $x + \tau \cos z$ , pour qu'une intégration devienne effectuable *sous forme finie*, et, le résultat, réductible à (7) (4).

(1) Cette réduction n'est cependant pas bien difficile : voici comment je viens de l'opérer.

Chacune des deux intégrales figurant au second membre de (16) se dédouble immédiatement, grâce à une intégration par parties dans laquelle on prend le potentiel sphérique  $\int_{\sigma} \frac{d\sigma}{t}$  pour facteur intégré, en deux intégrales, relatives, l'une, aux divers éléments de la surface  $\sigma$  de la sphère de rayon  $t$  décrite autour de  $(x, y, z)$  comme centre, l'autre, aux divers éléments  $d\pi = d\tau d\sigma$ , à coordonnées  $x + x, y + y, z + z$ , du volume  $\pi$  de cette sphère. Des deux expressions, exactement pareilles, ainsi obtenues, celle, par exemple, où figure la fonction arbitraire  $\varphi$  est

$$(a) \quad \left\{ \int_{\sigma} \varphi(x + t \cos \alpha, y + t \cos \beta, z + t \cos \gamma) \frac{d\sigma}{t} \right. \\ \left. + 2k^2 \int_{\pi} U'(k^2 t^2 - k^2 x^2 - k^2 y^2 - k^2 z^2) \varphi(x + x, y + y, z + z) d\pi \right.$$

Cela posé, quand  $x = 0$  et que  $\varphi$  se réduit à  $f(y + y, z + z)$ , il y a symétrie de part et d'autre du plan des  $yz$ ; et il suffit d'intégrer pour la demi-sphère située du côté des  $x$  positifs, en doublant les résultats. De plus, le volume  $\frac{1}{2} \pi$  peut être décomposé en filets élémentaires  $dy dz dx$  parallèles aux  $x$ , ayant pour leur base  $dy dz$ , sur le plan des  $yz$ , la projection correspondante;  $d\sigma \cos z$ , de l'élément  $d\sigma$  de sphère intersecté à leur extrémité d'abscisse  $x = t \cos z$ , et auquel aboutit le rayon  $t$  défini en direction par les deux cosinus directeurs  $\cos \beta = \frac{y}{t}$ ,  $\cos \gamma = \frac{z}{t}$ . L'expression (a) devient aisément

$$(b) \quad 2 \int_{\frac{1}{2}\pi}^{\pi} f(y + t \cos \beta, z + t \cos \gamma) \frac{d\sigma}{t} \left[ 1 + 2k^2 t \cos z \int_0^{t \cos z} U'(k^2 t^2 \cos^2 z - k^2 x^2) dx \right].$$

La quantité entre crochets, si l'on pose, pour abrégier,  $kt \cos z = \Lambda$ ,  $kx = \lambda$ , n'est autre que  $1 + 2\Lambda \int_0^{\Lambda} U'(\Lambda^2 - \lambda^2) d\lambda$ ; et elle prend la forme suivante, quand on y remplace la fonction dérivée  $U'$  par son développement en série, déduit de (9),

$$(c) \quad 1 + 2\Lambda \left( \pm \Lambda + \frac{I_1}{1^2 \cdot 2} \pm \frac{I_2}{1^2 \cdot 2^2 \cdot 3} + \frac{I_3}{1^2 \cdot 2^2 \cdot 3^2 \cdot 4} \pm \dots \right), \quad \text{où} \quad I_n = \int_0^{\Lambda} (\Lambda^2 - \lambda^2)^n d\lambda.$$

Or une intégration par parties, effectuée sur  $I_n$  avec  $\lambda$  pour facteur intégré, donne

$$(\text{pour } n > 0) \quad I_n = 2n \int_0^{\Lambda} \lambda^2 (\Lambda^2 - \lambda^2)^{n-1} d\lambda = 2n\Lambda^2 I_{n-1} - 2n I_n;$$

» Il n'en est pas de même dans le cas d'une seule coordonnée,  $x$  par exemple. Alors la réduction de la forme (16) à la forme simple (11) se fait immédiatement. Car si l'on décompose la sphère  $\sigma = 4\pi\tau^2$ , par des plans parallèles aux  $yz$ , en zones élémentaires, dont l'une quelconque aura l'abscisse  $x + \tau \cos z = X$  et la hauteur  $dX$  ou l'aire  $2\pi\tau dX$ , les intégrales  $\int_{\sigma}$  deviendront, dans la formule (16) où  $\varphi, \Phi$  seront maintenant  $f(X)$  et  $F(X)$ ,

$$2\pi \int_{x-\tau}^{x+\tau} f(X) dX \quad \text{et} \quad 2\pi \int_{x-\tau}^{x+\tau} F(X) dX,$$

expressions pour lesquelles la règle de différentiation des intégrales définies donne les dérivées premières en  $\tau$ ,

$$2\pi [f(x + \tau) + f(x - \tau)] \quad \text{et} \quad 2\pi [F(x + \tau) + F(x - \tau)].$$

» Il suffit donc, après substitution de celles-ci dans (16), d'observer que  $f(x - \tau), F(x - \tau)$  pourront être supprimés sous les signes  $\int$ , à la condition d'étendre le champ des intégrales aux valeurs négatives de  $\tau$  allant de  $-t$  à zéro, pour avoir enfin

$$u = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \int_{-t}^t f(x + \tau) U(k^2 t^2 - k^2 \tau^2) d\tau + \frac{1}{2} \int_{-t}^t F(x + \tau) U(k^2 t^2 - k^2 \tau^2) d\tau,$$

c'est-à-dire, précisément, la formule (11), sauf le remplacement de  $r$  par  $x$ .

d'où la formule de réduction

$$(d) \quad I_n = \frac{2^n}{2^{n+1}} \Lambda^2 I_{n-1}.$$

Il en résulte, à partir de  $I_0 = \Lambda$ ,

$$(d') \quad I_1 = \frac{2}{3} \Lambda^3, \quad I_2 = \frac{2}{3} \frac{4}{5} \Lambda^5, \quad \dots \quad I_n = \frac{(1.2.3 \dots n) 2^n}{3.5 \dots (2n+1)} \Lambda^{2n+1}, \quad \dots$$

et, enfin, par substitution de ces valeurs dans (c), la série

$$(e') \quad 1 + \frac{(2\Lambda)^2}{1.2} + \frac{(2\Lambda)^4}{1.2.3.4} + \frac{(2\Lambda)^6}{1.2.3.4.5.6} + \dots$$

Le terme général, abstraction faite du signe, est

$$\frac{(1.2.3 \dots n) 2^{n+1} \Lambda^{2n+2}}{(1.2 \dots n)^2 (\bar{n}+1).3.5 \dots (2n+1)} + \frac{(2\Lambda)^{2n+2}}{1.2 \dots (2\bar{n}+2)}.$$

On reconnaît, dans cette série, le développement de  $\text{co}(2\Lambda)$  ou de  $\text{co}(2kt \cos z)$ . Et l'expression (b) devient bien, comme il le fallait,

$$2 \int_{\frac{1}{2}\sigma}^1 \text{co}(2kt \cos z) f(y + t \cos \beta, z + t \cos \gamma) \frac{d\tau}{t}.$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. *Sur la propagation des ondes électromagnétiques.* Note de M. MASCART.

« Les recherches inaugurées par M. Hertz sur la propagation des ondes électromagnétiques, dans les cas de vibrations très rapides, ont une importance capitale par le rapport qu'elles établissent entre l'électricité et la lumière. M. Blondlot a donné, pour la première fois <sup>(1)</sup>, une détermination complète des éléments du problème, en calculant la période par les dimensions du résonateur, et mesurant la longueur d'onde par expérience. Ces résultats semblaient indiquer cependant que, si la vitesse de propagation est toujours voisine de celle de la lumière, les nombres diminuent un peu à mesure que la longueur d'onde augmente; un calcul plus correct rétablit, au contraire, un accord remarquable entre les différentes expériences.

» Le coefficient de self-induction d'un fil de rayon  $\rho$ , formant un cadre rectangulaire de côtés  $a$  et  $b$ , peut se calculer simplement par la somme des flux de force magnétique que chacun des côtés émet dans l'intérieur du cadre. On trouve sans difficulté que, sur un point dont les coordonnées parallèles aux côtés  $a$  et  $b$  sont respectivement  $x$  et  $y$ , l'action  $F$  du côté  $b$  est

$$F = \frac{1}{r} \left[ \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} - \frac{b-y}{\sqrt{x^2 + (b-y)^2}} \right].$$

» Le flux de force  $\varphi(b)$  émis par le côté  $b$  dans le rectangle est l'intégrale du flux  $F dx dy$  relatif à l'élément de surface  $dx dy$ . L'intégration doit être faite d'abord de 0 à  $b$  par rapport à  $y$ , puis de  $\rho$  à  $a$  par rapport à  $x$ . On obtient ainsi

$$\varphi(b) = \int_{\rho}^a \frac{dx}{x} (\sqrt{b^2 + x^2} - x).$$

» C'est là encore une intégrale connue; représentant par  $m$  la diagonale du rectangle, il en résulte

$$\varphi(b) = 2 \left[ m - \sqrt{b^2 + \rho^2} - (a - \rho) + b \ln \left( \frac{a}{\rho} \frac{b + \sqrt{b^2 + \rho^2}}{b + m} \right) \right].$$

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 628; 1891.

» Le côté opposé donnera la même valeur et on obtiendra deux autres termes semblables pour les côtés  $a$ .

» Lorsque les rapports  $\frac{a}{m}$  et  $\frac{b}{m}$  sont négligeables devant l'unité, ce qui est généralement le cas des expériences, le coefficient  $L$  de self-induction du cadre peut s'écrire

$$L = 4 \left[ 2(m - a - b) - a l_n \frac{2ab}{2(a+m)} + b l_n \frac{2ab}{2(b+m)} \right].$$

» Le calcul suppose que les courants sont uniquement superficiels. Si le courant était homogène, il suffirait d'y ajouter la demi-somme du contour, c'est-à-dire  $a + b$ .

» M. Blondlot a eu l'obligeance de vérifier si cette formule conduit à des résultats conformes à ceux qu'il avait obtenus par la formule de Neumann. En fait, il avait négligé de doubler, comme on doit le faire, le terme relatif aux côtés opposés et ses coefficients d'induction se sont trouvés trop grands.

» Il a bien voulu alors corriger ses calculs de cette cause d'erreur, ce qui conduit aux résultats suivants :

Cadre du résonateur.	Longueur d'onde. m	Vitesse de propagation. km
I. . . . .	8,94	302 100
I. . . . .	11,04	306 800
I. . . . .	11,58	304 100
II. . . . .	14,32	308 200
II. . . . .	16,20	306 000
III. . . . .	18,30	305 200
II. . . . .	18,32	300 600
II. . . . .	22,68	295 500
III. . . . .	25,72	300 100
II. . . . .	27,28	299 900
IV. . . . .	35,36	312 300
IV. . . . .	33,70	297 600 <sup>(1)</sup>

» On ne voit plus dans ce Tableau aucune variation systématique de la vitesse avec la longueur d'onde et la moyenne générale est 303 200. Si l'on fait abstraction des expériences relatives au quatrième résonateur,

(<sup>1</sup>) La dernière expérience a été ajoutée par M. Blondlot.

considérées par l'auteur comme moins certaines, la moyenne devient 302 850 et l'écart maximum des résultats isolés à la moyenne n'atteint pas 2,5 pour 100. Un tel accord ne peut manquer d'ajouter à la confiance qu'inspirent les travaux de M. Blondlot.

» Il est intéressant de remarquer aussi que la moyenne des valeurs obtenues pour la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques est supérieure de  $\frac{1}{100}$  environ à celle de la lumière. Cette différence me paraît tenir surtout à ce que le calcul du coefficient de self-induction conduit généralement à un nombre trop faible. Le rayon  $\rho$  du fil intervient pour une part importante et on doit l'estimer trop grand, soit par suite des causes d'erreur qui interviennent dans la mesure, soit parce que le courant n'est pas réellement superficiel et qu'il pénètre dans une certaine épaisseur du fil. L'emploi de conducteurs plus gros permettrait peut-être d'améliorer l'expérience. »

M. **HUGO GULDÉN** fait hommage à l'Académie du premier volume d'un Ouvrage intitulé « *Traité analytique des orbites absolues des huit planètes principales* ».

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A.-J. STUART** adresse un Mémoire « sur la force centrifuge à la surface de la Terre ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **PEVZOFF** adresse, de Moscou, une Communication relative au calcul du nombre  $\pi$ .

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. **E. FRANÇOIS** adresse un Mémoire relatif à la direction des ballons au moyen d'un propulseur aérien.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** donne lecture d'une Lettre par laquelle MM. *Chollet* et *Chabert* annoncent que, conformément aux dernières volontés de Frédéric Cuvier, ils tiennent à la disposition de l'Académie les papiers de Georges Cuvier, son oncle, deux portraits et le masque de G. Cuvier, moulé immédiatement après sa mort.

M. **F. GARROS** adresse ses remerciements à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie des satellites de Jupiter.* Note de M. **J.-J. LANDEBER**, présentée par M. Janssen.

« En poursuivant le travail que j'avais entrepris dans le but de soumettre au contrôle de l'observation la théorie des satellites de Jupiter, de M. Souillart (*Comptes rendus* du 11 avril 1892), il m'a été donné de faire, par des circonstances atmosphériques ne laissant rien à désirer, la série d'observations d'éclipses et de passages des ombres que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie.

» Il est à remarquer que, par suite de la position particulière des nœuds des orbites, par rapport au rayon vecteur de la planète, et aussi en raison de la proximité du maximum d'inclinaison de celle du troisième satellite, la période que ces observations embrassent a été exceptionnellement favorable pour faire ressortir l'influence de la latitude dans la durée des phénomènes.

» Cette coordonnée fondamentale, ainsi que les divers éléments qui s'y rapportent, ont été calculés pour l'heure de la conjonction déduite de l'observation. L'incertitude dont est entaché le moment ainsi déduit ne dépassant jamais deux minutes, l'erreur qui en peut résulter pour la demi-durée théorique est toujours négligeable. Tous les calculs ont été faits en ayant égard aux nouvelles expressions que le savant professeur de Lille a données pour la partie elliptique des latitudes (1).

(1) *Bulletin astronomique*, t. X.



» Pour une étude de ce genre, les passages des ombres sont préférables aux éclipses, non seulement en raison de la nature même du phénomène, qui reste visible du commencement à la fin, quel que soit le satellite dont il s'agisse, mais encore parce que les corrections qu'on doit y appliquer (relatives à la phase de la planète, à la diffraction, à la distance de la corde parcourue au grand axe de l'ellipse) sont aussi bien calculables que celles qui ont rapport aux éclipses. Pour celles-ci j'emploie, depuis 1889, l'excellente méthode de M. Cornu.

» Le Tableau qui termine ces lignes montre, comme celui qui accompagnait ma Note précédente sur ce même sujet, un accord satisfaisant entre la théorie et l'observation. Seulement, dans le cas actuel, il est aisé de saisir, relativement au troisième satellite, une différence à allure systématique, sans que l'on puisse, pour le moment, en fixer la grandeur, le nombre d'observations étant encore trop restreint pour la déterminer exactement. Ajoutons, néanmoins, que, pour obtenir maintenant un accord plus complet, il suffirait d'admettre pour la longitude au 1<sup>er</sup> janvier 1850, soit l'élément dont l'influence dans le calcul a été prépondérante par suite des circonstances signalées, une valeur de  $36^{\circ}19'6''$  au lieu de  $37^{\circ}8'36''$ .

» Je profite de l'occasion pour appeler l'attention sur deux faits ayant avec notre sujet une liaison évidente. D'après la *Connaissance des Temps* pour 1895, une éclipse du quatrième satellite doit avoir lieu le 17 janvier, avec une demi-durée de  $16^m25^s$ . D'après le nouveau mode de calcul, le satellite doit se trouver, au moment de la conjonction, en dehors de la section de l'ombre, à  $2'37''$  de son bord boréal, partant sur un anneau à peine efficace de la pénombre. Il serait donc bien intéressant de savoir dans quelle mesure il en sera obscurci.

» L'autre fait est relatif au passage de l'ombre de ce même corps, qui aura lieu sept jours après, et dont la demi-durée est fixée à  $34^m30^s$  par l'éphéméride, tandis que le nouveau calcul ne lui assigne que  $30^m3^s$ . En vertu de la position particulière que le satellite conservera encore lors de ce second phénomène, son observation entraînerait aussi beaucoup d'intérêt.

» Dans la liste suivante les phénomènes sont inscrits par ordre de latitude croissante. Les demi-durées sont exprimées en minutes et secondes.

*Passages des ombres.*

Satellites.	Dates.	Demi-durée		Connaissance des Temps.	Différence calc.—obs.
		calculée.	observée.		
I. . . .	1892 août 25	63,24 <sup>m</sup>	63,29 <sup>m</sup>	67,30 <sup>m</sup>	-0,5 <sup>m</sup>
I. . . .	1892 septembre 26	63,37	62,45	67,0	+0,52
I. . . .	1892 octobre 3	63,38	63,50	67,0	-0,12
I. . . .	1892 octobre 10	63,37	63,47	66,30	-0,10
I. . . .	1892 décembre 23	63,16	63,0	66,0	+0,16
I. . . .	1893 octobre 23	63,13	63,20	66,0	-0,9
II. . . .	1892 août 14	72,25	73,44	78,0	-1,19
II. . . .	1892 octobre 3	71,5	70,59	76,0	-0,7
II. . . .	1892 octobre 10	71,13	71,28	76,0	-0,15
II. . . .	1893 octobre 29	65,42	66,7	70,0	-0,25
III. . . .	1892 août 26	65,49	67,46	74,0	-1,57
III. . . .	1892 octobre 1	62,45	64,29	70,30	-1,44
III. . . .	1794 janvier 10 (1)	50,19	51,4	56,30	-0,45
III. . . .	1893 octobre 23	45,56	47,5	53,0	-1,8

*Eclipses.*

Satellites.	Dates.	Demi-durée		Connaissance des Temps.	Différence calc.—obs.
		calculée.	observée.		
III. . . .	1892 septembre 13	62,38	63,27	65,57	-0,49
III. . . .	1893 décembre 23	46,7	46,18	48,18	0,11

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la température des hautes régions de l'atmosphère.* Note de M. ALFRED ANGOT, présentée par M. Mascart.

« M. G. Hermite a critiqué récemment (2) l'emploi, pour évaluer la température des hautes régions de l'atmosphère, de la formule de Mendéléieff, dont il m'attribue à tort la paternité. Cette formule, purement hypothétique du reste, appliquée aux observations faites par M. Vallot au

(1) Observation faite à ma prière par M. Viniegra, directeur de l'observatoire de San Fernando, à l'aide des équatoriaux de Brunner et de Grubb.

(2) *Comptes rendus*, séance du 23 janvier 1894, p. 248.

sommet du mont Blanc, a donné pour température limite de l'atmosphère —  $46^{\circ}$ , nombre très voisin de celui qui résultait de l'ensemble des observations de montagnes, discutées antérieurement par M. Voëikoff.

» Il serait très désirable de soumettre cette formule à l'épreuve d'observations recueillies en ballon à de grandes altitudes; les tentatives faites dans ce sens par M. Hermite le 21 mars et le 17 septembre 1893 offrent donc un grand intérêt, en montrant que l'on peut envoyer un ballon explorateur à  $15^{\text{km}}$  de hauteur. Mais il est difficile de rien conclure des diagrammes, fort incomplets du reste, qui ont été obtenus dans ces deux ascensions.

» Dans la première, par suite d'un accident de manœuvre, on n'a pas pris les précautions indispensables pour garantir les instruments contre l'influence du soleil et du rayonnement. Dans la seconde, ces précautions ont été prises, mais le thermomètre marquait, à l'atterrissage, une température trop basse de  $10^{\circ}$  à  $15^{\circ}$ ; il s'était donc dérégulé pendant l'ascension, par suite du travail du métal ou par toute autre cause.

» Enfin, dans les deux cas, les enregistreurs ont été étalonnés d'une manière insuffisante. Pour graduer les thermographes aux basses températures, il ne suffit pas de mettre de l'acide carbonique liquide sur le réservoir; il est nécessaire que l'instrument tout entier soit placé dans une enceinte refroidie, à côté d'un thermomètre étalon. Cette épreuve s'impose également pour les baromètres.

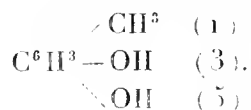
» Il serait illusoire de tirer des observations de M. Hermite une indication quelconque, favorable ou contraire à telle ou telle hypothèse; mais il est curieux [de remarquer que les résultats de la deuxième ascension, si on pouvait les admettre, seraient plutôt favorables à la formule de Mendéléïeff. Au départ à  $11^{\text{h}}$ , on avait une température de  $12^{\circ}$  et une pression de  $760^{\text{mm}}$ ; à midi, la température était constante et d'environ —  $35^{\circ}$ ; le diagramme du baromètre était déjà interrompu; mais, en le prolongeant, on voit aisément que la pression devait être voisine de  $160^{\text{mm}}$ . On en déduit pour température limite de l'atmosphère —  $48^{\circ}$ , nombre pratiquement identique à celui qui résulte des observations du mont Blanc.

» Rappelons en terminant que la célèbre ascension du 5 septembre 1862, faite *en ballon monté* par Glaisher et Coxwell, et où l'altitude de  $10000^{\text{m}}$  fut probablement dépassée, donne comme température limite de l'atmosphère —  $40^{\circ}$  seulement. Avant de condamner l'hypothèse de Mendéléïeff, il convient donc d'attendre que des observations aient été faites à

de grandes hauteurs, en nombre suffisant et dans des conditions satisfaisantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la valeur thermique des fonctions de l'orcine.*  
Note de M. DE FORCRAND.

« L'orcine est un  $\beta$ -diphénol méthylé, auquel on attribue aujourd'hui la formule de constitution du dimétadioxytolnène



» Cette hypothèse s'appuie surtout sur la transformation de la dimétadinitroparatoluidine en orcine, et la formation de l'acide diméthylrésorcylique au moyen de la diméthylorcine.

» J'ai entrepris la détermination des valeurs thermiques des deux fonctions phénoliques de ce composé dans le but de les comparer à celles des autres phénols et de confirmer les idées admises sur sa constitution.

» La préparation de ses dérivés sodiques mono- et bi-substitués présente quelques difficultés, en raison de l'altération rapide de ces produits au contact de l'air, et aussi de l'affinité qu'ils ont pour le dissolvant employé (eau ou alcool). On sait, d'ailleurs, que l'orcine elle-même retient à l'état cristallisé une molécule d'eau, qu'elle ne cède que très incomplètement et très lentement en présence de l'anhydride phosphorique à froid; ce caractère appartient aussi à ses combinaisons métalliques.

» Les premiers essais pour obtenir les orcines mono- et di-sodées ont été faits en prenant l'alcool éthylique absolu comme dissolvant; mais ces produits retiennent encore de  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{2}$  de molécule d'alcool, qu'une température de 160° dans un courant d'hydrogène sec ne leur enlève pas. Les corrections provenant de ce fait sont assez incertaines; aussi ces corps m'ont-ils fourni, pour les deux valeurs cherchées, les nombres +41<sup>cal</sup>,90 et +38<sup>cal</sup>,22, qui diffèrent de plus de 1<sup>cal</sup> des nombres véritables.

» On obtient des corps beaucoup plus purs en employant, pour l'orcine monosodée, l'eau comme dissolvant. (L'orcine anhydre ou hydratée est alors chauffée simplement avec la quantité calculée d'une solution de soude dans un courant d'hydrogène sec). Pour avoir l'orcine disodée, il vaut mieux dissoudre le sodium dans le poids équivalent d'orcine anhydre, dissous préalablement dans l'alcool méthylique absolu, que l'on classe ensuite dans l'hydrogène; le produit ne retient que  $\frac{1}{5}$  de molécule de cet

alcool. On peut d'ailleurs employer aussi ce dernier procédé pour l'orcine monosodée, mais elle conserve encore  $\frac{1}{10}$  de molécule d'alcool méthylique.

» Ces composés forment des croûtes dures, à peine colorées en rose ou en brun. déliquescentes, et se colorant fortement à l'air. Ils sont sensiblement purs :

» *Analyses :*

	Na pour 100.	Calculé.
Orcine monosodée, obtenue en présence de l'eau. . . . .	15,81	15,75
» » l'alcool méthylique. . . . .	15,45	»
Orcine disodée, par l'alcool méthylique. . . . .	27,03	27,38

» J'ai utilisé, pour l'étude thermique de ces corps, les chaleurs de neutralisation publiées par MM. Berthelot et Werner, soit  $+8^{\text{Cal}},25$  et  $+7^{\text{Cal}},03$ . J'ai obtenu les mêmes nombres en répétant ces expériences à  $+10^{\circ}$  pour des dilutions de 1 molécule dans  $2^{\text{lit}}$  pour chaque composé. J'ai dû mesurer de nouveau la chaleur de dissolution de l'orcine anhydre (deshydratée après fusion) et j'ai trouvé  $-2^{\text{Cal}},64$  pour 1 molécule ( $124^{\text{gr}}$ ) dans  $2^{\text{lit}}$  d'eau à  $+10^{\circ}$ .

» Partant de ces données, il suffit de dissoudre séparément les deux orcines sodées, la première dans  $4^{\text{lit}}$ , la seconde dans  $6^{\text{lit}}$  d'eau, ce qui donne, vers  $+10^{\circ}$  :

Orcine monosodée. . . . .	$-8^{\text{Cal}},46$
Orcine disodée. . . . .	$-17^{\text{Cal}},44$

» J'ai d'ailleurs vérifié encore la pureté des produits employés, en ajoutant à la première dissolution une demi-molécule d'acide sulfurique ( $49^{\text{gr}} = 2^{\text{lit}}$ ), ce qui a donné

$$+7^{\text{Cal}},58 \quad (\text{au lieu de } +15,85 - 8,25 = +7,60);$$

et à la seconde dissolution d'abord une demi-molécule d'acide, puis une seconde, ce qui a fourni

$$+8^{\text{Cal}},77 \quad (\text{au lieu de } +15,85 - 7,03 = +8,82)$$

et

$$+7^{\text{Cal}},63 \quad (\text{au lieu de } +7,60).$$

J'ai constaté en outre la neutralité de ces liqueurs finales.

» Les nombres qui précèdent permettent de calculer les réactions suivantes :

Orcine anhydre solide + Na sol.	H gaz + orcine monosodée sol.	$+40,23^{\text{Cal}}$
Orcine monosodée sol. + Na sol.	H gaz + orcine disodée sol.	$+39,13$
Orcine anhydre sol. + Na <sup>2</sup> sol.	H <sup>2</sup> gaz + orcine disodée sol.	$+79,36$

soit, pour la valeur moyenne des deux fonctions,

$$\frac{79,36}{2} \text{ ou } + 39^{\text{Cal}},68.$$

Ces nombres sont très voisins de ceux que fournissent les autres phénols étudiés. Ils permettent en outre quelques remarques relativement à la constitution de l'orcine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le campholène*. Note de M. **GUERBET**,  
présentée par M. Friedel.

« Le campholène a été préparé pour la première fois par Delalande, qui l'obtenait en faisant réagir l'anhydride phosphorique sur l'acide campholique. La formule de la réaction est la suivante

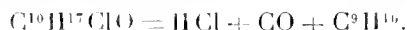


» Delalande attribua à ce carbure le point d'ébullition 135°-139°. Depuis, il a été obtenu par M. Kachler (*Liebig's Annalen der Chemie*, t. CLXII, p. 266) en distillant le campholate de potassium en présence de chaux sodée, et par M. Zürrer (*Ber. der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XX, p. 484) dans les produits de la distillation du campholénate de chaux.

» J'ai repris l'étude de ce carbure et j'ai constaté que le produit bouillant à 135°-137° donne, après six rectifications à la colonne Le Bel-Henninger, un carbure bouillant à 134°.

» Le procédé indiqué par Delalande donnant de mauvais rendements, il est préférable, pour préparer ce carbure, de distiller le chlorure de campholyle en présence d'une trace d'anhydride phosphorique.

» Le dédoublement du chlorure de campholyle se fait suivant la réaction



Le rendement est de 73 pour 100 de la théorie. Une seule rectification suffit pour obtenir le carbure pur. Celui-ci a été identifié avec le campholène de Delalande par l'analyse, la densité de vapeur et les propriétés chimiques.

» Il est incolore, son odeur est analogue à celle du térébenthène, sa saveur est brûlante. Il bout à 134° sous la pression 758<sup>mm</sup>. Sa densité de vapeur est 4,26, la théorie demandant 4,28. Sa densité à l'état liquide est 0,8115 à 0°. Il est dénué de pouvoir rotatoire.

» Il absorbe lentement l'oxygène

» Le brome ajouté au campholène, refroidi à 0°, l'attaque violemment avec dégagement d'acide bromhydrique. Mais si, dans une solution chloroformique de campholène au dixième, on verse une solution chloroformique de brome au dixième, le brome est absorbé tranquillement et cesse de l'être quand on en a ajouté 1 molécule pour 1 molécule de campholène. Il n'y a pas de dégagement sensible d'acide bromhydrique. Le composé formé est très instable et perd son brome à l'état d'acide bromhydrique si l'on évapore le chloroforme.

» Avec l'acide iodhydrique gazeux à 0°, le campholène donne un iodhydrate cristallisé  $C^9H^{16}.IH$ , comme le montre l'analyse.

» Cette combinaison est très instable et perd peu à peu son acide iodhydrique à l'air, en devenant liquide et se colorant de plus en plus. Conservée en tube scellé dans 1 atmosphère d'acide iodhydrique, elle se colore peu à peu en devenant liquide.

» Le campholène, chauffé à 280° en tubes scellés avec deux fois son volume d'une solution d'acide iodhydrique saturée à 0°, donne un carbure qui bout à 132°-134°, dont la densité à l'état liquide à 0° est 0,783. Il répond à la formule  $C^9H^{18}$ , comme le montre l'analyse.

» La densité de vapeur a été trouvée de 4,35, la densité calculée étant 4,36. Ce carbure a tous les caractères des hexahydrures benzéniques. Il ne fixe pas le brome, n'est attaqué à froid, ni par l'acide sulfurique fumant, ni par l'acide nitrique fumant. A chaud, cette attaque n'a lieu qu'avec une extrême lenteur.

» Chauffé pendant dix jours à 60°-70°, avec un mélange de 2 volumes d'acide sulfurique fumant et de 1 volume d'acide nitrique fumant, il donne une petite quantité d'un dérivé nitré qui, purifié par cristallisation dans l'alcool, fond à 185°. C'est le point de fusion du trinitropseudocumène. La petite quantité de matière obtenue n'a pas permis d'en faire l'analyse quantitative.

» Ce même carbure,  $C^9H^{18}$ , a été bromé par la méthode de M. Gustavson (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XIV, p. 1709), action du brome à 0° en présence du bromure d'aluminium. Il s'est formé un dérivé bromé, facile à purifier par cristallisation dans le benzène, puis sublimation. Il se sublime en longues aiguilles blanches fondant à 233°. C'est le point de fusion du tribromopseudocumène. L'analyse montre d'ailleurs l'identité de ces deux corps.

» Le carbure  $C^9H^{18}$  est donc identique avec l'hexahydropseudocumène retiré des pétroles de Bakon (MARKOWNIKOW et OGLOBLINE, *Journal de la Société chimique russe*, t. XV, p. 331).

» Il en résulte que le campholène qui le produit par hydrogénation doit être considéré comme étant du tétrahydropseudocumène.

» *Action de l'acide sulfurique sur le campholène.* — L'acide sulfurique, agité avec le tiers de son poids de campholène, noircit rapidement, en même temps qu'il se dégage de l'acide sulfureux avec production de chaleur. On voit le volume de carbure diminuer peu à peu, puis l'absorption cesse. Le carbure qui surnage est décanté, puis rectifié. Il bout alors à 135°-137°. En l'agitant à plusieurs reprises avec l'acide sulfurique fumant, légèrement chauffé, on arrive à abaisser son point d'ébullition à 132°-134°. Il possède alors les mêmes propriétés physiques et chimiques que l'hexahydropseudocumène, décrit plus haut.

» La solution sulfurique, séparée du carbure qui surnage, laisse séparer, lorsqu'on l'étend d'un grand volume d'eau, un carbure oléagineux qui, purifié par distillation fractionnée, bout à 165°-168°, sous 3<sup>cm</sup> de mercure ou vers 266°-270°, avec décomposition partielle, sous la pression ordinaire. Ce carbure a pour formule  $(C^9H^{16})^n$ , comme le montre l'analyse, et, à cause du point d'ébullition, sans doute  $(C^9H^{16})^2$ .

» Ce dicampholène possède une odeur analogue à celle du térébenthène; il est oléagineux et s'oxyde assez rapidement à l'air, en se colorant et demeurant résineux.

» Cette transformation du campholène par l'acide sulfurique est tout à fait analogue à celle que subit le tétrahydrotoluène de l'huile de résine ou de la perséite sous l'influence du même agent (RENARD, *Annales de Chimie et de Physique*, 6<sup>e</sup> série, t. I, p. 231; MAQUENNE, *ibid.*, 6<sup>e</sup> série, t. XXVIII, p. 279).

» Elle montre que le carbure que M. Etard (*Comptes rendus*, 15 mai 1893) a obtenu dans l'action du chlorure de zinc sur le camphre  $\alpha$  chloré ne peut être le campholène, comme le pense ce savant. En effet, M. Etard purifie ce carbure par agitation avec l'acide sulfurique. Or, nous venons de voir que le campholène est rapidement transformé par cet agent en hexahydropseudocumène et dicampholène. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Atténuation du venin de vipère par la chaleur et vaccination du cobaye contre ce venin.* Note de MM. C. PHISALIX et G. BERTRAND, présentée par M. A. Chauveau.

« Les auteurs classiques admettent que le venin de vipère peut être soumis à l'ébullition sans qu'il perde rien de ses propriétés venimeuses (1).

(1) Cependant, M. le Professeur Gautier a reconnu que le venin de cobra est par-



La similitude des principes actifs de ce venin avec les substances diastasiques rendait déjà cette assertion peu vraisemblable : une étude systématique de l'action de la chaleur nous a conduits à des conclusions opposées. Nous avons en outre reconnu que le venin, traité par la chaleur, est doué de propriétés vaccinales.

» Les résultats des premiers expérimentateurs pouvaient être dus à ce qu'ils inoculaient de trop grandes quantités de venin chauffé, de telle sorte que, malgré une destruction partielle, il restait encore assez de toxique pour produire l'envenimation. C'est pourquoi nous avons opéré avec une quantité limite et dont nous connaissions bien les effets par nos expériences antérieures ; c'est la dose minima mortelle pour un cobaye de 500<sup>gr</sup> : elle correspond à  $\frac{3}{10}$  de milligramme de venin sec.

» Cette dose, dissoute dans 1<sup>cc</sup>,5 d'eau salée physiologique, était introduite dans un tube de verre étroit, qu'on scellait à la lampe. Le tube était ensuite maintenu dans une grande masse d'eau à la température voulue, puis retiré au bout d'un temps convenablement choisi et son contenu inoculé au cobaye.

» Dans ces conditions, nous avons constaté qu'à 60°-70° l'atténuation du venin est déjà très sensible ; après un quart d'heure de chauffage il n'amène plus la mort qu'au bout de trente-six à quarante-huit heures, tandis qu'une même dose de venin entier tue l'animal en moins de dix heures. *A partir de 75°* l'action de la température devient très manifeste. L'animal présente quelquefois de légers symptômes d'échidnisme, *mais survit à l'inoculation*. Ces symptômes sont d'autant plus faibles que la durée du chauffage est plus grande ou la température plus élevée ; le plus souvent déjà ils sont nuls avec un venin maintenu cinq minutes à 80° ou un quart d'heure à 75°. Toutefois, par une courte application d'une température élevée, nous avons obtenu un résultat inattendu. En portant le venin à l'ébullition, en vingt ou vingt-cinq secondes, et le refroidissant aussitôt, on dissocie les phénomènes locaux et les phénomènes généraux de l'envenimation ; on supprime les premiers, tandis que les seconds subsistent et entraînent la mort en vingt-quatre ou quarante-huit heures.

» Une dissociation si nette, par le procédé spécial que nous venons d'indiquer, nous a fait concevoir des modifications plus importantes et nous nous sommes demandé si le venin chauffé ne deviendrait pas un vaccin contre le venin entier.

» Nous avons donc soumis, à l'épreuve de l'inoculation mortelle, des cobayes qui avaient reçu quelques jours auparavant une injection de venin

tiellement altéré à 100° (*Cours de Chimie*, t. III, p. 183 ; 1892). D'après M. Calmette, c'est à 98°, température voisine de l'ébullition, que ce venin perd sa virulence (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1892).

atténué par la chaleur, et nous avons constaté, non seulement qu'ils ne succombent pas, mais encore qu'ils ne présentent aucun symptôme appréciable d'envenimation. Nous avons répété ces expériences plusieurs fois, toujours avec le même succès, sur des cobayes qui avaient reçu préalablement du venin chauffé à 75°, 80° et 90° pendant cinq minutes.

» Voici, à titre d'exemple, une de ces expériences :

» *Expérience.* — Le 11 janvier, à 10<sup>h</sup>, 35<sup>m</sup>, on injecte dans les cuisses d'un cobaye mâle du poids de 510<sup>gr</sup>,  $\frac{3}{10}$  de milligramme de venin de vipère chauffé à 75° pendant cinq minutes.

		Observations.
Température avant l'injection, à 10.15.....	39,6	Mouvements nauséux peu prononcés.
Température après l'injection, à 11.00.....	39,7	
» 11.30.....	40,15	Aucun symptôme local.
» 12.00.....	39,8	
» 2.28.....	39,7	
» 6.00.....	39,6	

» Le 13 janvier à 10<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> on inocule dans la cuisse droite de ce cobaye  $\frac{3}{10}$  de milligramme de venin entier.

		Observations.
Température avant l'injection à 10.08.....	40,2	Mouvements nauséux à peu près nuls.
Température après l'injection à 10.30.....	40,1	
» 10.55.....	39,3	Aucun gonflement local; ce cobaye conserve sa vivacité.
» 10.45.....	39,1	
» 2.30.....	39,8	

» Le 14 janvier, il n'y pas d'œdème appréciable au point d'inoculation. Il reste bien portant les jours suivants et vit encore aujourd'hui 5 février.

» Dans une autre expérience, un cobaye qui avait reçu  $\frac{6}{10}$  de milligramme de venin atténué cinq minutes à 75° a supporté, aussi bien que le précédent,  $\frac{6}{10}$  de milligramme de venin entier.

» L'expérience précédente montre que le venin chauffé élève la température. Le venin entier, au contraire, même aux doses faibles de  $\frac{1}{10}$  de milligramme l'abaisse toujours. Cette hyperthermie est encore plus accentuée avec le venin chauffé à 80° et à 90°. En outre, le venin chauffé vaccine, tandis que le venin entier, même à dose faible, engendre seulement une accoutumance progressive et lente, mais pas de vaccination réelle. Nous nous croyons donc autorisés à formuler les conclusions suivantes :

» Dans les substances toxiques du venin, il y a lieu de distinguer : 1° une substance à action phlogogène, comparable à certaines diastases, à laquelle nous proposons de réserver le nom d'*échidnase*; 2° une sub-



» La proportion d'azote a peu diminué; la proportion de tanin a sensiblement augmenté.

» A partir du mois de septembre, il se produit peu à peu, dans la constitution des feuilles, de profonds changements, même quand la lumière est encore vive et la température élevée. Assez longtemps encore elles restent vertes et rien en apparence ne décèle le travail de désorganisation dont elles sont déjà le siège. L'amidon y devient de plus en plus rare, puis finit par disparaître. Les matières albuminoïdes diminuent, en même temps le tanin augmente. Les déterminations suivantes montrent ces changements.

		Azote.	Tanin.
Feuilles adultes encore vertes de sureau à grappes.	10 septembre .	3,783	0,744
»	»		
	12 octobre . . .	1,615	3,544
Feuilles adultes encore vertes de sorbier des oiseaux.	10 septembre .	2,081	0,850
»	»		
	12 octobre . . .	1,869	3,326

» C'est donc le mois d'août qui est tout indiqué pour la récolte des fourrages ligneux. A la rigueur, on peut la commencer au 15 juillet, comme il est possible de la poursuivre jusqu'au 15 septembre, en sacrifiant dans le premier cas un peu de la quantité et un peu de la qualité dans le second. Cette latitude de deux mois n'est pas un des moindres avantages qu'offre la récolte des fourrages ligneux, car elle permet d'y procéder à loisir et de choisir son temps pour l'effectuer dans de bonnes conditions. Un autre avantage que présente cette récolte est la facilité de la dessiccation, conséquence de la faible teneur en eau des ramilles.

» J'ai employé toutes les essences que j'ai rencontrées : hêtre, sapin, bouleau, sorbier, aune, coudrier, bourdaine, airelle, myrtille, ronce, bruyère, genêt à balai. Malgré les conditions defectueuses où je me trouvais placé et les nombreux tâtonnements auxquels mes essais ont donné lieu, les frais de récolte n'ont pas dépassé 30<sup>fr</sup>, la tonne de produits séchés à l'air. On sait qu'à cette époque la tonne de foin valait 180<sup>fr</sup> et qu'en temps normal elle en vaut 80. Depuis six mois j'ai distribué à 18 vaches laitières un mélange de toutes ces essences en le faisant entrer à raison de 4<sup>kg</sup> dans les rations journalières, sans avoir constaté aucune indisposition, ni aucun ralentissement anormal dans la production du lait.

» Les feuilles des grands arbres sont d'un accès trop difficile pour qu'il y ait avantage à les recueillir. J'ai reconnu néanmoins qu'on peut, après leur chute, les utiliser dans l'alimentation, à condition de ne pas les laisser détériorer par un trop long séjour sur le sol. En cet état, malgré la grande diminution des matières albuminoïdes, il en subsiste assez dans les feuilles

mortes pour qu'elles aient à cet égard une teneur supérieure à celle de la paille, ainsi qu'il résulte du Tableau suivant, se rapportant à des feuilles, les unes encore vertes, les autres entièrement jaunes, récoltées le même jour (12 octobre), sur le même arbre et souvent sur le même rameau.

	Sorbier.		Bouleau.		Hêtre.		Marronnier.		Airelle myrtille.	
	F. vertes.	F. jaunes.	F. vertes.	F. jaunes.	F. vertes.	F. jaunes.	F. vertes.	F. jaunissantes.	F. vertes.	F. rougissantes.
Azote...	1,869	0,895	2,553	0,880	2,726	0,790	1,844	1,466	1,135	0,993
Tanin...	3,326	3,260	7,392	4,120	4,304	2,740	»	»	4,106	5,360

» Ces feuilles mortes sont consommées, en mélange avec des betteraves hachées.

» Les diverses pousses d'un arbre n'ont pas la même richesse en matières albuminoïdes. Celle-ci augmente généralement avec leurs dimensions :

	Azote.	Tanin.
Pousses très vigoureuses de saule (axes), 10 sept. ....	0,762	0,318
Pousses moyennement vigoureuses de saule (axes), 10 sept. ....	0,658	0,204
Pousses très vigoureuses de saule (feuilles), 10 sept. ....	2,364	1,084
Pousses moyennement vigoureuses de saule (feuilles), 10 sept. ....	1,986	2,340

» Mais ce sont surtout les rejets qui renferment une grande proportion de matières azotées.

	Azote.	Tanin.
Aune glutineux { Rejets vigoureux. .... 27 juillet.	2,831	3,623
(Axes) { Petites pousses de l'année (branches basses). .... id.	1,318	3,826
Aune glutineux { Rejets vigoureux. .... id.	4,100	1,304
(Feuilles) { Petites pousses de l'année (branches basses). .... id.	2,700	4,348

» En outre, les rejets étant plus tendres que les branches, et la récolte en étant moins coûteuse parce qu'ils sont plus longs, plus rapprochés et plus à la portée de la main, il y a tout intérêt à leur donner la préférence. On tirerait donc un meilleur parti des arbustes et arbrisseaux en les exploitant de manière qu'ils ne portent plus ensuite que de jeunes rejets qu'on couperait chaque année en août.

» D'après les résultats d'analyses qui précèdent, les feuilles renferment bien plus de matières protéiques que les axes. La teneur de ceux-ci en azote décroît rapidement à mesure qu'ils deviennent plus âgés.

*Pousses de Bourdaine (27 juillet).*

	Bois			
	de l'année.	de 1 an.	de 2 ans.	de 3 ans.
Azote . . . . .	1,137	0,713	0,540	0,230

» Comme le bois âgé de plus d'un an n'est accepté par le bétail qu'après avoir été réduit en pulpe et que jusqu'à présent ce broyage est très coûteux, on doit se contenter de récolter les pousses de l'année, ou du moins de ne couper des branches plus âgées que lorsqu'elles portent des pousses de l'année; encore le diamètre de ces branches ne doit-il pas dépasser un demi-centimètre. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Observations physiologiques sur le rein de l'Escargot (Helix Pomatia L.).* Note de M. PAUL GIROD.

« La présence de l'*acide urique* dans le rein de l'Escargot est indiscutée : chaque trabécule est tapissée par une couche unique de cellules excrétrices, et chacune de ces cellules contient, dans une vacuole arrondie, une masse globuleuse où prédomine l'acide urique. Le noyau reste très évident à la base de la cellule. Pour nous, la cellule excrétrice tombe avec sa vacuole chargée des substances excrétées; elle ne peut présider à la reconstitution de son protoplasme et jouer de nouveau un rôle excréteur. Elle est rejetée, poussée par les cellules jeunes qui se multiplient au point où les trabécules s'insèrent sur la paroi, par un procédé analogue à celui qui a été signalé par nous dans la poche du noir des Céphalopodes. La cellule excrétrice se détache et disparaît, tandis que de nouveaux éléments, à protoplasme d'abord indifférent, forment leurs vacuoles et président à l'élaboration du globule d'acide urique.

» L'urine extraite du rein, par ponction de la paroi, se présente, au microscope, comme un liquide chargé de débris de cellules, rempli de globules uriques encore enfermés dans la vacuole ou devenus libres.

» L'urine obtenue par cathétérisme de l'uretère et légère aspiration est un liquide transparent, ne montrant, au microscope, que de très rares globules uriques, plus ou moins corrodés à leur surface.

» Il y a donc une différence considérable entre le liquide encore enfermé dans le rein et l'urine prête à être rejetée au dehors.

» L'examen des coupes histologiques, faites dans de bonnes conditions, met ce fait en évidence, opposant l'aspect des trabécules, plongés dans une masse pressée de globules uriques, à celui de la vésicule et de l'uretère, où l'on ne trouve que par hasard quelques globules corrodés, égarés contre les parois.

» L'explication de cette différence si saisissante m'a été donnée par l'analyse de l'urine obtenue par cathétérisme : j'ai soumis une cinquantaine d'escargots à cette opération, qui est assez aisée, en utilisant un tube de verre effilé, à pointe mousse, avec un petit ballon aspirateur : j'ai pu recueillir ainsi une quantité d'urine suffisante pour un examen chimique qualitatif. Le point fondamental mis en évidence par cette analyse est la présence, dans ce liquide transparent, d'une forte quantité d'*urate de soude*. Par une dessiccation lente, on peut suivre, sous le microscope, la formation des groupes de cristaux si caractéristiques de ce sel. L'escargot ne rejette donc pas directement au dehors l'*acide urique* sécrété par le rein : il le rejette transformé en *urate de soude*.

» Ce résultat étant acquis, il est facile de suivre, sur les coupes en série, la dissolution des globules uriques provenant du rein et passant dans la vésicule. On trouve les globules corrodés, de plus en plus réduits, à mesure qu'on descend vers l'uretère. Or ces globules traversent des trabécules, très serrés vers le sommet de la vésicule, et devenant de plus en plus lâches à mesure qu'on remonte l'uretère. Ces trabécules portent des *cellules glandulaires cylindriques*, bien différentes des cellules excrétrices du rein, et c'est à leur contact que se produit la dissolution des globules uriques. Nous n'hésitons pas à les considérer comme présidant à une sécrétion alcaline ; la base est la soude, mais nous n'avons pu déterminer l'acide qui entre dans la constitution du sel donnant à la sécrétion ses propriétés si spéciales touchant l'acide urique.

» Dans mes recherches sur la circulation du rein de l'escargot (<sup>1</sup>), j'ai mis en évidence les faits suivants. La vésicule et l'uretère ne reçoivent que du *sang veineux* par les arborisations des troncs pulmonaires afférents et, de ce fait, les lacunes creusées dans les trabécules de la glande alcaline sont traversées par ce sang veineux. La glande urique, au contraire, est essentiellement alimentée par du *sang hématosé*, apporté par les veines portes, qui ont pour origine les arborisations pulmonaires efférentes et

---

(<sup>1</sup>) *Recherches sur la circulation bojanienne*, in *Congrès de Moscou*. 1892.

pour terminaison les arborisations rénales, et par l'artère bojanienne nourricière.

» Ainsi, l'escargot possède, dans sa vésicule urinaire, une *glande alcaline* spéciale, chargée de transformer, par sécrétion, en *urate de soude*, l'*acide urique* excreté par le rein. Il sera intéressant de constater si, chez les Mollusques où l'on n'observe pas de dépôts uriques dans les cellules excrétrices, il n'y a pas élimination directe des produits azotés sous forme d'urate de soude soluble. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les glandes salivaires des Hyménoptères*. Note de M. BORDAS, présentée par M. Edmond Perrier.

« Bien que les glandes salivaires des représentants les plus communs des ARNÆ, tels que les *Abeilles* et les *Bourçons*, soient décrites en partie depuis longtemps, celles des *Sphecodes* n'ont encore été l'objet d'aucune étude. Ces gracieux Hyménoptères, qui abondent, comme les *Ammophiles*, sur les talus sablonneux et exposés au soleil du Plateau Central, possèdent un appareil glandulaire assez compliqué. J'ai disséqué un grand nombre d'individus, mâles et femelles, de *Sphecodes fuscipennis* et, bien que leurs glandes salivaires diffèrent, surtout par leur disposition et leur structure, de celles des *Apinæ* et des *Bombinæ*, j'ai pu néanmoins les ramener à sept groupes principaux. Ces groupes, qui sont distribués dans la tête et le thorax, sont :

» 1° LES GLANDES SALIVAIRES THORACIQUES qui, comme leur nom l'indique, occupent la partie antérieure du thorax. Elles peuvent se diviser en deux parties nettement distinctes, l'une *prothoracique* et l'autre *mésothoracique*, qui émettent latéralement de nombreux follicules réunis en masse compacte. Le premier groupement se trouve en avant des gros faisceaux musculaires verticaux et le second est situé dans la région moyenne du mésothorax, de chaque côté de l'œsophage, et comble une dépression en forme de selle inclinée en dehors. Les deux masses glandulaires sont unies entre elles par un conduit portant latéralement de petites ramifications terminées par des utricules pluricellulaires. La glande tout entière, symétrique par rapport à l'œsophage, présente l'aspect d'une grappe composée dont les nombreux ramuscules s'introduisent entre les muscles du thorax. Du tronc principal, on *conduit efférent*, partent des



branches qui se divisent dichotomiquement et se terminent par des *acini* sécréteurs. Ceux-ci sont les uns ovales, les autres cylindriques et d'autres coniques, à surface externe toujours irrégulière. Ils sont constitués par une membrane basilaire sur laquelle repose la couche épithéliale formée par de grosses cellules glandulaires polygonales. Enfin, vers l'intérieur, existe une membrane chitineuse limitant un canal médian, long, étroit et sinueux. Le *lumen* du canalicule excréteur n'est que la continuation de celui de l'*acini*, mais il en diffère par la présence d'arceaux chitineux analogues à ceux des trachées. Les *conduits efférents* de chaque moitié de la glande s'avancent le long de l'œsophage, pénètrent dans la tête et se fusionnent sous le cerveau.

» 2° LES GLANDES POSTOCELLAIRES, beaucoup moins développées que chez l'*Apis mellifica mâle*, se trouvent en arrière des ocelles et affectent la forme d'une pyramide triangulaire renversée, à face supérieure plane et à sommet dirigé vers le bas. Elles sont constituées par plusieurs rangées de cellules sécrétrices disposées en chapelet et enveloppées par une mince membrane, qui sépare l'amas glandulaire de la face postérieure du cerveau. Chaque cellule est allongée et amincie au point où prend naissance le canalicule excréteur. De chaque chapelet part un conduit unique provenant de la fusion de plusieurs canalicules. Tous les conduits de la glande se réunissent en un canal impair qui s'ouvre à la face dorsale de la partie antérieure de l'œsophage.

» 3° LES GLANDES SUPRACÉRÉBRALES, qui sont paires, affectent une forme différente et un volume variable suivant les individus; mais, en général, elles sont beaucoup plus développées chez les mâles que chez les femelles. Elles recouvrent toute la face supérieure du cerveau et s'étendent, dans le sens antéro-postérieur, depuis les glandes mandibulaires jusqu'aux ocelles et, transversalement, dans l'espace compris entre le bord interne de l'œil et le pharynx. Chez les mâles, elles ont la forme d'un croissant dont la portion externe, épaisse et compacte, est en contact avec l'œil. Chez les femelles, elles remplissent complètement l'espace mentionné ci-dessus et contournent même, dans la région occipitale, les deux ocelles externes. Les *acini* sécréteurs sont monocellulaires, sphériques, à protoplasma granuleux avec des vacuoles périphériques de dimension variable, remplies de gouttelettes adipeuses. Leurs canalicules excréteurs, très grêles, vont s'ouvrir dans le *canal efférent* de la glande.

» Ce dernier décrit quatre ou cinq circonvolutions longitudinales, puis

il longe, sans se renfler en vésicule, les parois latérales du pharynx et s'ouvre dans ce dernier un peu en arrière de l'orifice buccal.

» 4° Les GLANDES MANDIBULAIRES sont au nombre de deux paires qu'on peut désigner, en tenant compte de leur situation, sous les noms de *glandes mandibulaires internes* et de *glandes mandibulaires externes* :

» Les *glandes mandibulaires externes* sont beaucoup plus volumineuses que les *internes* et moins compactes que leurs homologues qui existent chez les Abeilles et les Bourdons. Elles occupent toute la base des mandibules et atteignent la partie antérieure des glandes supracérébrales. Latéralement, elles se mettent presque en contact avec la paroi externe des mandibules, et, du côté interne, elles s'appliquent contre une lamelle chitineuse, verticale, dirigée obliquement de l'extrémité postérieure des mâchoires vers l'origine du pharynx. Les nombreux *acini* qui constituent ces glandes sont relativement volumineux : les externes sont sphériques et ceux du centre, comprimés et polygonaux. Leur contenu est granuleux et d'une couleur jaunâtre. Le noyau, qui est volumineux et parfois de forme irrégulière, occupe le centre de la cellule. Les canalicules excréteurs s'ouvrent dans un réservoir central duquel part un large conduit qui débouche à la base de la mandibule.

» Les *glandes mandibulaires internes*, beaucoup moins volumineuses que les précédentes, puisqu'elles ont à peine  $0^{\text{mm}},4$  de diamètre, sont en général sphériques et situées sur le bord interne et postérieur de la mandibule, sous les parois latérales du pharynx. Elles sont séparées des premières par de nombreux faisceaux musculaires et enveloppées d'une mince membrane. Les *acini* qui les constituent sont sphériques et peu nombreux. Ils renferment un protoplasme hyalin, transparent, et un petit noyau central. Leur conduit excréteur monte le long des parois internes de la mandibule et va s'ouvrir le plus souvent par un orifice spécial situé très près de celui de la glande précédente.

» 5° Les GLANDES SUBLINGUALES, qui présentent dans les deux sexes un égal développement, sont situées au-dessous de l'orifice buccal, dont elles ne sont séparées que par une mince lamelle chitineuse qui, en arrière, tapisse le plancher du pharynx. Elles sont paires et présentent, dans leur ensemble, une forme losangique avec une faible échancrure cordiforme postérieure qui se prolonge en avant par une scissure linéaire indiquant nettement leur nature double. Leurs *acini* sont unicellulaires et groupés suivant une diagonale antéro-postérieure. Les canalicules excréteurs,

longs et à trajets flexueux, se réunissent en deux faisceaux et vont s'ouvrir isolément en deux points situés en arrière de la bouche.

» 6° LES GLANDES MAXILLAIRES, fort rudimentaires, sont situées vers la partie médiane de la face interne des mâchoires antérieures. Elles apparaissent comme deux petits points blancs au milieu des faisceaux museulaires qui parcourent ces appendices. Le conduit excréteur unique de ces glandes s'ouvre en avant de la bouche. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Hémiptère aquatique stridulant, Sigara minutissima* Lin. Note de M. **CH. BRUYANT**.

« Lors des pêches au filet fin que nous avons effectuées l'année dernière au lac Chauvet (Puy-de-Dôme) (1), nous avons recueilli de nombreux exemplaires d'une espèce d'Hémiptère, encore inconnue en Auvergne, la *Sigara minutissima* Lin.

» Cet insecte vit dans la zone littorale, parmi les touffes de Myriophylle et de Cératophylle qui croissent sur la berge dénudée de la rive occidentale du lac. Il paraît confiné dans cette région, où il trouve probablement des conditions spéciales d'existence.

» L'étude biologique de cet Hémiptère, poursuivie au laboratoire, nous a révélé une particularité assez curieuse. Les *Sigara*, en captivité dans nos aquariums, faisaient entendre, malgré leur taille minime (1<sup>mm</sup> à 1<sup>mm</sup>, 2), une stridulation très distincte, perceptible même à une certaine distance. Nous attribuâmes d'abord l'intensité du phénomène à la nature et à la forme des aquariums; mais nous avons eu depuis l'occasion de faire de nouvelles observations dans les conditions normales, au bord même du lac. Cette stridulation est caractéristique et nous a permis de retrouver l'insecte sur d'autres points, dans les mares voisines du cours de l'Allier.

» En cherchant le mécanisme de cette stridulation, nous avons relevé quelques nouvelles particularités, relatives à la structure de l'animal.

» Les pattes intermédiaires et postérieures ont conservé leur fonction normale. Les premières, plus grêles, plus longues, munies d'un tarse uniaarticulé et de deux griffes allongées, sont destinées surtout à assurer la station. Les autres ont leurs articles, sauf la cuisse, revêtus de longs cils déliés, qui en font des rames puissantes; ce sont elles principalement qui

---

(1) Ces pêches ont été faites avec le matériel de la station biologique de Besse.

déterminent la progression. M. Buchanan-White (1) a découvert, sur le côté interne du tibia postérieur et à la base du premier article tarsal des *Corixa*, des organes spéciaux qu'il appelle *poils-peignes* ou *ratissoires*. Nous avons retrouvé, chez les *Sigara*, les mêmes organes, insérés sur le deuxième et dernier article tarsal : ce sont des poils assez courts, rigides, élargis en spatule à leur extrémité libre, qui est d'autre part découpée en dents fines et aigües; ils sont assez difficiles à découvrir et visibles seulement à un fort grossissement. M. Buchanan-White les considère comme destinés à nettoyer la fine rastrure dont le pronotum et les élytres sont ornés dans beaucoup d'espèces. C'est peut-être là une supposition un peu avancée, si l'on remarque que ces poils sont logés sous les cils natatoires bien plus longs, bien plus fournis. Enfin, les auteurs ont décrit comme simple le crochet terminal du tarse postérieur : nous l'avons vu bifide, fortement élargi à la base.

» Les pattes antérieures offrent une forme analogue à celle qu'on a signalée chez les *Corixa*. Elles sont très courtes, et on ne peut les apercevoir lorsqu'on regarde l'animal de dos. Les articles qui les constituent sont, en effet, très raccourcis, mais robustes. Le plus développé est la cuisse, qui renferme un puissant faisceau musculaire. La jambe est presque rudimentaire. Le tarse est formé d'un seul article, *pala* ou *palette* des auteurs.

La palette des *Sigara* est plus simple que celle des *Corixa*. Elle offre la forme d'un ovale un peu irrégulier, et porte à l'extrémité distale une soie épaisse, roide, qui se dédouble à un fort grossissement. Le bord latéral antérieur est armé d'une série de soies fortes, également rigides, au nombre de treize ou quatorze en général chez la *Sigara minutissima*; ces soies paraissent implantées dans des excavations du tégument. Le bord latéral postérieur n'en présente, au contraire, qu'un nombre restreint. Enfin la face interne, légèrement excavée, n'est point divisée par une carène médiane, ciliée comme chez les *Corixa*.

» Les soies raides de la palette, promenées rapidement sur le rostre, produisent la stridulation dont nous avons parlé, stridulation monotone, point métallique, absolument analogue à celle que produiraient les dents d'un peigne jouant sur le bord d'une plaque mince : les deux instruments existent, en effet, mais ils sont microscopiques (2).

(1) BUCHANAN-WHITE, *Entom. Monthly Magazine*, p. 60; 1873.

(2) M. le Dr Schmidt-Schwedt, de Berlin, a également constaté la production d'une stridulation par un hémiptère d'assez grande taille (*Corixa Geoffroyi* Leach); cette

» Enfin, la même espèce a donné lieu à une autre remarque, relative au genre de vie. En disséquant des exemplaires de *Spongilla lacustris* Lin., provenant également du Chauvet, nous avons découvert nombre de *Sigara* adultes et jeunes. Ces insectes vivaient-ils là en commensaux fortuits, de la même façon que la larve de *Sizyra Spongilla* et la *Nais proboscidea*? C'est ce que de nouvelles observations permettront peut-être d'élucider. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les relations entre les transgressions marines et les mouvements du sol.* Note de M. A. DE GROSSOUVRE, présentée par M. Daubrée.

« Un des buts vers lesquels tendent les recherches de la Géologie est la reconstitution de l'histoire physique de la Terre, c'est-à-dire des états géographiques successifs par lesquels elle est passée; mais les dénudations subies par les couches s'opposent à la restitution précise des anciens rivages, et, dans les massifs montagneux, les discordances et les transgressions sont souvent effacées par les actions mécaniques subies, aux effets desquels s'ajoutent ceux des érosions.

» Il est possible, cependant, d'arriver à retracer, dans ses traits généraux, l'histoire géologique, en étudiant séparément pour chaque point la nature des sédiments qui s'y sont superposés et les caractères des faunes qui les ont habités. Par cette méthode, on peut se rendre compte, pour chaque point en particulier, des conditions successives de dépôt, apprécier les relations des divers points entre eux, et même reconnaître le sens des courants marins. M. Munier-Chalmas a depuis longtemps insisté sur l'importance de ce dernier résultat.

» On constate ainsi qu'en chaque point les conditions bathymétriques ont fréquemment varié et qu'à diverses reprises les phases positives et négatives ont alterné entre elles. On vérifie ensuite qu'à une phase positive dans une région correspond une négative dans une autre, et l'on peut même établir qu'il existe, à ce point de vue, un contraste constant entre certaines aires de la surface du globe.

» Je me bornerai ici à résumer brièvement, parmi les résultats auxquels je suis arrivé, ceux qui ont trait à l'ère secondaire en Europe.

» Vers la fin des temps triasiques, la mer couvre la région alpine, tandis

---

stridulation serait due au même mécanisme (*Kerfe und Kerflarven des Süßwassers in Die Thier- und Pflanzenwelt des Süßwassers* von Dr Otto Zacharias. Leipzig, 1891).

que l'Europe occidentale et septentrionale se trouve dans une phase négative, caractérisée par le régime lagunaire du Keuper.

» Avec le début de la période liasique le sens des mouvements change : la mer revient occuper le nord et l'ouest, tandis que dans la région alpine se manifeste une tendance à l'émersion indiquée : 1° dans les Alpes orientales, par les couches de Hierlatz reposant directement sur la surface érodée du calcaire de Dachstein et accompagnées de galets des roches de la chaîne centrale (Penck, Geyer); 2° dans les Alpes suisses et occidentales, par la brèche du Chablais (Renevier, Lugeon) et la brèche du Télégraphe (Kilian).

» A l'époque bathonienne-callovienne correspond, d'une part, une transgression très marquée dans le nord-est et, de l'autre, une régression caractérisée par les couches saumâtres à *Mytilus* de la Suisse (de Loriol) et les gypses calloviens des Alpes occidentales (Lory, Haug) : on pourra, je crois, mettre encore cette dernière en évidence dans les Alpes orientales et les Carpathes.

» Le mouvement d'émersion qui se produit vers la fin des temps jurassiques dans le nord et l'ouest de l'Europe a comme parallèle plus au sud une transgression très marquée des couches tithoniques qui, partout dans la région alpine et même en Crimée (Sokolow) débordent les dépôts antérieurs.

» A la transgression infracrétacée, si prononcée dans le nord de l'Europe, correspond, dans la région alpine, un retrait manifeste de la mer : M. Collot l'a mis en évidence pour la Provence, M. Renevier pour les Alpes suisses : on le reconnaît dans les Alpes orientales et les Carpathes.

» La transgression cénomaniennne est synchronique d'une surrection générale dans toute la zone alpine, accusée par la discordance du supra-crétacé sur l'infra-crétacé dans les Carpathes (Uhlig) et les Alpes orientales, par les conglomérats de Vils et du Laubenstein dans les Alpes de Bavière; les lignites cénomaniens de la Provence et du Languedoc et les conglomérats de Camarade (Magan) dans les Pyrénées.

» La transgression qui amène le dépôt des couches crétacées à Aix-la-Chapelle et en Suède se produit au moment où le régime marin prend définitivement fin dans la Provence et le Languedoc : c'est aussi l'époque des lignites du Neue-Welt (Alpes orientales) et du conglomérat de Saint-Louis (Corbières).

» Enfin, vers la fin de l'ère crétacée, le nord de l'Europe subit une émer- sion corrélatrice d'une transgression dans les Alpes orientales où les cou-

ches à *Am. neubergicus* viennent reposer directement, à Neuberg, sur les couches de Werfen et le calcaire de Hallstatt.

» Cette analyse fait ressortir l'existence de nombreux mouvements orogéniques dans la région alpine pendant toute la durée de l'ère secondaire : à chacun d'eux correspond une transgression. C'est une loi générale qui peut être étendue à d'autres périodes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les chances d'obtenir des eaux artésiennes le long de l'oued Igharghar et de l'oued Mya.* Note de M. **GEORGES ROLLAND**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que M. Jules Cambon, gouverneur général de l'Algérie, a décidé la création, cet hiver, de trois nouveaux postes plus avancés dans l'extrême Sud du Sahara algérien, savoir, d'une part, à Hassi el Homeur et à Hassi Chebaba, à 160<sup>km</sup> au sud-ouest et à 140<sup>km</sup> au sud d'El Goléa, et, d'autre part, à Hassi bel-Heïran, à 110<sup>km</sup> au sud-est de Ouargla.

» La petite colonne de Bel-Heïran, qui vient de partir d'El Oned (Sud constantinois) sous les ordres du capitaine Pujat, est chargée, en outre, par M. le général de Laroque de rechercher une série de points d'eau à créer le long de la région des *gassi* de l'Igharghar, dans la direction de Timassinin.

» Des appréciations contradictoires ayant été émises au sujet des chances d'obtenir des eaux artésiennes le long de cette ligne si importante et directe de pénétration de l'Algérie vers le Soudan central, je crois utile de donner à cet égard quelques indications, d'après ma connaissance de la géologie et de l'hydrologie de ces régions. J'y ajouterai un aperçu semblable sur les recherches artésiennes que l'on entreprendrait le long de l'oued Mya, autre ligne intéressante de pénétration dans la direction d'In Salah (<sup>1</sup>).

» *Oued Igharghar.* — Rien de comparable assurément aux artères artésiennes de l'Oued Rir' et de Ouargla ne saurait être découvert en remontant le bas Igharghar, depuis les environs de Tougourt jusqu'à la région de Timassinin. On se trouve cependant encore dans le bassin du bas Sahara, où il existe une diffusion générale et plus ou moins abondante d'eaux artésiennes, au sein des terrains sableux d'atterrissement.

» Et d'abord, à en juger par le grand nombre des puits indigènes, tout le pays qui s'étend du nord au sud, entre les parallèles de Tougourt et de Bel-Heïran, et de l'ouest à l'est, entre l'oued Mya et son prolongement,

---

(<sup>1</sup>) Pour suivre cet exposé, voir, dans ma *Géologie du Sahara* (Challamel, éditeur, 1890), les cartes et coupes des Pl. IV, de la fig. 2 de la Pl. X, etc.

d'une part, et les premières grandes dunes de l'Erg oriental, d'autre part, possède une nappe continue, légèrement ascendante, à une profondeur de quelques mètres (10<sup>m</sup> en moyenne) sous les dépressions de la surface. Cette nappe est-elle unique, et des sondages auraient-ils chance de rencontrer ici des eaux franchement artésiennes? Cela n'est pas impossible, au milieu de quelques cuvettes naturelles; mais on ne saurait y compter.

» Plus au sud, à la hauteur d'Hassi Mokhanza (puits de 5<sup>m</sup> au fond d'un entonnoir), la nappe aquifère doit se trouver à une vingtaine de mètres environs en contre-bas de la surface générale du sol. Au delà, les points d'eau font complètement défaut le long du lit proprement dit du bas Igharghar et de la trouée principale de l'Erg (explorée l'an dernier, pour la première fois, par M. Méry sur toute sa longueur).

» Quelques points d'eau se rencontrent, plus à l'ouest, entre l'Igharghar et l'oued Mya, mais deviennent de plus en plus rares vers le sud. On a ensuite, au milieu des dunes, le point d'eau isolé d'Aïn Taïba, où se trouvent deux entonnoirs dont un avec nappe d'eau à 30<sup>m</sup> en contre-bas de la surface. De là, vers le sud, il n'y a plus de point d'eau dans les gassi latéraux de l'Igharghar jusqu'au près de la hamada crétacée de Tinghert <sup>(1)</sup>.

» Cependant, cette large zone des grands gassi de l'Igharghar n'est pas aussi dépourvue d'eau que semblerait l'indiquer l'aridité de sa surface de *reg*. Loin de là, son sous-sol d'atterrissement est partout plus ou moins aquifère; en tout cas, il renferme la nappe habituelle du bas Sahara, qu'on atteindra en creusant une série de puits ordinaires de profondeurs variables. La nappe en question doit même être assez abondante ici; car les massifs de sable du grand Erg règnent tant à l'ouest qu'à l'est et renferment eux-mêmes des quantités considérables d'eaux en réserve, donnant lieu à des infiltrations dans les terrains perméables sous-jacents.

» Quant à obtenir des eaux jaillissantes dans ces parages, il n'y faut pas songer; mais il en sera tout autrement en s'avancant jusqu'au bord méridional du plateau de Tinghert. En effet, la plaine de Timassinin, qui règne alors le long du pied de la falaise de la Craie moyenne et s'étend le long du haut Igharghar vers l'amont, offre un sous-sol d'alluvions et d'atterrissements des plus riches en eau. On y trouve même des eaux artésiennes, et Timassinin possède un petit puits jaillissant (profondeur 12<sup>m</sup>).

» Cette vaste plaine récolte les eaux non seulement d'une partie du haut

---

(1) Il existe alors certains points, tels qu'El Biodb, où l'on trouve l'eau en creusant de 0<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,70 dans les sables (nappes fournies directement par les dunes elles-mêmes).



Igharghar, mais encore d'une série d'affluents, en particulier de la vallée des Ighargharen (points d'eau d'Aïn Adjadj, de Tebalbalet, etc.). Elle est, d'autre part, barrée en aval, au sud, par la falaise crétacée de Tinghert, qui retient les eaux du sous-sol et qui, figurant une sorte de rentrant, tend encore davantage à les emprisonner : d'où un bassin artésien local.

» Des sondages artésiens, même très peu profonds, offriraient donc déjà des chances de réussite dans la plaine de Timassinin. Mais l'intéressant serait surtout de les poursuivre en profondeur, au travers des terrains crétacés moyens qui règnent sous ses atterrissements et plongent vers le nord ; car on y rencontrerait sans doute, de même qu'à El Goléa<sup>(1)</sup>, une nappe franchement jaillissante vers le bas du massif cénoomanien<sup>(2)</sup>.

» Que si l'on remonte plus au sud le haut Igharghar, on retrouvera dans la plaine de la source d'Amguid un second bassin d'eaux souterraines, sans doute également artésiennes. Il y aura lieu d'y poursuivre les recherches artésiennes au travers des terrains dévonien sous-jacents.

» *Oued Mya*. — Quand de Ouargla on remonte l'oued Mya vers le sud-ouest-sud, on y rencontre une succession de puits ordinaires (profondeurs, 7<sup>m</sup> à 11<sup>m</sup>, dans le bas oued Mya), alimentés par les eaux pluviales que cet oued récolte dans son bassin. Les eaux d'écoulement de l'oued doivent aussi s'infiltrer en partie dans les couches perméables d'atterrissement, qui, à partir de Kechaba, constituent le sous-sol de la vallée, et contribuer à la formation de nappes souterraines (sans doute légèrement artésiennes).

» Pourrait-on créer le long de l'oued Mya, grâce aux sondages et à l'irrigation, une série d'oasis nouvelles, ainsi que l'idée en a été émise ? A mon avis, il serait illusoire d'espérer y rencontrer des eaux jaillissantes, sauf exceptions locales ; car je considère que la nappe artésienne proprement dite du bassin de Ouargla cesse bientôt au sud de Sedrata, ne fût-ce que parce que la coupe des terrains change et que la couverture elle-même cesse d'exister ; d'ailleurs, l'accroissement des altitudes vers le sud suffit pour conclure à la diminution de la force ascensionnelle des eaux artésiennes. Aussi, même dans le bas oued Mya, n'obtiendra-t-on, règle générale, que des eaux ascendantes. En amont, dans le haut oued Mya, on ne peut compter que sur des puits ordinaires d'infiltration ; que si l'on poursuit les forages dans les terrains crétacés de la profondeur, les conditions

---

(<sup>1</sup>) G. ROLLAND, *Eaux artésiennes d'El Goléa* (*Comptes rendus*, 21 mars 1892).

(<sup>2</sup>) Ces recherches pourraient même être poursuivies, sur une courte distance, le long du lit de l'Igharghar vers le nord, dans la région où cet oued entaille le plateau crétacé de Tinghert.

deviendront aussi ingrates qu'ouéreuses. A Hassi Inifel, ainsi que je l'avais prévu, on n'a pas trouvé d'eaux artésiennes; à Hassi Chebaba, situé en amont sur un affluent, on en trouverait encore moins.

» Ces réserves faites, une série de puits à bascule, bien aménagés, le long de l'oued Mya, rendraient évidemment de grands services. Ils pourraient même suffire pour la création de quelques oasis indigènes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une relation possible entre la fréquence des orages et les positions de la Lune.* Lettre de M. A. BARREY à M. le Secrétaire perpétuel.

« Dans une des dernières séances de l'Académie, M. E. Renou, le savant directeur de l'observatoire du Parc Saint-Maur, a mis en évidence la plus grande fréquence des orages, à Paris, lors de la présence de la Lune au nord de l'équateur céleste.

» Au cours de recherches sur les phénomènes météorologiques en Europe, pour l'année 1893, j'ai eu la curiosité de rechercher si la distribution des orages ne serait pas influencée par les positions lunaires. Afin d'éliminer autant que possible l'action perturbatrice des reliefs du sol, qui se manifeste surtout en examinant une seule station, j'ai relevé tous les orages ayant sévi sur le territoire français et notés dans le *Bulletin quotidien du Bureau central météorologique*. Bien que le nombre d'orages obtenu soit évidemment de beaucoup inférieur à la réalité, je crois cependant que les différences doivent se compenser. Voici les résultats obtenus, pour la période s'étendant du 19 décembre 1892 au 7 décembre 1893, et comprenant douze lunaisons entières (1).

*Orages par mois grégoriens.*

		Orages.			Orages.
Décembre	1892.....	6	Juin	1893.....	62
Janvier	1893.....	3	Juillet	» .....	60
Février	» .....	6	Août	» .....	53
Mars	» .....	11	Septembre	» .....	42
Avril	» .....	16	Octobre	» .....	22
Mai	» .....	43	Novembre	» .....	7
Total. ....			331 orages.		

(1) J'ai joint aux chiffres du *Bulletin du Bureau central* les orages et les jours d'éclairs notés au Havre pendant cette période.

» Le maximum des manifestations orageuses s'observe donc en juin et juillet, lorsque le Soleil atteint son maximum de déclinaison boréale.

» La distribution des orages par mois lunaires conduit à la même conclusion, c'est-à-dire que le maximum d'orages est corrélatif de la plus grande distance du Soleil à l'équateur, et non, comme on aurait pu le supposer, en rapport avec le maximum de la chaleur reçue dans les basses couches aériennes.

*Distribution des orages par mois lunaires.*

Dates.		Orages.	Dates.		Orages.
1.	19 déc. 1892 au 17 janv. 1893...	3	7.	14 juin 1893 au 12 juill. 1893.	74
2.	18 janv. 1893 15 févr. » ...	1	8.	13 juill. » 10 août » .	55
3.	16 févr. » 17 mars » ...	16	9.	11 août » 9 sept. » .	39
4.	18 mars » 15 avril » ...	3	10.	10 sept. » 8 oct. » .	51
5.	16 avril » 14 mai » ...	20	11.	9 oct. » 7 nov. » .	4
6.	15 mai » 13 juin » ...	52	12.	8 nov. » 7 déc. » .	8

» La fréquence des orages suivant l'âge de la Lune conduit à des conclusions extrêmement intéressantes, que je crois utile de présenter à l'Académie dans le petit Tableau ci-dessous.

Orages.		Orages.		Orages.	
1 <sup>er</sup> jour lunaire ...	23	11 <sup>e</sup> jour lunaire ...	3	21 <sup>e</sup> jour lunaire ..	13
2 » ...	19	12 » ...	15	22 » ..	8
3 » ...	14	13 » ...	6	23 » ..	11
4 » ...	11	14 » ...	5	24 » ..	3
5 » ...	7	15 » ...	6	25 » ..	8
6 » ...	12	16 » ...	5	26 » ..	12
7 » ...	22	17 » ...	5	27 » ..	16
8 » ...	15	18 » ...	6	28 » ..	17
9 » ...	17	19 » ...	4	29 » ..	23
10 » ...	7	20 » ...	7	30 » ..	6 (1)

» Le nombre des orages est maximum le premier et le dernier jour de la lunaison; un second maximum s'observe au premier quartier, le septième jour; du dixième au vingt-cinquième, les orages ne dépassent 10 que trois jours, et leur nombre s'abaisse même à 3 le vingt-quatrième.

» Il ressort avec évidence que la lumière et la chaleur réfléchies par la Lune n'ont aucune influence sur le développement des météores électri-

(1) Dans les 12 lunaisons il n'y a qu'au 30<sup>e</sup> jour.

ques, puisque, aux environs de la pleine Lune, au moment où le rayonnement vers la Terre atteint sa plus grande intensité, le nombre des orages oscille entre 5 et 6, alors qu'il s'élève à 23 à la néoménie, quand la Lune nous tourne sa partie obscure. Ce n'est donc pas la chaleur des rayons réfléchis, ni même par un mécanisme analogue à celui des marées, que la Lune agit sur la production des orages, puisque les environs du quinzième jour marquent une dépression considérable et persistante.

» La Lune n'agirait-elle que par attraction de sa masse pour déterminer, dans notre atmosphère, des troubles périodiques directement influencés par une cause tout autre. Il m'a semblé qu'il y avait là autre chose peut-être qu'un phénomène accidentel, et que la cause pourrait en être cherchée dans les variations de distance de la Terre à l'astre central, produites par l'attraction de notre satellite. La Lune accomplit sa révolution synodique non pas autour du centre géométrique de la Terre, mais autour du point où les attractions respectives du couple orbital se font équilibre. Ce point est situé en moyenne à  $\frac{1}{82}$  de la distance des deux astres ou à  $4680^{\text{km}}$  du centre de la Terre. La masse de la Lune tire donc la Terre de toute cette quantité; au premier comme au dernier quartier, la distance est moyenne, notre planète se trouvant seulement en avant ou en arrière de sa position théorique; à la pleine Lune, la Terre est en arrière et à la nouvelle en avant. A cette dernière phase, la Terre est plus près du Soleil de  $4680 \times 2$  ou  $9360^{\text{km}}$  qu'à la pleine Lune. Or, précisément, le maximum des orages pour la France arrive au moment de plus grande proximité du Soleil et de la Terre.

» Cette faible variation dans la distance, infime si l'on considère l'énorme rayon de  $148000000^{\text{km}}$  sur lequel elle s'opère, est-elle suffisante pour faire varier les orages à la surface de notre planète dans la proportion de 3 à 12? C'est la question que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. Les écarts signalés peuvent n'être que passagers, et il est indispensable d'étendre les recherches sur plusieurs années, afin de compenser autant que possible les erreurs accidentelles. Il paraît probable que le maximum secondaire du septième jour disparaîtrait dans une série plus étendue et que la courbe schématique, tracée pour une période suffisante, ne comporterait qu'un seul maximum à la nouvelle Lune, s'abaissant graduellement jusqu'au milieu de la lunaison.

» La recherche des rapports entre les météores orageux et la position de la Lune relativement au Soleil irait de pair avec l'étude des dépressions, dont les orages ne sont que des phénomènes accessoires, afin de déter-

miner si les mouvements tourbillonnaires sont directement dus à l'influence des positions lunaires, ou si, ce qui est infiniment plus probable, ces variations tendent seulement à favoriser la constitution des états instables de l'équilibre électrique dont la rupture engendre les orages.

» Il serait important que des recherches semblables fussent entreprises dans l'hémisphère austral, dont l'été correspond au périhélie de l'orbite terrestre. Si l'on observait un maximum par rapport aux contrées situées sous les mêmes latitudes dans notre hémisphère, il y aurait une confirmation de l'hypothèse que je viens d'exposer à l'Académie, et que je n'avance que sous toutes réserves, réservant à des études ultérieures la confirmation de ces vues. »

**M. J. RIENER** adresse une Note relative au tarissement de la fonction lactée, sous l'action d'ingestions de camphre.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

### COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale, par l'organe de son doyen *M. Schlesing*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de *M. Chambrelent* :

<i>En première ligne.</i> . . . . .	<b>M. AIMÉ GIRARD.</b>
<i>En seconde ligne, par ordre alphabétique.</i> . . . . .	{ <b>M. MÜNTZ.</b> <b>M. RISLER.</b>
<i>En troisième ligne, par ordre alphabétique.</i> . . . . .	{ <b>M. LABOULBÈNE.</b> <b>M. MAQUENNE.</b>

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 JANVIER 1894.

( Suite. )

*Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrains tertiaires, éocènes, échinides*, par M. G. COTTEAU. Livraison 31. Tome II. Décembre 1893. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Annales des Ponts et Chaussées*. Octobre-novembre 1893. Paris, V<sup>re</sup> Ch. Dunod; 2 vol. in-8°.

*L'Australie et la colonisation*, par J. FOREST aîné. Paris, A. Challamel, 1894; 1 br. in-8°. (Présentée par M. A. Milne-Edwards.)

*Atti dell' Accademia Pontaniana*. Volume XXIII. Napoli, 1893; 1 vol. in-4°.

*Annuario dell' Accademia Pontaniana del 1894*. Prof. LUIGI PINTO. Napoli, 1894; 1 br. in-18.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 JANVIER 1894.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XVII. Novembre 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Annales agronomiques*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'histoire naturelle, etc. Tome XX, n° 1. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Les Némertiens*, par le D<sup>r</sup> LOUIS JOUBIN, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Rennes. Paris, 1894; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

*Exploration scientifique de la Tunisie. Description de quelques fossiles nouveaux ou critique des terrains tertiaires et secondaires de la Tunisie, recueillis en 1885 et 1886* par M. PHILIPPE THOMAS, Membre de la Mission de l'exploration scientifique de la Tunisie. Paris, Imprimerie Nationale, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

*Précis de Prophylaxie pratique*, par le D<sup>r</sup> MARCEL DELAMARE, Médecin-

Major de l'École militaire de l'Artillerie et du Génie. Paris, G. Carré, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Larrey et renvoyé à la Section de Médecine et Chirurgie.)

*Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France.* Compte rendu mensuel rédigé par le Secrétaire perpétuel. Année 1893. Paris, Chamerot et Renouard, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Les principes de la Morphologie et de la Systématique des polyèdres*, par S.-I. FEDOROFF. Saint-Petersbourg. 1893; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

*Corso di Analisi algebrica con introduzione al Calcolo infinitesimale*, per ERNESTO CESARO, professore ordinario della R. Università di Napoli. Torino, fratelli Bocca, 1894; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

*Monographie phanerogamarum prodromi nunc continuatio nunc revisio editoribus et pro parte auctoribus* ALPHONSO et CASIMIR DE CANDOLLE. Vol. octavum: *Guttiferæ*, auctore JULIANO VESQUE. Parisiis, sumptibus G. Masson, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

*The Nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1897, for the meridian of the Royal observatory at Greenwich.* London; 1 vol. in-8°.

*E Museo Lundii en samling af Aftandlinger om de idet indre Brasiliens Kalkstenshuler af professor Dr Peter Vilhelm Lund udgravede og i den Lundske palæontologiske Afdeling af Kjobenhavns Universitets Zoologiske Museum opbevarede deyre-og Menneskeknogler* Paa Carlsbergfondets Bekostning udgivet af Dr CHR. FR. LUKEN. Kjobenhavn, 1893; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 FÉVRIER 1894.

*Annales de Chimie et de Physique*, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. Septième série. Tome I. Février 1894. Paris, G. Masson, imprimerie Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie*, rédigé par MM. FREMY, REGNAULT, LEFORT, PLANCHON, RICHE, JUNGELEISCH, PETIT, VILLEJEAN, BOURQUELOT et MARTY. N° 3. 1<sup>er</sup> février 1894; Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Traité analytique des orbites absolues des huit planètes principales*, par HUGO GYLDÉN, astronome de l'Académie des Sciences. Tome I; *Théorie générale des orbites absolues.* Stockholm, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

*Représentation algébrique des Tables de survie. généralisation des lois de*

*Gompertz, de Makeham, etc.*, par ALBERT QUIQUET. Paris, L. Warnier et C<sup>ie</sup>, 1893; 1 br. in-8°.

*Relation des expériences faites à l'Institut physiologique de Caen sur le supplice Tardieu*. Relation suivie du Rapport lu à l'Académie de Médecine par le D<sup>r</sup> LABORDE et d'un examen critique de ce Rapport par le D<sup>r</sup> CH. FAYEL, professeur à l'École de Médecine de Caen. Caen, Adeline, 1893; 1 br. in-8°.

*L'Anthropologie*, paraissant tous les deux mois, sous la direction de MM. CARTAILHAC, HAMY, TOPINARD. Tome IV. N° 5. Septembre-octobre 1893. Paris, G. Masson; 1 vol. gr. in-8°.

*Archives des Sciences biologiques*, publiées par l'Institut Impérial de Médecine expérimentale à Saint-Petersbourg. Tome II. N° 4. Saint-Petersbourg, 1893; 1 vol. in-4°.

*Bulletin mensuel de l'observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei, près Chang-Hai* (Chine), fondé et dirigé par les Missionnaires de la Compagnie de Jésus. Tome XVIII, année 1892. Zi-Ka-Wei, 1893; 1 vol. in-4°.

*Acta mathematica*, journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER t. 17, n<sup>os</sup> 3 et 4. Stokholm, Beijer, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

*Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI*. Vol. XXII. Dicembre 1893. Roma, 1894; 1 fasc. in-4°.

*Die Venus-Durchgänge 1874 und 1882 bericht ueber die deutschen Beobachtungen*, von A. AUWERS. Berlin, 1893; 1 vol. in-4°.

*Della zoofitogenia o generazione animale vegetale dei moscherini del caprifico, con alcune osservazioni ed esperimenti sulla caprificazione*, da D<sup>r</sup> GIUSEPPE DE SIMONE. Andria, 1893; 1 vol. in-8°.

---



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

**On souscrit, dans les Départements,**

**On souscrit, à l'Étranger,**

chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :	
<i>Agen</i> .....	Michel et Médan.	<i>Lorient</i> .....	Banmal.	<i>Amsterdam</i> .....	Feikema, Gaarelsen et C <sup>o</sup> .	<i>Londres</i> .....	Dulan.
<i>Alger</i> .....	Gavault St-Lager.		M <sup>o</sup> Jexier.		Beck.		Hachette et C <sup>o</sup> .
	Jourdan.		Bernoux et Cumin.	<i>Athènes</i> .....	Verdagner.	<i>Luxembourg</i>	Nutt
	Ruff.		Georg.	<i>Barcelone</i> .....	Asher et C <sup>o</sup> .		V. Buck.
<i>Amiens</i> .....	Courtin-Hecquet.	<i>Lyon</i> .....	Megret.		Dames.		Libr. Gutenberg
	Germain et Grassin.		Chanard.		Friedlander et fils.	<i>Madrid</i> .....	Capleville.
<i>Angers</i> .....	Lachèse.		Vitte.	<i>Berlin</i> .....	Mayer et Müller.		Gonzales e hijos.
<i>Bayonne</i> .....	Jérôme.	<i>Marseille</i> .....	Ruat.		Schmid, Francke et C <sup>o</sup> .	<i>Milan</i> .....	F. Fé.
<i>Besançon</i> .....	Jacquard.		Calas.	<i>Berne</i> .....	Zanichelli.		Dunolard frères
	Avrard.	<i>Montpellier</i>	Coalet.		Rambot.	<i>Moscou</i> .....	Hopff.
<i>Bordeaux</i> .....	Dathu.		Martial Place.	<i>Bologne</i> .....	Mayolez et Audiarte.		Gautier
	Muller (G.).	<i>Moulins</i> .....	Luques.		Lebegue et C <sup>o</sup> .	<i>Naples</i> .....	Furclherm.
<i>Bourges</i> .....	Renaud.		Grosjean-Maupru	<i>Bruxelles</i> .....	Hannann.		Margheri di Gus
	Lefourmer.	<i>Nancy</i> .....	Sidot frères.		Ramsteinn.		Pellerano
	E. Robert.		Lorseau.	<i>Bucharest</i> .....	Krlhan.	<i>New-York</i> .....	Dyssen et Pfeiffer.
	J. Robert.	<i>Nantes</i> .....	M <sup>o</sup> Veloppe.		Deighton, Bell et C <sup>o</sup> .		Seichert.
	V <sup>o</sup> Fzel Caroff.		Barma.	<i>Budapest</i> .....	Cammermeyer	<i>Odessa</i> .....	Westermann.
<i>Caen</i> .....	Baer.	<i>Nice</i> .....	Visconti et C <sup>o</sup> .	<i>Cambridge</i> .....	Otto Keil	<i>Oxford</i> .....	Bousseau.
	Massif.		Thibaud.	<i>Christoubi</i> .....	Host et fils.		Parker et C <sup>o</sup> .
<i>Chambers</i> .....	Permin.	<i>Nîmes</i> .....	Lucray.	<i>Constantinople</i> .....	Laescher et Seeber.	<i>Palerme</i> .....	Clausen.
	Heuty.	<i>Orleans</i> .....	Blanchier.	<i>Copenhague</i> .....	Hoste.	<i>Porto</i> .....	Magalhaes.
<i>Cherbourg</i> .....	Marguerie.		Drumaud.	<i>Florence</i> .....	Bout.	<i>Prague</i> .....	Ryvnae.
	Rousseau.	<i>Poitiers</i> .....	Pihou et Herve.	<i>Gand</i> .....	Gherbuliez	<i>Rio-Janeiro</i> .....	Garnier.
<i>Clermont-Ferr...</i>	Ribou-Collay.	<i>Reims</i> .....	Gacred (M <sup>l</sup> rs)	<i>Genes</i> .....	Georg.	<i>Rome</i> .....	Bocca freres
	Lamarche.	<i>Rocheport</i>	Langlois.		Stapelmoir		Laescher et C <sup>o</sup> .
<i>Dijon</i> .....	Ratel.		Lestringent.	<i>Geneve</i> .....	Belinfante freres	<i>Rotterdam</i> .....	Kramers et fils.
	Damidot.	<i>Bouen</i> .....	Chevalier.		Benda.	<i>Stockholm</i> .....	Sanson et Wallis
	Lauverjat.	<i>St-Étienne</i> .....	Bastide.	<i>La Haye</i> .....	Payot.	<i>St Petersburg</i> .....	Zusérling.
<i>Douai</i> .....	Crepin.		Bannebe.	<i>Leuvarne</i> .....	Barth.		Wolff.
	Drevet.	<i>Toulon</i> .....	Gimet.		Broekhaus	<i>Turin</i> .....	Bocca freres.
	Gratter.		Privat.	<i>Leipzig</i> .....	Lorentz.		Brero.
<i>La Rochelle</i> .....	Fouquier.	<i>Toulouse</i> .....	Boisseher.		Max Robe.		Clausen.
	Bourdignon.		Pericat.		Twietmeyer.	<i>Varsovie</i> .....	Rosenberg et Selhiet
<i>Le Havre</i> .....	Dombre.	<i>Tours</i> .....	Suppligeon.		Besoer.	<i>Verone</i> .....	Gebethner et Wolff
	Lefebvre.		Giard.	<i>Vienna</i> .....	Ginise		Drucker.
<i> Lille</i> .....	Quarre.	<i>Valencennes</i> .....	Lemaître.			<i>Vienne</i> .....	Gerold et C <sup>o</sup> .
						<i>Zurich</i> .....	Meyer et Zeller.

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADEMIE DES SCIENCES :**

Tomes 1<sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1855 à 31 Décembre 1876.) Volume in-4° (1877). Prix..... 15 fr.  
 Tomes 32 à 61. — (1<sup>er</sup> Janvier 1855 à 31 Décembre 1876.) Volume in-4° (1876). Prix..... 15 fr.  
 Tomes 62 à 91. — (1<sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1886.) Volume in-4° (1886). Prix..... 15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADEMIE DES SCIENCES :**

**Tome I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DANA et A.-L.-F. SODAKI. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancreas et sur le rôle de son pancréatogène dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 10 planches (1856)..... 15 fr.  
**Tome II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-L. VAY BENEDEK. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 10 planches (1856)..... 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 3 février 1894.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.	Pages.
M. le PRÉSIDENT annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. <i>Toussaint</i> .....	460
M. E. BOISSIER adresse un Complément à une précédente Note « Sur la propagation du son dans un fluide soumis à des résistances diverses » et détermination analytique du problème.....	474
M. M. GUYOT. — Sur la propagation des ondes électromagnétiques.....	477
M. HENRI GUYOT fait hommage à l'Académie du premier volume de son Ouvrage intitulé « Traité analytique des orbites absolues des huit planètes principales ».....	479

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A.-E. SÉCHET adresse un Mémoire « Sur le tourbillon centrifuge à la surface de la Terre ».....	479
M. PIAZZOLI adresse une Communication relative au calcul du nombre $\pi$ .....	479
M. F. L. VIGOU adresse un Mémoire relatif à la direction des ballons au moyen d'un propulseur aérien.....	479

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPETUEL donne lecture d'une Lettre par laquelle MM. <i>Chollet et Chabert</i> annoncent que, conformément aux dernières volontés de <i>Fredéric Cuvier</i> , ils tiennent à la disposition de l'Académie les papiers de <i>Georges Cuvier</i> , deux portraits de <i>G. Cuvier</i> , et.....	480
M. E. GARNOS adresse ses remerciements à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.....	480
M. G.-J. LAMBERT. — Sur la théorie des satellites de Jupiter.....	480
M. ALBERT ANTOINE. — Sur la température des hautes régions de l'atmosphère.....	482
M. DE FOURRANIE. — Sur la valeur thermique des fonctions de l'oreille.....	484
M. GUERTEL. — Sur le camphène.....	486
MM. C. PUISAUX et G. BERTRAND. — Atténuation du venin de vipère par la chaleur et vaccination du cobaye contre ce venin.....	488
M. EMILE MER. — De l'utilisation des produits ligneux pour l'alimentation du bétail.....	494
M. P. CARON. — Observations physiologiques sur le rein de l'Éscaricot ( <i>Helix Pomatia</i> ) Linn.....	494
M. BONNYS. — Sur les glandes salivaires des Hémiptères.....	496
M. GIL BOUYANE. — Sur un Hémiptère aquatique strié, <i>Sigara minutissima</i> Lin.....	499
M. A. DE GROSSOURE. — Sur les relations entre les transgressions marines et les mouvements du sol.....	500
M. GÉNÉRAL ROLLAND. — Sur les chances d'obtenir des eaux artésiennes le long de Fond-Igharghar et de Fond Mya.....	503
M. A. BAYLE. — Sur une relation possible entre la fréquence des orages et les positions de la Lune.....	506
M. J. KREIER adresse une Note relative au tarissement de la fonction lactée, sous l'action d'ingestions de camphre.....	509

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. <i>Chambreclent</i> .....	509
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.....	510

1894

PREMIER SEMESTRE.

3029

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

## DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR M. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

---

TOME CXVIII.

---

N° 7 (12 Février 1894).

---

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,  
Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1869 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. - *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5 heures. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. - *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. - *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SEANCE DU LUNDI 12 FÉVRIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LOEWY.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADEMIE.

PHYSIQUE. — *Sur un théorème reliant la théorie de la synchronisation et celle des résonances.* Note de M. A. COINTE.

« L'étude générale du mouvement d'un système à oscillations amorties sous l'action d'une force périodique m'a conduit à démontrer (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1463) que le régime, variable au début, finit toujours par atteindre un état stable où le système, contraint d'abandonner sa période propre, adopte celle de la force additionnelle : l'oscillation est alors *synchronisée*. J'ai été amené ensuite (*loc. cit.*, p. 1656) à particulariser le problème et à introduire les conditions restrictives ordinairement réalisées dans les instruments de Physique ou de Chronométrie : la simplification devient alors telle que toutes les circonstances du régime variable sont

représentées à l'aide d'une spirale logarithmique décrite d'un mouvement angulaire uniforme (*indicatrice de synchronisation*).

» Les restrictions adoptées dans cette étude étaient les suivantes :

» 1° La force périodique est *très petite et instantanée* ;

» 2° La période  $\Theta$  de cette force *diffère peu* de la période T d'oscillation libre du système ;

» 3° Le coefficient d'amortissement de l'oscillation libre est *très faible*.

» Un examen plus approfondi m'a permis de reconnaître que la condition d'instantanéité n'est pas nécessaire et que la force synchronisante peut varier avec le temps, suivant une loi quelconque, pourvu que cette force soit très petite relativement à la constitution du système. (On appellera *force très petite* celle qui, agissant sur le système au repos, produit un écart statique très petit relativement à l'amplitude moyenne des oscillations.)

» Le déplacement angulaire  $\theta$  du système oscillant, dans son mouvement libre, satisfait à l'équation différentielle (1) dont l'intégrale (2) représente une oscillation amortie (*loc. cit.*, p. 164),

$$(1) \quad \mu \frac{d^2\theta}{dt^2} + q \frac{d\theta}{dt} + r\theta = 0, \quad (3) \quad \begin{cases} z = \frac{q}{2\mu}, \\ \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{r}{\mu} - \left(\frac{q}{2\mu}\right)^2. \end{cases}$$

$$(2) \quad \theta = Ae^{-\alpha t} \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \varphi \right),$$

» L'écart statique  $\theta_0$ , produit par une force dont le moment est C, est donné par  $r\theta_0 = C$ . Introduisant dans l'expression de la période T la condition que l'amortissement  $z$  est faible ( $z^2 T^2$  négligeable devant l'unité), on en tire la valeur de  $r$ , d'où

$$(4) \quad \theta_0 = \frac{CT^2}{4\pi^2\mu} \quad \text{ou} \quad C = \frac{4\pi^2\mu}{T^2} \theta_0,$$

expression qui définit la force *très petite*.

» Considérons maintenant l'action sur le système oscillant d'une force périodique variable avec le temps; l'expression du moment F de cette force développée suivant la formule de Fourier,

$$(5) \quad F = \sum_{n=1}^{n=\infty} S_n \sin 2\pi \frac{nt}{\Theta} + \sum_{n=1}^{n=\infty} C_n \cos 2\pi \frac{nt}{\Theta} = \sum_{n=1}^{n=\infty} B_n \sin 2\pi \left( \frac{nt}{\Theta} - \Phi_n \right),$$

formera le second membre de (1); l'intégrale (2) deviendra

$$(6) \quad \theta = Ae^{-\alpha t} \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \varphi \right) + \sum_{n=1}^{n=\infty} b_n \sin 2\pi \left( \frac{nt}{\Theta} - \psi_n \right),$$

avec les conditions

$$(7) \quad \mathfrak{B}_n = \frac{B_n}{2 \sqrt{\left[ z^2 + 4\pi^2 \left( \frac{1}{T^2} - \frac{n^2}{\Theta^2} \right) \right]^2 + 4z^2 \frac{4\pi^2}{\Theta^2} n^2}},$$

$$(8) \quad \tan 2\pi(\Phi_n - \psi_n) = \frac{2z \frac{2\pi}{\Theta} n}{z^2 + 4\pi^2 \left( \frac{1}{T^2} - \frac{n^2}{\Theta^2} \right)}.$$

» Chaque coefficient  $B_n$ , qui représente l'amplitude maximum d'une composante de  $F$ , doit satisfaire à la condition (7), que  $\theta_n$  soit très petit.

» En outre, si l'on introduit les conditions relatives à  $zT$  et à  $T - \Theta$ , dans les expressions de  $\mathfrak{B}_n$  et de  $\Phi_n - \psi_n$ , il vient, toutes réductions faites,

$$(8) \text{ et } (9) \quad \mathfrak{B}_n = \frac{B_n T^2}{4\pi^2 z} \frac{1}{1 - n^2} = \frac{\theta_1}{1 - n^2}, \quad \tan 2\pi(\Phi_n - \psi_n) = \frac{zT}{2\pi} \frac{2n}{1 - n^2}.$$

» Ainsi la composante  $\mathfrak{B}_n$  de l'amplitude provenant des termes d'ordre supérieur représente une fraction (décroissant rapidement avec  $n$ ) de l'écart statique  $\theta_1$  très petit par hypothèse.

» Au contraire, le premier terme  $\mathfrak{B}_1$  (pour  $n = 1$ ), bien que l'écart statique  $\theta_1$  soit aussi très petit, prend une importance prédominante, car  $\theta_1$  est multiplié par un facteur considérable : ce terme  $\mathfrak{B}_1$ , en effet, ne contient au dénominateur que des quantités très petites de même ordre, lesquelles empêchent toutes les réductions faites sur les autres termes. C'est donc uniquement à la composante  $B_1$  qu'est due la synchronisation : les autres n'ont pas d'influence appréciable. D'où l'on conclut ce théorème :

» Une force périodique très petite; variable avec le temps suivant une loi quelconque développable par la série de Fourier, équivaut dans son action sur un système vibrant, faiblement amorti et de période peu différente, à la force pendulaire simple représentée par les termes du premier ordre de la série.

» Ce théorème, très important au point de vue théorique, est fort utile au point de vue expérimental : il justifie, *a priori*, en les rendant équivalents, tous les modes d'application des forces synchronisantes, quelles que soient leurs lois de variation avec le temps; en outre, il généralise immédiatement les résultats obtenus dans le cas d'une force instantanée, qui a l'avantage de rendre si clair le mécanisme de la synchronisation et de conduire à une représentation géométrique si simple; enfin, il permet d'entendre ces résultats à une foule de phénomènes très différents.

» Paramètres de la force pendulaire simple équivalant : 1° à une force constante périodiquement interrompue; 2° à une force périodique instantanée. — On calculera

ces paramètres en déterminant les coefficients  $G_1$  et  $S_1$  de la série de Fourier (5) mise sous la première forme. Le moment  $G$  de la force étant constant entre les époques  $t_1$  et  $t_2$  et nul le reste de la période, on aura, par les formules connues,

$$(10) \quad \begin{cases} S_1 = \frac{2}{\theta} \int_{t_1}^{t_2} G \sin 2\pi \frac{t}{\theta} dt = \frac{2G}{\pi} \sin \frac{2\pi}{\theta} \frac{t_2 - t_1}{2} \sin \frac{2\pi}{\theta} \frac{t_1 + t_2}{2}, \\ C_1 = \frac{2}{\theta} \int_{t_1}^{t_2} G \cos 2\pi \frac{t}{\theta} dt = \frac{2G}{\pi} \sin \frac{2\pi}{\theta} \frac{t_2 - t_1}{2} \cos \frac{2\pi}{\theta} \frac{t_1 + t_2}{2}. \end{cases}$$

» Identifiant avec la seconde forme (5)

$$(11) \quad S_1 \sin 2\pi \frac{t}{\theta} + C_1 \cos 2\pi \frac{t}{\theta} = B_1 \sin 2\pi \left( \frac{t}{\theta} - \Phi \right) \quad \text{on déduit} \quad \begin{cases} B_1 = \frac{2G}{\pi} \sin \frac{2\pi}{\theta} \frac{t_2 - t_1}{2}, \\ \Phi_1 = \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{1}{4}. \end{cases}$$

» D'où l'on conclut aisément :

» 1° Une force constante  $G$  positive (ou négative) agissant pendant le temps  $t_2 - t_1 < \theta$  équivaut à une force pendulaire simple dont l'amplitude est

$$B_1 = \frac{2G}{\pi} \sin \frac{2\pi}{\theta} \frac{t_2 - t_1}{2}$$

et dont l'époque du maximum positif (ou négatif) coïncide avec l'époque moyenne d'action de la force  $G$ ;

» 2° Une force instantanée positive (ou négative) dont l'impulsion est  $\int G dt = P$ , équivaut à une force pendulaire simple dont l'amplitude est  $B_1 = \frac{2P}{\theta}$  et dont l'époque du maximum positif (ou négatif) coïncide avec l'époque de la percussion.

#### VÉRIFICATIONS DU THÉORÈME PRÉCÉDENT.

» 1° Par le calcul. — Ce théorème ramenant à une fonction sinusoïdale toutes les lois de variation avec le temps de la force synchronisante, l'intégrale générale (6) doit, dans le cas où cette force se réduit à une fonction sinusoïdale, reproduire analytiquement l'indicatrice de synchronisation établie géométriquement (*loc. cit.*, p. 1660) dans l'hypothèse d'une force instantanée : c'est ce qu'on vérifie d'une manière très simple.

» Réduisant au terme du premier ordre la série qui représente l'action de la force synchronisante, l'intégrale (6) devient

$$(12) \quad \theta = a_0 e^{-\alpha t} \sin 2\pi \left( \frac{t}{\theta} - \psi \right) + b_1 \sin 2\pi \left( \frac{t}{\theta} - \psi_1 \right).$$

» L'introduction des deux conditions restrictives ( $\alpha^2 T^2$  négligeable devant l'unité et  $T$  peu différent de  $\theta$ ) permet d'appliquer l'artifice employé dans la théorie des battements sonores et de considérer pendant l'intervalle d'une période  $\theta$  le premier terme de l'intégrale comme une oscillation pendulaire simple de même période que



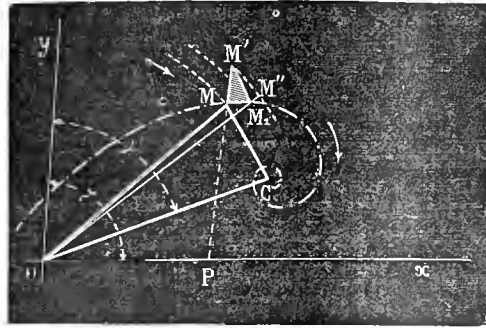
le second terme ; il suffit de poser

$$(13) \quad \frac{1}{T} = \frac{1 + \varepsilon}{\Theta}; \quad \gamma_t = \varphi - \frac{\varepsilon t}{\Theta}; \quad a = \lambda_0 e^{-\alpha t}.$$

»  $\varepsilon$  étant une quantité très petite, l'écart angulaire  $\theta$  devient alors la résultante de deux mouvements pendulaires simples, ayant respectivement pour amplitude  $a$  et  $\theta_1$ , et pour phase  $\gamma_t$  et  $\psi_1$ ,

$$(14) \quad \theta = a \sin 2\pi \left( \frac{t}{\Theta} - \gamma_t \right) + \theta_1 \sin 2\pi \left( \frac{t}{\Theta} - \psi_1 \right);$$

c'est donc aussi un mouvement pendulaire simple, mais dont l'amplitude et la phase varient avec le temps. Si l'on représente chaque oscillation par un *vecteur*, dont la longueur figure l'amplitude et la direction la phase, on conclut immédiatement que l'oscillation  $\theta$  a pour vecteur OM (fig. 1) la résultante du vecteur fixe OC ( $\theta_1 \psi_1$ ) et



du vecteur mobile CM ( $a, \gamma_t$ ). La courbe décrite par l'extrémité M du vecteur mobile a pour coordonnées polaires  $\rho = a$ ,  $\omega = -2\pi\gamma_t$  ( $\omega$  compté dans le sens de  $2\pi \frac{t}{T}$ ), d'où

$$(15) \quad \rho = \lambda_0 e^{-\alpha t}, \quad \omega = 2\pi \left( \frac{\varepsilon t}{\Theta} - \varphi \right).$$

On voit qu'elle est décrite d'un mouvement angulaire uniforme.

» L'équation polaire de cette courbe s'obtient en éliminant  $t$ ,

$$(16) \quad \rho = \lambda_0 e^{-\frac{\alpha \tilde{\omega}}{2\pi} (\omega - \varphi)}, \quad \text{en posant} \quad \frac{\varepsilon}{\Theta} = \frac{1}{T} = \frac{1}{\Theta} = \frac{1}{\tilde{c}}.$$

» C'est bien là la spirale logarithmique ayant pour pôle le point C représentatif du régime stable appelée *indicatrice de synchronisation* (*loc. cit.*, p. 1660).

» 2° *Par l'expérience.* — On démontre aisément qu'un système oscillant se *synchronise* dès que l'amortissement devient appréciable, quelle que soit la loi de variation avec le temps de la force synchronisante.

» Le système oscillant adopté est, comme précédemment (*loc. cit.*, p. 1466), un

galvanomètre du type Deprez-d'Arsonval, mais mieux approprié à ce genre d'études : il se compose de deux cadres placés l'un au-dessus de l'autre, oscillant chacun dans un champ magnétique intense, rendus solidaires par une tige rigide et formant deux circuits indépendants. L'un des cadres reçoit le courant périodique qui réalise la force synchronisante appliquée au système; l'autre, fermé sur une boîte de résistances, permet de donner au système tel amortissement que l'on veut, le coefficient d'amortissement variant à peu près en raison inverse de la résistance totale du circuit (p. 1467) : on rend ainsi complètement indépendantes, d'une part la force synchronisante, d'autre part la valeur de l'amortissement.

» Le courant périodique est distribué par l'intermédiaire d'une lame vibrante ou *trembleur*, dont la période peut varier à volonté de  $\frac{1}{5}$  à  $\frac{1}{8}$  de seconde relativement à celle du galvanomètre réglée à  $\frac{1}{6,3}$  de seconde.

» La composition optique des mouvements se fait soit par vision directe, comme dans l'ancien appareil (*loc. cit.*, p. 1467), soit par projection à l'aide de miroirs fixés, l'un à la lame vibrante, l'autre à l'équipage mobile du galvanomètre.

» J'ai tenu à vérifier directement la synchronisation produite par des types de force très divers :

» 1<sup>o</sup> *Force pendulaire simple*. — Elle est fournie par le courant alternatif induit par un petit aimant lié au trembleur et oscillant dans l'axe d'une bobine fixe.

» 2<sup>o</sup> *Force constante interrompue*. — La vibration du trembleur est entretenue par une pile auxiliaire; on obtient une force interrompue périodiquement en faisant passer dans le galvanomètre une dérivation du courant du trembleur.

» 3<sup>o</sup> *Force instantanée*. — En réduisant de plus en plus la durée de contact de l'entretien du trembleur et, d'autre part, en augmentant l'intensité de la dérivation, on arrive à une force sensiblement instantanée.

» 4<sup>o</sup> *Forces instantanées alternativement de signe contraire*. — L'intercalation du fil primaire d'une petite bobine d'induction dans le circuit du trembleur <sup>(1)</sup> fournit dans le fil secondaire relié au galvanomètre deux courants induits instantanés qui réalisent deux percussions de sens contraire séparées par une fraction arbitraire de la période  $\theta$ .

» Quelle que soit la force employée, si l'amortissement est nul (circuit amortisseur ouvert), l'ellipse se déforme en passant par toutes les variétés (battements optiques) de l'expérience de Lissajous, ce qui prouve que les périodes du trembleur et du galvanomètre n'ont aucune dépendance mutuelle; mais, dès qu'on ferme le circuit amortisseur, les déformations s'arrêtent progressivement; l'ellipse devient stable et d'autant plus vite que l'amortissement est plus énergique.

» 5<sup>o</sup> *Force périodique complexe*. — Enfin, voici une expérience très instructive qui démontre bien la généralité du théorème.

» Si l'on coupe toute communication électrique du galvanomètre avec le trembleur, le galvanomètre reste au repos; mais, si l'on établit entre eux un lien purement mécanique, en appuyant une barre rigide et lourde sur les soles des deux appareils, les

---

(1) Avec dérivation du condensateur Fizeau à l'interrupteur pour obtenir toute la netteté désirable dans l'ouverture et la fermeture du courant.

trépidations du trembleur imprimant au galvanomètre des mouvements complexes qui se composent optiquement avec l'oscillation pendulaire de la lame vibrante. Lorsque l'amortissement est nul, la courbe résultante est une ellipse irrégulière, dentelée, incessamment variable, témoignant l'indépendance presque complète des deux oscillations et l'inégalité de leurs périodes : dès qu'on rétablit l'amortissement, les mouvements désordonnés se régularisent, les dentelures s'effacent et la courbe prend la forme d'une ellipse stable, démontrant l'égalité des périodes et la synchronisation parfaite. Comme contre-épreuve, si l'on ouvre le circuit amortisseur, l'ellipse, après quelques instants d'hésitation, commence à se déformer et reprend bientôt l'allure désordonnée qu'elle avait d'abord : l'amortissement enlevé, la synchronisation cesse.

» *Relation entre les expériences de synchronisation et les phénomènes de résonance.* — Cette dernière expérience dans laquelle, conformément au théorème précité, une force très complexe impose un mouvement stable très régulier, me paraît jeter un véritable jour sur la relation qui doit exister entre le mécanisme de la synchronisation et celui des divers phénomènes de résonance étudiés en Physique. La transition est d'ailleurs complète :

En Mécanique, les dispositifs synchronisants et l'oscillographe de M. Blondel représentent l'application directe de la théorie ; on peut citer ensuite le petit pendule renversé (*Noddy*), contrôle de la stabilité des horloges ; puis les oscillations des navires par la houle, oscillations que les ingénieurs s'efforcent de contrarier ainsi que les effets synchronisants de toutes les vibrations (machines, charges roulantes, etc.) sur les parties élastiques des constructions (coques des navires, pontons, etc.).

» En Mécanique céleste, le phénomène des marées et celui des inégalités à longue période s'expliquent par les mêmes principes. Ces phénomènes représentent même les deux types opposés (*loc. cit.*, p. 1658 et 1660) : le premier offrant le cas d'un régime stable, conséquence d'un amortissement énergique ; le second, celui d'un régime périodique indéfiniment prolongé faute d'un amortissement appréciable.

» En Acoustique, les procédés d'excitation de régimes vibratoires sont de véritables synchronisations où l'on retrouve des vérifications très délicates (tuyaux à anches, résonateurs de Helmholtz, membranes de Bourget, monotéléphones de M. Mercadier, etc.).

» En Électricité, l'établissement d'un courant excité par une force électromotrice périodique dans un circuit résistant doté de capacité et de self-induction est régi par l'équation différentielle étudiée plus haut ; le courant est donc réellement synchronisé par la force électromotrice : l'identification des coefficients mécaniques et électriques de l'équation et celle des résultats est des plus intéressantes.

» Les phénomènes analysés dans l'excitateur et le résonateur de Hertz par MM. Sarasin, De la Rive et Blondlot rentrent aussi dans la catégorie des mouvements synchronisés.

» En Optique, plusieurs propriétés de la matière pondérable provoquées par les ondes lumineuses (absorption, émission, fluorescence, etc.) paraissent avoir un lien très direct avec les mêmes phénomènes.

» Enfin, il n'est pas jusqu'aux impressions physiologiques dont l'excitation et la persistance ne soient attribuables à un mécanisme analogue.

» Si ces assimilations sont correctes (et leur rapprochement en rend l'exactitude fort probable), le mécanisme de la synchronisation serait d'une extrême généralité : cette conclusion entraînerait l'existence constante d'un amortissement, c'est-à-dire d'une force perturbatrice identifiable à une résistance proportionnelle à la vitesse. Cette sorte de forces ne rentre pas dans la catégorie des actions ordinairement considérées dans la Physique moléculaire : elle devrait donc, au contraire, y être toujours introduite comme partie essentielle des actions élémentaires à l'aide desquelles on cherche à expliquer les phénomènes naturels. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles expériences sur la reproduction du diamant.*

Note de M. **HENRI MOISSAN.**

« Lorsque l'on étudie la solubilité du carbone dans différents métaux en fusion, à la pression ordinaire, on sait que la variété de carbone qui se produit par suite d'un abaissement de température est toujours du graphite d'une densité voisine de 2. Dans un travail précédent, nous avons établi que, si l'on prépare du carbone sous pression, ses propriétés se transforment <sup>(1)</sup>. Sa densité augmente, sa dureté devient plus grande et l'on obtient d'abord du diamant noir ; puis, par une pression plus élevée, de très petits fragments de diamants transparents.

» Depuis notre première publication sur ce sujet, nous avons continué cette étude, et c'est l'ensemble de ces nouvelles recherches qui fait l'objet de la présente Note.

» Nous rappellerons que nos expériences antérieures ont été exécutées au moyen du fer et de l'argent. Nous chauffons à haute température, au

---

<sup>(1)</sup> HENRI MOISSAN, *Sur la préparation du carbone sous une forte pression* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 218).

four électrique (1), une certaine quantité de métal, en présence d'un excès de carbone, puis le creuset renfermant le fer ou l'argent en fusion était refroidi brusquement en le plongeant dans une grande masse d'eau.

» Vers 3 500°, le métal se sature de charbon; dès que la température s'abaisse, le carbone tend à se séparer du liquide qui le retenait en solution; mais, comme le refroidissement est rapide, une croûte métallique s'est déjà produite à la surface entourant une partie centrale non solidifiée. Le fer et l'argent ont la propriété comme l'eau d'augmenter de volume en passant de l'état liquide à l'état solide; le carbone se sépare alors au contact de la masse encore fluide et soumise à une haute pression.

» On sait que le bismuth possède, lui aussi, la propriété d'augmenter de volume au moment de sa solidification. Nous avons tout d'abord voulu reconnaître si, chauffé au four électrique, ce métal pourrait dissoudre du charbon et donner ensuite par refroidissement brusque une variété de carbone plus dense que le graphite. Ces expériences n'ont pu être continuées: aussitôt que l'on plonge dans l'eau le creuset de charbon rempli de bismuth fondu, sortant du four électrique, il se produit une violente explosion et la masse pulvérisée est projetée hors du liquide. Cette explosion tient probablement à la brusque décomposition par l'eau d'un carbure de bismuth.

» Nous avons repris alors les expériences faites au moyen de fer saturé de carbone et refroidi dans l'eau; nous avons obtenu les mêmes résultats que précédemment, c'est-à-dire qu'après la série d'attaques dont nous avons déjà parlé, nous avons obtenu quelques fragments de diamants noirs et de diamants transparents. Malgré quelques modifications de détail, le rendement a toujours été excessivement faible; cinquante culots préparés dans ces conditions fournissent à peine une dizaine de milligrammes de carbone noir et transparent dont la densité est comprise entre 3 et 3,5 (2).

(1) HENRI MOISSAN, *Description d'un nouveau four électrique* (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1031).

(2) Ce faible rendement tient à plusieurs causes. Lorsque la fonte est refroidie très brusquement, le carbone qui se trouve en solution n'est pas mis en liberté. Or, comme il faut que notre refroidissement soit rapide pour former une croûte solide et résistante à la surface du culot métallique, on s'explique que, pour des lingots de 200<sup>gr</sup>, la teneur en diamants soit si faible. La partie centrale qui peut encore être liquide n'a pas le temps d'abandonner avant sa solidification une grande quantité de carbone. Il faudrait théoriquement faire agir une pression déterminée sur une masse de fonte saturée de carbone à haute température qui se refroidirait lentement. De plus, au moment du passage de l'état liquide à l'état solide, il se dégage des gaz qui empêchent

» On peut chercher à augmenter le rendement en prenant un volume de métal plus grand. Pour cela, nous avons rempli complètement une bouteille à mercure de fonte en fusion et nous l'avons immergée aussitôt sous une masse d'eau froide. Après une attaque par les acides qui a duré plusieurs mois, nous n'avons trouvé dans le résidu qu'une très petite quantité de grains transparents entièrement combustibles dans l'oxygène. Cette expérience, fort longue, n'est pas d'ailleurs très concluante, car notre fonte refondue à la température d'un petit cubilot ne contenait pas une assez grande quantité de charbon (1).

» Il nous a semblé que la vitesse de refroidissement avait une influence capitale sur la formation de ce carbone cristallisé. Lorsque nous refroidissons dans l'eau, la caléfaction empêche tout contact entre la fonte portée au rouge et le corps liquide. Le refroidissement au début se produit donc surtout par rayonnement. Pour diminuer plus rapidement la température nous avons essayé de refroidir la fonte liquide par conductibilité. Pour cela, 200<sup>gr</sup> de fonte, saturés de carbone au four électrique, sont versés dans une cavité pratiquée au milieu d'une masse de limaille de fer et recouverts de suite d'un excès de cette même limaille. La fonte s'entoure de fer en fusion et le tout se refroidit rapidement, grâce à la conductibilité de la limaille de fer. Après attaque par les acides, après le traitement de M. Berthelot (2) par le chlorate de potassium et l'acide azotique, enfin après l'action de l'acide fluorhydrique, puis de l'acide sulfurique bouillant, il reste de petits diamants de forme arrondie présentant rarement une apparence cristalline et renfermant presque toujours à l'intérieur de petits points noirs, qu'on appelle *crapauds*, en terme de joaillerie.

» Ces diamants à crapauds ont une densité de 3,5, rayent le rubis et brûlent avec facilité dans l'oxygène en donnant de l'acide carbonique. Il semble que, dans cette expérience, la pression ait été moins forte et la transformation en diamant moins complète. Le rendement du reste était toujours aussi faible.

» Nous avons pensé alors à refroidir notre fonte liquide en la plongeant

---

la pression d'être uniforme. Enfin, après nos nombreuses attaques, les liquides étaient décantés et, lorsque nos petits diamants sont bien nettoyés, une partie des fragments nage sur l'eau et nous avons plusieurs fois perdu ainsi de beaux échantillons.

(1) Nous tenons à remercier M. Fiat chez qui s'est faite cette expérience, et qui a bien voulu mettre, avec la plus grande obligeance, sa fonderie à notre disposition.

(2) BERTHELOT, *Recherches sur les états du carbone*. ( *Annales de Chimie et de Physique*, 4<sup>e</sup> série, t. XIX, p. 392. )

dans un bain d'étain en fusion. L'expérience n'a pas donné de bons résultats parce que la fonte fortement chauffée s'unit avec facilité à l'étain; il se formait au milieu du liquide de longs filaments d'un alliage de fer et d'étain, et nous n'avions aucune masse agglomérée.

» L'étain, ne donnant que de mauvais résultats, a été remplacé par le plomb liquide maintenu autant que possible aux environs de son point de fusion. Le creuset contenant la fonte était rapidement introduit au fond d'un bain de plomb de 0<sup>m</sup>,10 environ de profondeur. La fonte liquide étant plus légère que le plomb fondu, il se détachait du creuset des masses qui tendaient à prendre la forme de sphères et qui s'élevaient plus ou moins rapidement au travers du plomb liquide (1). Les plus petites sphères, celles qui ne mesuraient que 0<sup>m</sup>,01 ou 0<sup>m</sup>,02 de diamètre, étaient solides et suffisamment refroidies en arrivant à la surface du bain. Les autres, lorsqu'elles parvenaient encore liquides à la partie supérieure du plomb, produisaient à l'air la combustion de ce métal avec dégagement d'abondantes fumées de litharge et parfois projection d'oxyde ou de métal incandescent. Quelques minutes plus tard, on enlevait tous les globules métalliques qui nageaient sur le plomb fondu; on attaquait le plomb dont ils étaient recouverts par l'acide azotique, puis on les soumettait au traitement indiqué précédemment pour nos autres enlots métalliques. Dans ces conditions, le rendement, tout en étant toujours très faible, a été un peu meilleur. Mais, ce qui nous a frappé tout d'abord, c'est la limpidité des diamants transparents ainsi obtenus; nous n'avions plus de diamants à crapauds, et la surface de quelques-uns d'entre eux présentait des cristallisations très nettes. Nous y avons reconnu de nombreuses stries parallèles et de petites impressions de cubes semblables à celles que l'on rencontre parfois dans certains diamants naturels.

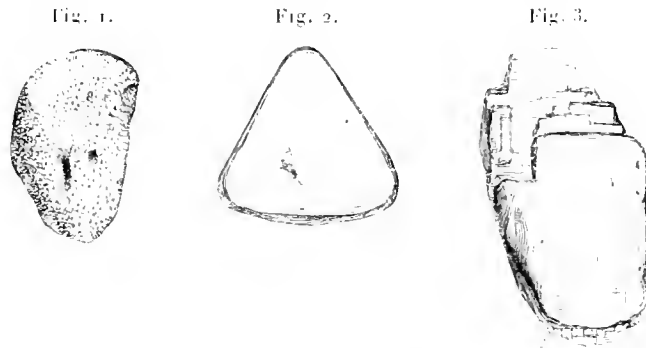
» Un de ces diamants transparents (*fig. 2*) dont le diamètre atteignait environ 0<sup>mm</sup>,5 et qui était d'une belle limpidité s'est fendu sur deux points différents quelques mois après sa formation.

» Les deux fentes allant à la rencontre l'une de l'autre ont suffisamment grandi, en quelques semaines, pour que le diamant ait été trouvé ensuite sur sa préparation brisé en trois morceaux. Cet accident s'est produit

(1) Lorsque la fonte est saturée de carbone au four électrique, elle est tellement pâteuse qu'il est possible de retourner le creuset qui la contient sans rien renverser. Aussitôt que la température s'abaisse, le métal ne tarde pas à redevenir liquide en même temps qu'il abandonne du graphite.

aussi sur un autre échantillon qui a été retrouvé entre les deux lamelles de verre brisé en menus fragments. On sait que certains diamants retirés des mines du Cap présentent des phénomènes identiques.

» Un de nos petits cristaux avait des arêtes courbes très nettes. Tantôt la surface de ces petits diamants était lisse et brillante (*fig. 3*), tantôt cette surface était chagrinée, creusée de petites cupules (*fig. 1*), et présentait



un aspect spécial que l'on rencontre souvent sur les diamants naturels. Ces cristaux possédaient un relief très net et malgré leur épaisseur on distinguait les plus petits détails des deux faces superposées grâce à leur parfaite limpidité. Ils avaient toujours l'éclat gras particulier aux diamants; enfin, quand un rayon lumineux pénétrait à leur intérieur, ils s'illuminaient et semblaient pour ainsi dire s'imbiber de lumière.

» M. Bouchardat, professeur de Minéralogie à l'École de Pharmacie, a bien voulu examiner quelques-uns de ces cristaux au point de vue de leur forme et il en a rencontré un, entre autres, possédant nettement la forme d'un trapézoèdre à douze faces, c'est-à-dire se présentant comme une forme hémicédrique du système cubique.

» Examinés en lumière polarisée convergente, tantôt ces cristaux (*fig. 1* et *2*) ne présentent aucun phénomène de coloration, c'est le cas le plus général, tantôt ils prennent (*fig. 3*) des teintes faibles. Nous avons eu plusieurs fois l'occasion d'étudier dans les mêmes conditions des diamants naturels qui nous ont présenté des phénomènes de coloration beaucoup plus intenses. Il nous semble que ces colorations bien connues peuvent s'expliquer facilement par la pression nécessaire à la production de ces cristaux.

» D'après la forme et l'apparence de ces cristaux, il paraît peut-être résulter de ces recherches que le carbone, comme l'iode et l'arsenic,



passé, à la pression ordinaire, et par une élévation suffisante de température, de l'état solide à l'état gazeux; si l'on augmente la pression, le carbone devient liquide, se trouve en surfusion et peut alors prendre dans bien des cas un aspect cristallin.

» Nous avons répété aussi les expériences de reproduction du diamant au moyen de l'argent brusquement refroidi. Nous n'avons jamais obtenu, dans ces nouvelles recherches, que du diamant noir; nous avons rencontré, il est vrai, avec ce diamant noir, des matières transparentes affectant au microscope, à première vue, des formes d'octaèdres ou de cubes et qui disparaissent lentement par une série d'attaques successives et très énergiques à l'acide sulfurique concentré. Il est très important de multiplier le nombre des attaques au chlorate de potassium et à l'acide azotique si l'on veut enlever tout l'argent qui imprègne le diamant noir.

» Nous rappellerons que, dans nos premières recherches sur ce sujet, il nous a été possible de faire une combustion de 6<sup>mg</sup> de diamant noir qui nous a fourni 23<sup>mg</sup> d'acide carbonique.

» A la suite des différents essais que nous venons de mentionner, et après les traitements multiples dont il a été parlé au commencement de ce travail, nous avons pu réunir 15<sup>mg</sup>, 5 de petits fragments plus denses que l'iode de méthylène. Un dixième environ était formé de diamants noirs, le reste composé de grains transparents renfermait un assez grand nombre de diamants à crapauds.

» La combustion en a été faite à 1000°, dans un tube de porcelaine vernissée à l'intérieur et à l'extérieur, fermé par des ajutages en verre. On a recueilli et pesé 0,0496 d'acide carbonique. Dans la nacelle, on a retrouvé après la combustion 0,0025 d'une substance incombustible formée de grains transparents dont la présence était due sans doute à l'emploi dans quelques-unes de nos expériences d'une fonte riche en silicium. Ce résidu disparaît presque totalement après plusieurs traitements successifs de quatre heures chacun à l'acide sulfurique bouillant, puis à l'acide fluorhydrique titrant de 70 à 80 d'anhydride. Il ne restait finalement que deux ou trois parcelles de siliciure de carbone nettement reconnaissable à son aspect et à sa forme cristalline.

» Le poids de la matière combustible dans l'oxygène a donc été de 0,013 et le poids de l'acide carbonique recueilli de 0<sup>gr</sup>,0496. En prenant 12 pour poids atomique du carbone et 16 pour celui de l'oxygène, on devrait théoriquement recueillir 0,0477 d'acide carbonique.

» En résumé, dans les conditions différentes où nous nous sommes

placé, nous avons pu obtenir une variété de carbone noir ou transparent dont certains échantillons présentaient une apparence cristalline très nette, qui avait une densité comprise entre 3 et 3,5, qui rayait le rubis, qui résistait à 12 attaques du mélange de chlorate de potassium sec et d'acide azotique fumant, enfin qui brûlait dans l'oxygène à une température voisine de 900° en donnant environ quatre fois son poids d'acide carbonique. Ce sont là des propriétés que possède seul le diamant naturel. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la pression intérieure dans les gaz;*  
par M. E.-H. AMAGAT.

« Je me suis proposé dans le présent travail de rechercher, séparément, et en m'appuyant uniquement sur les lois expérimentales, une expression du terme appelé *pression intérieure*, dans les diverses formules proposées pour représenter la relation  $\varphi(p, v, t) = 0$ .

» Dans cette Note, j'examinerai seulement les lois que suit une expression que j'appellerai également *pression intérieure*, indépendamment de l'application qui peut en être faite aux formules en question, et que je commencerai par définir.

» Lorsqu'une masse de gaz subit isothermiquement une variation de volume  $dv$ , le travail correspondant est  $Eldv$ ; soit

$$T \frac{dp}{dt} dv.$$

» Si l'on retranche le travail extérieur  $p dv$ , il reste, pour le travail intérieur,

$$\left( T \frac{dp}{dt} - p \right) dv.$$

» La pression extérieure étant le quotient du travail extérieur par la variation de volume, il paraît naturel d'appeler *pression intérieure* l'expression entre parenthèses qui est le quotient du travail intérieur par la variation de volume, et que je désignerai par la lettre  $\pi$ .

» J'examinerai d'abord les lois que suit cette fonction quand on fait varier les conditions de volume, de pression et de température.

» J'ai donné, dans de précédentes Communications, des Tableaux assez étendus des valeurs de  $\frac{dp}{dt}$  pour différents gaz; c'est avec les nombres de ces Tableaux qu'ont été calculés ceux qui suivent.

» Voici d'abord les résultats pour l'acide carbonique et l'éthylène.

$$\pi = \left( T \frac{dp}{dt} - p \right) \text{ jusqu'à } 1000^{\text{atm.}}$$

Acide carbonique.								Éthylène.							
Volumes.	0°-20°.	20°-40°.	40°-60°.	60°-80°.	80°-100°.	0°-100°.	100-200°.	Volumes.	0°-20°.	20°-40°.	40°-60°.	60°-80°.	80-100°.	0°-100°.	100°-200°.
	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm		atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm
0,02385	23	23	26	30	33	22	18	0,01666	47	44	44	46	44	45	39
0,01636		46	45	40	42	43	35	0,01125		95	91	90	85	91	80
0,01300			66	63	63	64	55	0,00833		156	142	149	152	152	142
0,01000			112	102	102	105	92	0,00643		239	241	244	243	242	234
0,00768			176	162	166	168	146	0,00500		365	373	381	381	375	375
0,00578			277	269	267	271	250	0,00417		533	561	548	579	555	539
0,00428			444	449	456	450	435	0,00350	760	804	820	820	867	814	764
0,00316			773	804	836	804	805	0,00300	1168	1127	1160	1138	1190	1154	
0,00250		1258	1335	1334	1370	1324	1323	0,00286	1314	1327	1227	1285	1321	1348	
0,00200	2292	2189	2346	2362	2081	2254		0,00							
0,00187	2583	2845	2416			2614		0,00							

» Ces valeurs de  $\pi$  ont été obtenues au moyen de celles de  $\frac{dp}{dt}$ , relatives aux limites de température indiquées, et correspondent aux volumes constants inscrits dans la première colonne verticale; l'unité de volume étant toujours celui de la masse de gaz à zéro, sous la pression de 1<sup>atm</sup>. Les vides du Tableau correspondent à l'état de saturation.

» On voit que les nombres d'une même ligne horizontale varient peu.

» Si l'on tient compte de ce qu'une très petite variation de la valeur de  $\frac{dp}{dt}$  entraîne une variation considérable de la valeur de  $\pi$ , on conclura que la pression intérieure est sensiblement fonction du volume seul, quoique la valeur moyenne entre 100° et 200° soit un peu inférieure à la valeur moyenne entre 0° et 100°, surtout pour les faibles pressions. Je dois du reste rappeler que les expériences à 200° ont présenté d'assez grandes difficultés, et que les erreurs possibles (et principalement pour les faibles pressions) sont toutes dans le sens d'une diminution de  $\frac{dp}{dt}$ , et, par suite, de  $\pi$ .

» Il est facile, du reste, de voir que la constance de la valeur de  $\pi$  dépend de celle de la valeur de  $\frac{dp}{dt}$  dont les variations, comme on le sait, sont très faibles. Si en effet  $\frac{dp}{dt}$  était rigoureusement fonction du volume seul, on aurait pour un volume donné  $v$

$$\frac{dp}{dt} = \varphi(v),$$

d'où

$$p = \varphi(v)T + C,$$

$$o = \varphi(v)\theta + C,$$

et, par suite,

$$p = \varphi(v)(T - \theta),$$

$\theta$  ne dépendant que du volume seul; on aurait donc

$$T \frac{dp}{dt} - p = T \varphi(v) - (T - \theta) \varphi(v) = \theta \varphi(v) = \Phi(v).$$

La pression intérieure serait donc rigoureusement fonction du volume seul; voyons maintenant comment elle varie avec le volume.

» Les Tableaux qui précèdent montrent que  $\pi$  augmente rapidement quand le volume décroît, dans les limites de pression qu'ils comportent, c'est-à-dire jusque vers 1000<sup>atm</sup>; je n'ai pu jusqu'à présent étudier l'acide carbonique et l'éthylène au delà de cette limite, mais j'ai fait cette étude pour l'oxygène, l'azote, l'air et l'hydrogène jusqu'à 3000<sup>atm</sup>. Voici un Tableau relatif à ces gaz qui va permettre de continuer l'examen des valeurs que prend  $\pi$  sous des volumes beaucoup plus petits.

$$\pi = (T \frac{dp}{dt} - p).$$

Pressions à	Oxygène.		Azote.		Air		Hydrogène.		
	Volumes.	$\pi$ .	Volumes.	$\pi$ .	Volumes.	$\pi$ .	Volumes.	$\pi$ .	$\frac{1}{2}$ depuis 0°.
zero.									
atm		atm		atm		atm		atm	
100	0,000265	34	0,000410	26	0,000730	26	0,010690	+ 1,5	0,00373
200	0,001370	135	0,002195	92	0,005050	99	0,005060	+ 9	0,00385
300	0,002008	260	0,003786	176	0,008658	190	0,004030	+ 14	0,00385
400	0,002639	383	0,005142	250	0,003636	299	0,003207	+ 16	0,00385
500	0,003212	491	0,007780	313	0,002680	339	0,002713	+ 15	0,00379
600	0,002115	584	0,005543	371	0,002450	397	0,002386	+ 12	0,00375
700	0,001979	671	0,003744	413	0,002288	434	0,002149	+ 3	0,00369
800	0,001879	745	0,002247	447	0,002198	459	0,001972	— 8	0,00364
900	0,001800	811	0,002149	479	0,002071	476	0,001833	— 33	0,00358
1000	0,001735	877	0,002068	488	0,001992	485	0,001730	— 46	0,00355
1200	0,001635	1000	0,001946	505	0,001883	489	0,001557	— 71	0,00346
1500	0,001526	1149	0,001813	513	0,001754	469	0,001380	— 113	0,00333
1800	0,001418	1252	0,001714	507	0,001665	415	0,001258	— 125	0,00322
2000	0,001308	1386	0,001663	494	0,001613	383	0,001104	— 184	0,00315
2200	0,001275	1494	0,001600	479	0,001570	338	0,001141	— 348	0,00310
2400	0,001239	1583	0,001583	458	0,001533	287	0,001007	— 410	0,00305
2600	0,001216	1657	0,001553	446			0,001039	— 495	0,00308
2800	0,001199	1722	0,001525	410			0,001034	— 578	0,00309

» Les résultats consignés dans ces Tableaux sont relatifs à des limites de température comprises entre zéro et 100° pour les pressions inférieures

à 1000<sup>atm</sup> et entre zéro et 50° environ au delà de cette pression, ce qui importe peu d'après ce qui a été dit plus haut, relativement à l'influence de la température; ces résultats ne sont pas, comme ceux du premier Tableau, les produits bruts du calcul, ils ont été obtenus au moyen de valeurs de  $\frac{dp}{dt}$  prises sur des courbes tracées de manière à faire disparaître quelques irrégularités inévitables dans des séries de valeurs correspondant à des différences secondes, et qui ont permis de raccorder les résultats obtenus par deux méthodes différentes qui présentaient une lacune (seulement pour les valeurs de  $\frac{dp}{dt}$ ) vers la limite commune.

» On voit que, pour l'oxygène, les valeurs de  $\pi$ , quand le volume diminue, croissent, passent par un maximum, puis commencent à décroître d'une façon bien nette quoique peu accentuée.

» Pour l'azote et l'air, la décroissance après le maximum est très notable, surtout pour l'air.

» Enfin, pour l'hydrogène,  $\pi$  continue à décroître après le maximum jusqu'à devenir nul, après quoi il prend des valeurs négatives rapidement croissantes. Le fait est certainement général, l'ensemble des résultats ne permet aucun doute à cet égard.

» Pour les gaz simples étudiés (peut-être pour tous ceux formés sans condensation), le phénomène se produit dans des limites de pression d'autant moins élevées que le gaz est plus parfait; mais il ne faudrait tirer de là aucune conclusion relativement à ceux du premier Tableau qui n'appartiennent point au même groupe, il serait donc fort intéressant de pousser plus loin leur étude.

» On remarquera combien, au point de vue qui nous occupe, l'hydrogène est, sous le rapport de la perfection, en avance sur tous les autres gaz, combien, en particulier, les valeurs positives de  $\pi$  sont relativement faibles. On peut chercher à s'expliquer le changement de signe de  $\pi$ , soit par un changement de signe des forces moléculaires, soit par la réaction des molécules comprimées les unes contre les autres, soit par les deux effets; je ferai remarquer à ce sujet que, au moment où  $\pi$  s'annule, le volume pour l'hydrogène (0,00211 environ) est encore bien supérieur à la limite inférieure du covolume répondant à la forme des isothermes; ce volume, caractéristique pour chaque gaz, doit évidemment entrer dans la relation  $\varphi(pv) = 0$ .

» Enfin, je ferai encore une remarque : au moment où  $\pi$  est nul, le

coefficient  $\left(\frac{1}{p} \frac{dp}{dt} = \beta\right)$ , qui passe aussi par un maximum, reprend très sensiblement la valeur (0,00367) qu'il a sous la pression normale alors que  $\pi$  est extrêmement petit; cela devait être, et, en effet, on a alors

$$\pi = T \frac{dp}{dt} - p = 0, \quad \text{d'où} \quad \frac{dp}{p} = \frac{dt}{t},$$

et, par suite,

$$p = CT, \quad \text{au lieu de} \quad p = C(T - \theta);$$

la pression est donc, comme dans les gaz parfaits, proportionnelle à la température comptée depuis le zéro absolu, on doit donc retrouver pour  $\beta$  (partant ici de zéro) l'inverse de la température absolue. »

### NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Chambrelet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Aimé Girard obtient . . . . .	51 suffrages
M. Laboulière     »     . . . . .	4     »
M. Müntz            »     . . . . .	2     »

M. **AIMÉ GIRARD**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Sur l'époque du départ pour la pêche en Islande.*

Lettre de M. **JEAN AICARD** à M. Berthelot.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« Paris, ce 6 février 1897.

» L'industrie de la pêche en Islande dévore tous les ans quatre et demi pour cent des vies humaines qu'elle emploie : il n'y a pas d'industrie plus

meurtrière; les pays d'où partent les pêcheurs d'Islande peuvent s'appeler les *pays du deuil*.

» Peut-on la rendre moins meurtrière, cette industrie que le département de la Marine considère, à bon droit, comme une école de marins héroïques, nécessaires à la force et à la gloire du pays? Oui.

» En 1839, la flottille d'Islande subit de tels désastres que l'opinion publique s'émut; et une loi, promulguée en 1840, fixa les départs au 1<sup>er</sup> avril. Jusqu'en 1870, cette date du 1<sup>er</sup> avril fut maintenue, et il est constaté que la pêche en Islande, de 1840 à 1870, *aussi prospère que jamais*, fut en même temps beaucoup moins meurtrière aux hardis pêcheurs.

» Il semble avéré que *l'époque de février et de mars est celle des mauvais temps*. Est-ce vrai? Toute la question est là.

» Depuis 1870, une sorte de lutte s'est établie entre les armateurs, jaloux d'*arriver premiers* à Islande afin de revenir *vendre premiers* en France.

» C'est ainsi que chacun se croit obligé, pour défendre ses intérêts, de partir un jour plus tôt, et c'est ainsi que, peu à peu, de jour en jour, la date des départs est remontée du 1<sup>er</sup> avril (fixée par la loi de 1840) au 1<sup>er</sup> mars et même aux premiers jours de février. A cette époque de la saison dangereuse, c'est une véritable course à la mort.

» En signalant ces faits à l'Académie des Sciences, compétente entre toutes les Sociétés savantes, je suis certain que cette Compagnie, émue des malheurs si étrangement imarités qui frappent depuis tant d'années les populations de notre littoral breton, trouvera une solution à ce problème d'où dépendent la vie et la joie ou la douleur et la mort de tant de Français. »

## CORRESPONDANCE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** informe l'Académie que les divers objets qui lui ont été légués par Frédéric Cuvier sont parvenus au Secrétariat.

Ces objets seront soumis à l'examen des Sections de Zoologie et de Minéralogie réunies.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *Maurice d'Ocagne* « Sur un abaque donnant la résolution des triangles sphériques dans tous les cas possibles ». (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

M. E. MAUMENÉ prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section d'Économie rurale.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner) pendant le second semestre de 1893.* Note de M. J. GUILLAUME, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, pour l'explication desquels nous renvoyons au Tome CXVII, p. 575, des *Comptes rendus*.

» Les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

» *Taches.* — On constate une diminution dans le nombre de groupes de taches, mais elle peut venir, au moins en partie, de ce que, durant trois périodes : six jours consécutifs en juillet, neuf en novembre et onze en décembre, le Soleil n'a pu être observé. Malgré cette diminution, on remarque que leur surface a été plus grande que pour le premier semestre : 209 groupes donnent une surface de 18514 millièmes, tandis que 225 groupes en donnaient 12561. Nous avons pour l'hémisphère austral 111 groupes au lieu de 143, soit 32 groupes de moins, et au nord 98 groupes au lieu de 82, soit 16 groupes de plus.

» Il ne s'est passé aucun mois sans qu'une tache ou un groupe de taches ait été *visible à l'œil nu*; ce sont ceux du Tableau I marqués d'un astérisque. Au total 13 groupes au lieu de 11 donnés par le premier semestre.

» *Régions d'activité.* — Les trois lacunes signalées dans nos observations se font moins sentir pour les facules que pour les taches, mais il y a lieu néanmoins d'en tenir compte. La totalité des groupes observés est la même, soit 228, mais la surface est moindre : 346,1 au lieu de 490,1. L'hémisphère austral a fourni 118 groupes au lieu de 127, et l'hémisphère boréal 110 groupes au lieu de 101. Comme les taches, les régions d'activité augmentent au nord à mesure qu'elles diminuent au sud, mais il y a diminution des deux côtés dans les hautes latitudes.



TABLEAU I. — Taches.

Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes		Surfaces moyennes réduites.	Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes		Surfaces moyennes réduites.	Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes		Surfaces moyennes réduites.
	S.	N.			S.	N.			S.	N.	
Juillet 1893.			0,00	Août (suite).				Septembre (suite).			
26-30	-16		14	2-12	-18		1284	13-15		+ 8	27
26-30		+12	2	2- 8		+13	4	14-19		+18	14
26- 4	-22		78	2- 9	-14		10	15-20	-23		53
27- 6		+19	32	3- 5	-22		4	18	-16		5
28		+21	5	4-12		+17	98	15-27		+ 8	319
29-11	-17		207	5-12	-10		40	18-20		+24	6
4		+25	3	7-11		+ 5	16	18-27	- 9		77
7		+ 6	2	7-10		+ 6	20	20	-26		61
6- 8		+11	6	8- 9	-18		8	20-27		+12	68
7- 8	-22		25	11-12	-28		57	25-27		+19	26
3-15	-15		773	7-17		+16	75	29		+28	1
3-12	- 7		66	7-19	- 16		287	25-29	-12		50
4-15		+ 9	241	8-16		+18	13	25- 4	-11		51
6-17	-20		162	19-24	-13		58	27- 4		+ 8	258
7-17		+13	11	24	-15		3				
8-13	-23		12	11-22		+10	76	19 j.	-16°	+14"	
8-18	-19		82	15-24		+16	42				
11-13	-17		15	16-25	12		123	Octobre 1893.			0,00.
11-19		+16	286	24-25		+ 6	6	27-29	- 7		3
11-19		+ 3	82	16-26	- 9		154	28	-22		2
11-22		+16	172	16-26	-11		164	25- 4		+12	253
15-17		+11	2	18-26	-28		49	29-30	-10		6
17		+ 7	9	21-22	-30		13	30		+19	3
18-21	-31		9	17-22		+10	8	29-10		- 3	100
19-24	-21		5	18-26		+10	41	4	-22		3
21-25	-10		11	16-28	-10		155	4-10	-21		6
21-25	-12		15	19-25	-20		6	9		-15	13
24-25		+21	2	19-31		+ 9	43	8-16	- 9		52
19-29	-21		114	24		+28	6	9-16	-14		47
21-29	- 12		81	24-25		+13	4	9-17	-11		76
24-31	-24		5	21- 1		+17	13	11-14	-15		3
21- 2		+24	62	23- 2		+26	95	13-17	- 5		6
24		+13	1	25- 8	-17		11	10		+19	2
29		+23	3	26- 8		+20	7	10-16		+20	3
29		+ 5	1					10-21		+23	204
29-31	-18		2	23 j.	-18°	+14"		12		-11	2
25- 5	-21		9	Septembre 1893.			0,00.	17-21	-19		9
31- 4	-26		37	28- 9		+14	465	14-21		-14	77
19 j.	-19°	+14"		28- 9	-19		362	20-21	-19		9
Août 1893.			0,00.	4	- 6		4	12-24	- 11		195
29- 1		+22	15	28- 9	-11		667	14-26	-14		185
29- 3	-28		10	31- 8	-13		41	24		+ 21	20
31		+20	2	2- 5	-29		3	24	- 9		25
31- 5	-30		4	6- 7	-22		5	19-28	-21		189
31-10		+10	52	7	-29		1	19-30	- 7		554
31-11	-15		172	7	-20		4	19-30		+ 7	93
3		- 2	1	4-14	- 8		262	24-28		+18	101
3		- 4	1	8-13		+12	7	21- 2		+14	107
3-12	- 3		68	13-15		+ 3	9	24- 2		- 9	170
2-12		+15	304	6-18	- 9		155	26- 2	-14		11
				8-18	-13		33				
								16 j.	-14°	+15"	

Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes		Surfaces moyennes réduites.	Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes		Surfaces moyennes réduites.	Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes		Surfaces moyennes réduites.
	S.	N.			S.	N.			S.	N.	
Novembre 1893.			0,00	Novembre (suite).				Décembre (suite).			
3 0	-22		14	17-24		+18	100	21	-10		6
30- 4	- 8		51	16-28	- 6		695	15-27		+10	174
2	-14		25	18		+21	14	15-26	- 6		459
2- 4		+ 3	18	22		+22	1	26		+12	255
14	-12		5	22-24		+20	56	19-30		+11	284
14-16	- 8		12	24		+11	12	19-22		+19	40
14-17		+24	4	28	-14		13	22-30		+19	45
14		+10	6	28		+19	289	21-30		+19	37
14-18	- 7		118	28	-17		1	26-27		+21	6
14-17		+ 9	17	24-28		+18	19	21-30	-18		15
16	-28		11	9 J.	-14	+15°		21-30	27		134
14-17	- 9		24	Décembre 1893.			0,00	21-30	-20		156
18	-15		7	9		+20	390	26-27	- 6		2
14-17		+10	2	9		+21	14	30		+ 0	33
14-18		+ 9	51	9	-19		4	30	- 8		4
14-17	-33		16	9-12		+19	163	26-30	- 9		155
14-18		+20	19	12	-11		1	26-30	-10		212
14-17		+13	20	12-15	-17		158	30		+ 7	8
14-22		+17	230	12-22		+19	27	26- 6	- 6		250
14-18		+ 9	5	15-19	-16		43	9 J.	-12	-15°	
16-18	-10		4	15-22	- 8		36				
16-24	- 7		16	15-22	- 1		192				
17-24	-10		16								
17-18	-18		2								
18		+14	3								

TABLEAU II. — Distribution des taches en latitude.

	Sud.					Somme.	Nord.					Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	40°.	30°.	20°.	10°.	0°.		Somme.	0°.	10°.	20°.	30°.		
Juillet .....	1	8	9	2	20	18	5	8	5	»	»	38	2644
Août .....	»	6	12	3	21	23	10	10	3	»	»	44	3599
Septembre ..	»	5	8	4	17	11	4	5	2	»	»	28	3204
Octobre ....	»	4	7	7	18	14	2	10	2	»	»	32	3529
Novembre ...	1	2	7	7	17	18	6	9	3	»	»	35	1956
Décembre ...	»	2	6	10	18	14	3	9	2	»	»	32	3582
Totaux ...	2	27	49	33	111	98	30	51	17	»	»	209	18514

TABLEAU III. — Distribution des facules en latitude.

	Sud.					Somme.	Nord.					Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.	
	30°.	40°.	20°.	20°.	10°.		0°.	Somme.	0°.	10°.	20°.			30°.
Juillet .....	»	1	8	7	1	17	20	5	10	4	1	»	37	59,2
Août .....	»	1	6	9	3	19	24	8	10	5	1	»	43	53,3
Septembre ..	»	1	7	6	4	18	15	3	9	3	»	»	33	56,4
Octobre ....	»	»	5	8	8	21	14	4	8	2	»	»	35	71,1
Novembre ...	»	2	6	5	9	22	19	7	7	5	»	»	41	55,0
Décembre ...	»	1	4	8	8	21	18	3	11	4	»	»	39	51,1
Totaux ...	»	6	36	43	33	118	110	30	55	23	2	»	228	346,1

GÉOMÉTRIE. — *Sur des congruences rectilignes et sur le problème de Ribaucour.* Note de M. E. COSSERAT, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 29 janvier, M. A. Demoulin a rappelé l'attention sur des résultats obtenus par Halphen et Ribaucour. Il n'est pas inutile d'ajouter que les congruences  $(\Gamma_1)$  et  $(\Gamma_2)$  de M. Demoulin appartiennent à une même classe qui intervient utilement dans le problème de la déformation et à l'égard de laquelle Ribaucour <sup>(1)</sup> a énoncé, sans démonstration, des propositions générales; les théorèmes de Ribaucour ont été établis, d'une façon très élégante, par M. Bianchi <sup>(2)</sup>, dans un de ses plus beaux Mémoires. Dans un travail qui est actuellement à l'impression, j'ai repris la démonstration de ces mêmes théorèmes et j'ai énoncé, en me laissant guider par les *Leçons* de M. Darboux, une proposition qui est la réciproque de celle envisagée par Ribaucour et par M. Bianchi; il est bien aisé, en effet, d'établir le théorème suivant :

» *Pour qu'une congruence établisse une correspondance entre les asymptotiques des deux nappes  $(F_1)$  et  $(F_2)$  de la surface focale, il faut et il suffit que le produit des quatre rayons de courbure principaux des surfaces  $(F_1)$ ,  $(F_2)$  aux points correspondants  $F_1$ ,  $F_2$  soit égal à la quatrième puissance du quotient de la distance de ces deux points par le sinus de l'angle des plans focaux.*

» Cette proposition résulte immédiatement des formules que j'ai données dans un Mémoire antérieur; remarquons, en effet, que, dans le cas actuel, la représentation sphérique d'une droite de la congruence peut être supposée dépendre essentiellement de deux paramètres distincts; rapportons la congruence à ses développables; choisissons sur la normale à  $(F_1)$  en  $F_1$  un sens positif pour compter les segments, en sorte que les rayons de courbure principaux  $R_1$ ,  $R'_1$  aient des signes déterminés; opérons de même pour les rayons de courbure principaux  $R_2$ ,  $R'_2$  de  $(F_2)$  en  $F_2$ ; dans ces conditions, on a les formules <sup>(3)</sup>

$$R_1 R'_1 = \frac{4\rho g^2 \left( \frac{\partial \rho}{\partial u} + \rho \beta_1 \right)}{4(pq_1 - qp_1)^2}, \quad R_2 R'_2 = \frac{4\rho e^2 \left( \frac{\partial \rho}{\partial v} + \rho \beta \right)}{4_1(pq_1 - qp)^2}.$$

(1) *Étude des élastoïdes ou surface à courbure moyenne nulle*, § 187, p. 229.

(2) *Sopra alcune nuove classi di superficie e di sistemi tripli ortogonali*, p. 328, 329.

(3) *Sur les congruences de droites et sur la théorie des surfaces*, p. 20, 21 (Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse, t. VII).

» D'ailleurs, si  $V$  désigne l'un des angles des plans focaux, on a

$$\sin^2 V = \frac{(pq_1 - qp_1)^2}{e \cdot g}.$$

La relation

$$R_1 R_1' R_2 R_2' = \left( \frac{F_1 F_2}{\sin V} \right)^2$$

équivalent donc à la suivante

$$\left( \frac{\partial \log \alpha}{\partial u} + \beta_1 \right) \left( \frac{\partial \log \beta}{\partial v} + \beta \right) = \alpha_1 \gamma.$$

» Si l'on remarque que les asymptotiques de  $(F_1)$  et de  $(F_2)$  sont définies respectivement par les équations

$$\left( \frac{\partial \log \alpha}{\partial u} + \beta_1 \right) du^2 + \gamma dv^2 = 0,$$

$$\alpha_1 du^2 + \left( \frac{\partial \log \beta}{\partial v} + \beta \right) dv^2 = 0,$$

on voit que la proposition est établie.

» Si l'on compare la relation qui vient d'être établie avec celle que l'on trouve à la page 229 du Mémoire déjà cité de Ribaucour, il en résulte que, si l'on ramène à la forme

$$\frac{\partial^2 z}{\partial u \partial v} = \lambda z$$

l'équation dont dépend le problème de la déformation infinitésimale de  $(F_2)$ , cette équation se déduit de l'équation correspondante relative à  $(F_1)$  par la transformation de M. Moutard; cette conséquence n'est, d'ailleurs, qu'une forme différente d'une proposition bien connue de M. Guichard.

» Envisageons maintenant les congruences  $(\Gamma_3)$  de M. Demoulin, c'est-à-dire les congruences telles que les lignes asymptotiques de l'une des nappes de la surface focale correspondent aux lignes de courbure de l'autre nappe; adoptant pour définir  $R_1, R_1', R_2, R_2'$  les mêmes conventions que précédemment, on trouve dans ce cas qu'une des conditions du problème équivalent à la suivante

$$R_1 R_1' R_2 R_2' = - \left( \frac{F_1 F_2}{\sin V} \right)^2.$$

» J'appellerai en terminant l'attention sur une question intéressante, envisagée pour la première fois, je crois, par Ribaucour. Considérons une correspondance entre deux surfaces  $(A)$  et  $(B)$  telle qu'il existe une sphère tangente à ces surfaces aux points correspondants  $A$  et  $B$ ; on peut recher-

cher tous les cas dans lesquels une pareille correspondance peut donner une représentation conforme ou un tracé géographique avec conservation des angles de l'une des surfaces sur l'autre.

» Un exemple intéressant d'une pareille correspondance, en dehors des cas communs, nous est fournie par les *Leçons* de M. Darboux (t. II, p. 245); considérons, en effet, une sphère de rayon constant  $k$  dont le centre décrit une surface dont la courbure totale est constante et égale à  $\frac{1}{k^2}$ ; les deux nappes de l'enveloppe de cette sphère sont des surfaces dont la courbure moyenne est constante et qui répondent à la question.

» De même que dans le problème de M. Christoffel, l'étude de la congruence des droites AB donne ici des indications importantes. Laissons de côté les solutions correspondant aux hypothèses particulières suivantes : 1° les droites AB sont parallèles à une même direction; 2° elles passent par un même point; 3° les développables de la congruence engendrée par AB sont confondues; 4° elles découpent (A) et (B) suivant des lignes de longueur nulle. Ces solutions particulières étant écartées, on trouve bien facilement que les points A et B doivent être les centres de sphères de rayon nul se coupant suivant un cercle engendrant un système cyclique et que les développables de la congruence des droites AB doivent découper (A) et (B) suivant des systèmes orthogonaux. Ces conditions, qui sont nécessaires, sont d'ailleurs suffisantes.

» Remarquons, comme conséquence de ce qui précède, que, de l'existence de la solution particulière que nous avons puisée dans les *Leçons* de M. Darboux, résulte cette proposition bien connue de Ribaucour :

» *On obtient des systèmes cycliques pour lesquels les cercles sont tous égaux en prenant une surface quelconque à courbure totale constante  $-\frac{1}{R^2}$  et en décrivant, dans chaque plan tangent de cette surface et du point de contact comme centre, un cercle de rayon R.* »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une propriété caractéristique de l'élément linéaire des surfaces spirales.* Note de M. ALPHONSE DEMOULIN, présentée par M. Darboux.

« Soient (S) et (S<sub>1</sub>) deux surfaces qui se correspondent par orthogonalité des éléments, M un point quelconque de (S) et M<sub>1</sub> le point qui lui correspond sur (S<sub>1</sub>). Cherchons s'il est possible de choisir les surfaces (S)

et  $(S_1)$  de telle manière que les droites  $MM_1$  soient tangentes en  $M$  à la surface  $(S)$ .

» Rapportons la surface  $(S)$  aux courbes  $(v = \text{const.})$  auxquelles les droites  $MM_1$  seront tangentes, et à leurs courbes orthogonales  $(u = \text{const.})$ ; son élément linéaire sera de la forme

$$ds^2 = \Lambda^2 du^2 + C^2 dv^2.$$

» Soient  $Mx, My$  les tangentes aux lignes coordonnées et  $Mz$  la normale à la surface; les coordonnées du point  $M_1$ , par rapport aux axes  $Mx, My, Mz$ , sont  $x, 0, 0$ . On a, pour les composantes du déplacement infiniment petit du point  $M$

$$Adu, \quad Cdv, \quad 0,$$

et pour les composantes du déplacement correspondant du point  $M_1$  <sup>(1)</sup>

$$(1) \quad dx + Adu, \quad Cdv + (rdu + r_1 dv)x, \quad -(qdu + q_1 dv)x.$$

» Nous exprimerons toutes les conditions du problème en écrivant que ces deux déplacements sont rectangulaires, ce qui donnera

$$A dx du + \Lambda^2 du^2 + C^2 dv^2 + (r du + r_1 dv) C dv = 0.$$

» Cette égalité devant avoir lieu quels que soient  $du$  et  $dv$ , on en conclut

$$\frac{\partial x}{\partial u} + \Lambda = 0,$$

$$C + \frac{r}{\Lambda} \frac{\partial C}{\partial u} = 0,$$

$$A \frac{\partial x}{\partial v} - x \frac{\partial \Lambda}{\partial v} = 0.$$

L'intégration de ce système de trois équations aux inconnues  $A, C, x$  se fait sans difficulté, et l'on trouve

$$\Lambda = UV,$$

$$C = UV_1,$$

$$x = -UV,$$

$U$  désignant une fonction arbitraire de  $u$ , et  $V, V_1$  des fonctions arbitraires de  $v$ .

» Nous arrivons donc à cette conclusion : pour que la surface  $(S)$  satis-

(1) Voir G. DARBOUX, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 385.

fasse à la question, il est nécessaire et il suffit que son élément linéaire soit de la forme

$$ds^2 = U^2 V^2 du^2 + U^2 V_1^2 dv^2.$$

La surface (S) choisie, la surface (S<sub>1</sub>) sera le lieu du point M<sub>1</sub> (— UV, α, α).

» Si l'on pose

$$\int \frac{U' dv}{U} = z, \quad \int \frac{V_1}{V} ds = \beta.$$

l'élément linéaire ci-dessus devient

$$ds^2 = e^{2z} B(\beta) (dz^2 + d\beta^2),$$

B(β) étant une fonction arbitraire de son argument.

» On reconnaît là l'élément linéaire le plus général des surfaces spirales.

» Enfin, on démontrera aisément que le point M<sub>1</sub> est le centre de courbure géodésique, en M, de la courbe z = const., qui passe en ce point.

» Réunissant ces différents résultats, nous pouvons énoncer le théorème suivant :

» Soient (S) et (S<sub>1</sub>) deux surfaces qui se correspondent par orthogonalité des éléments. M et M<sub>1</sub> deux points correspondants. Si les droites MM<sub>1</sub> sont tangentes à la surface (S), celle-ci sera applicable sur une surface spirale. Son élément linéaire ayant été ramené à la forme

$$ds^2 = e^{2z} B(\beta) (dz^2 + d\beta^2),$$

les droites MM<sub>1</sub> seront tangentes aux lignes β = const., et un point quelconque M<sub>1</sub> de (S<sub>1</sub>) sera le centre de courbure géodésique en M de celle des courbes z = const. qui passe en ce point.

» Réciproquement, lorsqu'une surface (S) admet l'élément linéaire des surfaces spirales, savoir

$$ds^2 = e^{2z} B(\beta) dz^2 + d\beta^2,$$

les centres de courbure géodésique des lignes z = const. sont situés sur une surface (S<sub>1</sub>) qui correspond à (S) par orthogonalité des éléments. Un point quelconque M de (S) a pour correspondant le centre de courbure géodésique en M de celle des courbes z = const. qui passe en ce point.

» Nous terminerons cette Note en résolvant la question suivante :

» Deux surfaces (S) et (S<sub>1</sub>) peuvent-elles se correspondre par orthogonalité des éléments de telle manière que les droites MM<sub>1</sub>, qui joignent deux points correspondants, soient tangentes aux deux surfaces?

» D'après ce qui précède, ces surfaces, si elles existent, seront applicables sur des surfaces spirales. Soit

$$ds^2 = e^{2z} B(\varphi) (dz^2 + d\varphi^2)$$

l'élément linéaire de la surface (S). En exprimant, au moyen des formules (1), que la droite  $MM_1$  est tangente en  $M_1$  à la surface  $(S_1)$ , on trouve que les lignes de courbure de la surface (S) sont les lignes  $z' = \text{const.}$  et  $\varphi' = \text{const.}$  On déduit de là, par l'emploi des formules de Codazzi, que la surface (S) est nécessairement plane. Écartant cette solution banale, nous pouvons donc dire qu'il n'existe pas de congruence rectiligne établissant entre les deux nappes de sa surface focale une correspondance par orthogonalité des éléments. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des fonctions.*  
Note de M. **ÉMILE BOREL**, présentée par M. G. Darboux.

« Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer quelques résultats dont je dois publier prochainement la démonstration.

» I. Je considère les fonctions  $\varphi(z)$  représentées par une série de la forme  $\sum \frac{A_n}{(z-a_n)^{p_n}}$ , dans laquelle les  $z$  sont des nombres entiers limités et les  $A$  des quantités telles que la série  $\sum |A_n|$  soit convergente. Supposant les quantités  $a$  représentées par des points dans un plan, je considère les points  $a'$  dans le voisinage desquels se trouve une infinité de points  $a$ . Je suppose que les points  $a'$  forment au plus des lignes  $L$  et que les points  $a$  non situés sur ces lignes sont isolés ou ont des points limites isolés.

» La classe de fonctions ainsi définies possède certaines des propriétés les plus importantes des fonctions analytiques, considérées comme un ensemble de développements de Taylor. On sait que, si les séries  $\varphi(z)$  sont convergentes en tous les points d'une aire  $S$ , elles sont absolument et uniformément convergentes dans toute aire  $S'$  intérieure à  $S$ , ainsi que les séries des dérivées de leurs termes, qui sont des fonctions de même nature. De plus, si des fonctions telles que  $\varphi(z)$  sont liées par une relation algébrique vérifiée pour tous les points d'une aire  $S$ , cette relation est identique et par suite est vraie en tous les points où les séries sont convergentes. Nous pouvons donc convenir de dire que les séries  $\varphi(z)$  représentent la même fonction en tous les points où elles sont convergentes; cette définition n'est jamais



en contradiction avec celle du prolongement analytique au moyen de la série de Taylor.

» Il est nécessaire de dire quelques mots d'un résultat singulier obtenu par M. Poincaré et qui contredit en apparence ce qui précède. Nous allons voir que ce résultat provient de la difficulté qu'il y a à définir l'uniformité d'une fonction possédant une ligne singulière essentielle, même non fermée. Considérons une fonction  $\varphi(z)$  admettant comme ligne singulière  $L$  la partie positive de l'axe des quantités réelles, et soit  $g(z)$  une fonction uniforme quelconque, à singularités isolées. Il est clair que la fonction  $\psi(z) = \varphi(z) + g(z) \log z$  satisfait, ainsi d'ailleurs que  $\varphi(z)$ , à la définition usuelle des fonctions uniformes; on est ainsi conduit à admettre que la différence de deux fonctions uniformes peut être non uniforme. Il semble plus naturel ici de convenir de dire que les fonctions  $\varphi(z)$  sont uniformes et les fonctions telles que  $\psi(z)$  faussement uniformes. Le résultat de M. Poincaré s'explique maintenant aisément; posons  $\psi_1(z) = \varphi(-z) - g(z) \log z$ , il est clair que si l'on a dans la partie supérieure du plan (les déterminations de  $\log z$  étant convenablement choisies) l'égalité  $\psi + \psi_1 = \varphi(z) + \varphi(-z)$ , on aura dans la partie inférieure

$$\psi + \psi_1 = \varphi(z) + \varphi(-z) + 2i\pi g;$$

c'est le résultat de M. Poincaré; on voit qu'il ne présente plus rien de singulier et ne doit pas nous empêcher de dire que la série  $\varphi(z) + \varphi(-z)$  représente la même fonction dans tout le plan.

» D'ailleurs lorsqu'on donne le développement de Taylor d'une fonction appartenant à la classe des fonctions  $\varphi(z)$ , il est possible, au moins théoriquement, de reconnaître qu'elle appartient effectivement à cette classe de fonctions, et de calculer les  $a$  et les  $A$ , qui sont parfaitement déterminés.

» II. Considérons une série de la forme

$$\sum \frac{A_n}{z - a_n},$$

et supposons seulement que la série  $\Sigma |\sqrt{A_n}|$  soit convergente. Désignons par P et Q deux points qui ne coïncident, ni avec un point  $a$ , ni avec un point  $a'$ , limite de points  $a$ , et par S une aire simplement connexe comprenant à son intérieur les points P et Q.

» *Il est alors possible de tracer une infinité non dénombrable de courbes C, comprises en entier à l'intérieur de S, joignant les points P et Q et telles que, sur chacune de ces courbes, la série soit uniformément convergente et représente par suite une fonction continue.*

» Cette proposition peut d'ailleurs être généralisée.

» III. Pour démontrer la proposition précédente, je me suis appuyé sur

ce que si, dans un intervalle donné sur une droite, on a une infinité d'intervalles partiels donnés, dont la somme est inférieure à l'intervalle total, il y a une infinité non dénombrable de points de la droite qui n'appartiennent à aucun des intervalles partiels. On peut déduire de là que, étant donnée une suite de nombres positifs  $u_n$  tels que la série  $\sum \frac{u_n}{n}$  soit convergente, on peut trouver dans tout intervalle une infinité non dénombrable de nombres *irrationnels*  $\xi$  tels que l'inégalité

$$\left| \xi - \frac{p}{q} \right| < \frac{u_q}{q^2}$$

ne puisse être vérifiée que pour un nombre fini de fractions  $\frac{p}{q}$  à termes entiers. On sait que si l'on supposait  $u_n = 1$ ,  $\xi$  étant quelconque, toutes les réduites du développement de  $\xi$  en fraction continue vérifieraient cette inégalité.

» IV. Toute fonction de variable réelle admettant, dans un intervalle donné, des dérivées de tout ordre (et pouvant n'être développable en série de Taylor pour aucun point de l'intervalle), peut être représentée, dans tout cet intervalle, par la somme d'une série de puissances et d'une série de Fourier, telles que les dérivées de tout ordre de la fonction s'obtiennent en dérivant les séries terme à terme.

» V. On peut toujours trouver une fonction de variable réelle ayant des dérivées de tout ordre dans cet intervalle donné et telle que ses dérivées aient des valeurs données *quelconques* pour un point de l'intervalle.

» J'ai démontré ces deux dernières propositions en m'appuyant sur ce que, si l'on sait résoudre des équations linéaires (ici en nombre infini) quand les termes indépendants des inconnues sont suffisamment petits, il suffira de savoir les résoudre avec une certaine approximation pour savoir les résoudre en général. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Sur un théorème relatif aux fonctions harmoniques de plusieurs variables réelles. Note de M. **G.-D. D'ARONE**, présentée par M. Picard.

« Désignons par  $V(x, y, z)$  une fonction réelle des trois variables réelles  $x, y, z$ , finie et continue ainsi que les dérivées premières et secondes en tous les points de l'espace situés à distance finie, et qui satisfait

à l'équation de Laplace

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0.$$

» En désignant par  $V_0$  la valeur que la fonction acquiert à l'origine des coordonnées, et par  $V_1$  celle qu'elle prend au point de coordonnées  $x_1, y_1, z_1$ , on sait que ces valeurs sont représentées en fonction des valeurs de la fonction sur la sphère de rayon  $R$  avec centre à l'origine, par les formules classiques

$$(1) \quad V_0 = \frac{1}{4\pi} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} V \sin \theta \, d\theta \, d\psi,$$

$$(2) \quad V_1 = \frac{1}{4\pi} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \frac{R^2 - r^2}{(R^2 - 2Rr \cos \gamma + V^2)^{\frac{3}{2}}} V \sin \theta \, d\theta \, d\psi.$$

» Après ce que nous avons démontré dans une Note précédente <sup>(1)</sup>, la fonction  $V$  doit varier dans tout l'espace entre l'infini négatif et l'infini positif.

» Admettons que le produit  $VR^{-n}$ ,  $n$  étant un nombre entier et positif, devienne, pour des valeurs toujours croissantes de  $R$ , moindre que toute quantité donnée dans le champ où  $V$  est positive, et dénotons par  $I_\alpha, I_\beta$  les deux intégrales dans lesquelles se décompose le second membre de la formule (1). Supposons, pour fixer les idées, que l'indice  $\alpha$  appartienne à l'intégrale où la fonction  $V$  est positive, nous aurons

$$V_0 R^{-n} = I_\alpha R^{-n} - I_\beta R^{-n},$$

et en vertu de l'hypothèse admise on doit avoir

$$\lim_{R=\infty} I_\beta R^{-n} = 0.$$

» Cela pose, soit  $\varepsilon$  une quantité aussi petite que l'on veut, mais fixe, et soient  $\beta_1, \beta_2$  les parties de surface sphérique dans lesquelles se décompose la surface  $\beta$ ;  $\beta_1$  étant la partie de surface correspondante aux valeurs de  $VR^{-n}$  inférieures et égales à  $\varepsilon$ , et  $\beta_2$  la partie de surface où la fonction  $VR^{-n}$  est toujours plus grande que  $\varepsilon$ .

» Les deux surfaces  $\beta_1$  et  $\beta_2$  varient évidemment en variant  $R$  et les deux intégrales correspondantes :  $I_{\beta_1}, I_{\beta_2}$  doivent respectivement tendre vers zéro pour  $R$  croissant. Or la partie des surfaces sphériques  $\beta_2$  peut, quand  $R$  augmente indéfiniment et  $\varepsilon$  reste fixe, tendre vers zéro, ou rester toujours

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, 1892.

comprise entre deux limites positives fixes, différentes de zéro et pas coïncidentes. Dans la première hypothèse, il est évident, pour la continuité, que la fonction  $\mathbb{R}V^{-n}$ , quand  $\mathbb{R}$  croît indéfiniment, se maintiendra toujours plus petite qu'une quantité  $\varepsilon$  petite à volonté.

» En admettant la seconde hypothèse, on aura, pour des valeurs toujours croissantes de  $\mathbb{R}$ ,

$$\int_{\beta_2} \mathbb{R}^{-n} < \varepsilon \int_{\beta_2} \sin \theta \, d\mathcal{G} \, d\zeta,$$

puisque par l'hypothèse admise

$$\varepsilon \int_{\beta_2} \sin \theta \, d\theta \, d\zeta > 0, \quad \text{d'où} \quad \int_{\beta_2} (\mathbb{R}^{-n} - \varepsilon) \sin \theta \, d\theta \, d\zeta < 0,$$

ce qui forme une contradiction avec ce que nous avons admis, d'où nous pouvons affirmer :

» LEMME I. — Une fonction harmonique continue en tous les points à distance finie ne peut tendre vers l'infini positif et vers l'infini négatif d'une manière différente.

» Indiquant à présent pour  $P^{(n)}$  la fonction sphérique de l'ordre  $n$ , l'intégrale (2), à l'aide d'un développement connu, donne lieu à la formule connue,

$$V_1 = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{4\pi} \left(\frac{r}{\mathbb{R}}\right)^n \int_{-1}^{+1} d\mu \int_0^{2\pi} V P^{(n)} \cos \gamma \, d\psi$$

pour

$$\mu = -\cos \theta, \quad \cos \gamma = \cos \theta \cos \theta' + \sin \theta \sin \theta' \cos(\psi - \psi').$$

» Admettons que l'on ait

$$\lim_{\mathbb{R} \rightarrow \infty} \left| \frac{V}{\mathbb{R}^{m+1}} \right| = 0,$$

et décomposons le second membre de la formule (2) en deux parties, on a, puisque le premier membre ne dépend pas de la valeur de  $\mathbb{R}$ ,

$$3) \left\{ \begin{aligned} V_1 &= \lim_{\mathbb{R} \rightarrow \infty} \sum_{n=0}^m \frac{2n+1}{4\pi} \left(\frac{r}{\mathbb{R}}\right)^n \int_{-1}^{+1} d\mu \int_0^{2\pi} V P^{(n)} \cos \gamma \, d\psi \\ &+ \lim_{\mathbb{R} \rightarrow \infty} \sum_{n=m+1}^{\infty} \frac{2n+1}{4\pi} \frac{r^n}{\mathbb{R}^{n-(m+1)}} \int_{-1}^{+1} d\mu \int_0^{2\pi} \frac{V}{\mathbb{R}^{m+1}} P^{(n)}(\cos \gamma) \, d\psi. \end{aligned} \right.$$

» Mais, par l'hypothèse faite sur le rapport  $\frac{V}{\mathbb{R}^{m+1}}$  et puisque  $P^{(n)}(\cos \gamma) < 1$ , on en tire qu'il est toujours possible de choisir, pour une valeur déter-

minée de  $\varepsilon$  petite à volonté, une valeur de  $g$  telle que l'on ait pour toutes les valeurs de  $R$  qui satisfont à l'inégalité  $R > g$  :

$$\frac{1}{4\pi} \int_{-1}^{+1} d\psi \int_0^{2\pi} \frac{V}{R^{m+1}} P^{(m)}(\cos \gamma) d\psi < \varepsilon.$$

D'autre part,  $R$  étant arbitrairement grand, on peut rendre la série

$$\sum_{n=m+1}^{\infty} \frac{(2n+1)r^n}{R^{n-(m+1)}}$$

convergente et, par suite,

$$\lim_{R \rightarrow \infty} \sum_{n=m+1}^{\infty} \frac{2n+1}{4\pi} \left(\frac{r}{R}\right)^n \int_{-1}^{+1} d\psi \int_0^{2\pi} VP^{(m)}(\cos \gamma) d\psi = 0.$$

En considérant la première partie de la somme (3) et en y substituant pour  $P^{(m)}(\cos \gamma)$  le développement connu

$$P^{(m)}(\cos \gamma) = \sum_{\nu=0}^n (-1)^\nu a_\nu^{(m)} [G_\nu^n(\theta, \varphi) G_\nu^n(\theta_1, \varphi_1) + S_\nu^n(\theta, \varphi) S_\nu^n(\theta_1, \varphi_1)],$$

où les fonctions  $G$  et  $S$  sont, comme on sait, des fonctions entières de degré  $n$  de  $\cos \theta$ ,  $\sin \theta \cos \varphi$ ,  $\sin \theta \sin \varphi$  et  $a_\nu^n$  des constantes numériques, et représentant par  $A_n$  et  $B_n$  des constantes dont l'expression s'obtiendrait sans peine, on a

$$V_1 = \sum_{n=0}^m (2n+1) \left[ \sum_{\nu=0}^n (-1)^\nu a_\nu^n V^n G_\nu^n(\theta_1, \varphi_1) A_n + \sum_{\nu=0}^n (-1)^\nu a_\nu^{(m)} V^n S_\nu^n(\theta_1, \varphi_1) B_n \right].$$

Mais les produits  $r^n G_\nu^n(\theta_1, \varphi_1)$ ,  $r^n S_\nu^n(\theta_1, \varphi_1)$  sont des fonctions entières de degré  $n$ ; donc nous pouvons affirmer :

» LEMME II. — *Si une fonction harmonique est telle que son rapport à une puissance entière et positive du rayon vecteur a pour limite zéro quand le rayon vecteur augmente indéfiniment, la fonction se réduit à un polynome.*

» Les deux lemmes sont suffisants pour démontrer le théorème suivant :

» THÉORÈME. — *Si une fonction harmonique est telle que son rapport à une puissance entière et positive du rayon vecteur ne varie pas entre l'infini négatif et l'infini positif quand le rayon vecteur croît au delà de toute limite, la fonction doit nécessairement se réduire à un polynome.* »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur le mode de combustion des explosifs balistiques.* Note de M. PAUL VIEILLE, présentée par M. Sarrau.

« Les formules de M. Sarrau établissent des relations nécessaires entre les effets balistiques obtenus dans une arme et les éléments nombreux qui interviennent dans le tir. Parmi ces éléments, les uns définissent la bouche à feu et les conditions de son chargement, les autres sont relatifs à la nature de l'explosif utilisé dans l'arme et à son mode de fonctionnement.

» Mais, tandis que les éléments qui définissent l'arme et les conditions du chargement sont purement géométriques et directement mesurables, ceux qui définissent la poudre au point de vue balistique ne peuvent être déduits *a priori*, ni des caractères physiques de l'échantillon, ni de la connaissance de sa composition chimique.

» En fait, jusqu'à ce jour, c'est au tir préalable de cet échantillon dans une arme connue que l'on demande les éléments caractéristiques de l'explosif, qui permettent ensuite le calcul *a priori* de ses effets dans une arme quelconque. Cette sujétion conduit, notamment dans l'étude des poudres lentes, dont le fonctionnement balistique normal n'est assuré que par le tir de fortes charges, à la fabrication préalable d'échantillons importants et à des essais onéreux. Nous nous sommes proposé de demander à des essais de laboratoire, ne portant que sur des quantités très restreintes d'explosif, et ne nécessitant ni polygone ni matériel important, les éléments caractéristiques nécessaires à la prévision des effets balistiques d'un explosif réalisé sous forme de simple échantillon.

» Cette idée n'est pas nouvelle. Dès 1833, Piobert avait cherché à ramener la prévision des effets des poudres dans les armes, à la détermination d'une donnée expérimentale facile à obtenir directement, la vitesse de combustion des poudres à l'air libre. Il admettait que, pour les matières ordinairement employées à la fabrication des poudres, la combustion par couches parallèles, que l'on observe à l'air libre, subsistait sous les hautes pressions développées dans les bouches à feu. Il avait également conclu d'expériences forcément grossières, étant donnés les moyens d'investigation de cette époque, que la pression n'influaient pas sur la vitesse de combustion des poudres usuelles.

» Cette dernière hypothèse est depuis longtemps reconnue inexacte : tous les auteurs s'accordent à faire varier la vitesse de combustion suivant

une puissance de la pression dont l'exposant est notable, bien que variable entre de larges limites suivant les expérimentateurs,  $\frac{1}{4}$  d'après le capitaine Rovel et 1 d'après MM. Sebert et Hugoniot. Quant à la première hypothèse de Piobert, relative au mode de combustion des poudres par couches parallèles, elle a été généralement admise jusqu'à ce jour, au moins pour les poudres de fabrication moderne dont la densité est supérieure à 1800, et elle a constitué la base de la théorie des poudres à gros grains, utilisées dans les armes de gros calibre, bien que les résultats balistiques observés ne permettent pas de la considérer comme rigoureuse.

» En résumé, le mécanisme intime du fonctionnement des poudres est encore mal connu et aucune étude systématique, portant sur le mode de combustion des matières soumises à des pressions de plusieurs milliers d'atmosphères, n'a encore été tentée à notre connaissance.

» Nous nous sommes proposé de reprendre suivant la méthode de Piobert l'étude de l'influence qu'exercent les divers éléments de la fabrication des poudres sur leur mode de combustion, mais en opérant cette combustion non pas à l'air libre, mais sous des pressions comparables à celles qui sont réalisées dans les bouches à feu. A cet effet, nous étudions la loi de développement des pressions produites par la combustion des explosifs dans une éprouvette close et résistante.

» Les conditions de cette combustion ne sont pas identiques à celles qui se trouvent réalisées dans une bouche à feu. Dans nos essais, la pression est constamment croissante jusqu'à la fin de la combustion ; elle ne dépend, à chaque instant, que de la fraction de la charge brûlée, contrairement à ce qui se passe dans un canon, où le déplacement du projectile intervient à chaque instant dans la valeur de la pression.

» Ces conditions de combustion sont donc beaucoup plus simples que celles de la combustion dans les armes, bien qu'elles permettent de faire fonctionner la poudre sous les mêmes pressions : les résultats obtenus sont indépendants de toute hypothèse relative aux phénomènes de détente des gaz et à la valeur des chaleurs spécifiques.

» Enfin cette méthode permet d'opérer silencieusement, dans un laboratoire, sur des charges restreintes, susceptibles de recevoir des modifications physiques ou chimiques qu'il serait impraticable d'appliquer en grand aux charges en usage dans les bouches à feu.

» Un nombre considérable d'expériences a déjà été effectué dans ces conditions et les principaux résultats de nos recherches ont été obtenus il y a une dizaine d'années ; nous espérons en faire l'objet d'une prochaine Communication. »

ELECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité des substances conductrices discontinues.*  
 Note de M. ÉDOUARD BRANLY.

« M. Croft et M. Minchin ont reproduit successivement devant la Société de Physique de Londres, le 27 octobre et le 24 novembre 1893, une expérience que j'ai communiquée à l'Académie il y a quelque temps déjà (24 novembre 1890 et 12 janvier 1891) sur une conductibilité spéciale des poudres métalliques par influence électrique. M. Olivier Lodge vient de proposer une explication de cette expérience (*Philosophical Magazine*, janvier 1894).

» Pour éviter des discussions qu'une connaissance incomplète des phénomènes pourrait soulever, il me paraît nécessaire de résumer succinctement les principaux faits que j'ai reconnus et qui sont jusqu'ici dispersés.

» I. *Substances observées.* — 1° Métal en limaille ou en poudre placé dans un tube isolant; métal pulvérisé appliqué en couche très mince sur une plaque isolante. 2° Mélanges de poudres conductrices et isolantes contenus dans un tube d'ébonite et soumis parfois à d'énergiques pressions. 3° Mélanges solidifiés par fusion de conducteurs et d'isolants pulvérisés formant des plaques ou des cylindres et offrant souvent la *compacité et la dureté du marbre* (métaux avec soufre, résine, baumes, ozokérite, cires, etc.). 4° Conducteurs discontinus de natures diverses.

» II. *Mode opératoire.* — Les extrémités du corps essayé sont terminées par des conducteurs métalliques reliés au circuit d'un élément Daniell. L'accroissement de conductibilité est obtenu soit en réunissant un instant les extrémités de la colonne aux deux pôles d'une pile d'un grand nombre d'éléments, soit par des décharges électriques à distance, soit par contact avec un condensateur chargé ou avec le fil induit d'une bobine d'induction. Pourvu que la substance se prolonge par des conducteurs, il est indifférent que son circuit soit ouvert ou fermé; l'action n'a plus lieu lorsque la substance sensible est enfermée dans une cage métallique, s'il ne sort de cette cage aucun conducteur relié à la substance.

» III. *Caractères de la conductibilité.* — La conductibilité devient le plus souvent très grande, elle croît avec l'action influente et peut persister plusieurs jours. Après qu'une première conductibilité a été obtenue et a disparu, une action électrique notablement plus faible que celle qui a produit le premier effet devient suffisante et la susceptibilité à la conductibilité est surprenante. Le choc dans certains cas, la chaleur dans tous les cas fait cesser très vite cette conductibilité. Il suffit parfois d'une très faible élévation de température.

» Ayant répété ces jours derniers ces expériences, j'ai rencontré divers résultats qui me paraissent dignes d'attention. Je choisis deux expériences.



» 1<sup>o</sup> J'ai pu rendre conducteur un mélange intime de 1 de plombagine et 10 de poudre de lycopode (en poids) fortement comprimé entre les mâchoires d'un étai. Il en a été de même pour un mélange de 2<sup>gr</sup> de cuivre porphyrisé et de 10<sup>gr</sup> de poudre de lycopode (épaisseur de la couche conductrice après la compression : 2<sup>mm</sup>).

» En augmentant ensuite graduellement dans ce dernier cas la proportion de poudre de lycopode, la conductibilité a constamment diminué, elle a fini par ne persister que très peu de temps après avoir été produite, puis elle n'a plus persisté même après de fortes décharges de condensateur.

» 2<sup>o</sup> Jusq'ici le seul effet de la chaleur que j'avais observé avait été de supprimer sans retour la conductibilité acquise par influence électrique. J'ai pu mettre en évidence la réapparition spontanée de la conductibilité dans un certain nombre de cas où la chaleur l'avait fait disparaître.

» Soit un cylindre solide de soufre et de limaille fine d'aluminium parties égales) mélangés par fusion. Pas de conductibilité. Mélange rendu conducteur par contact avec une armature d'un condensateur peu chargé. On fait disparaître complètement la conductibilité en chauffant. La source de chaleur est retirée, la conductibilité revient après quelques instants : ces alternatives sont reproduites un grand nombre de fois. On laisse ensuite la chaleur agir pendant une minute après que la conductibilité a disparu, il faut attendre plus de cinq minutes pour voir réapparaitre la conductibilité. Il faut une attente plus longue si l'action calorifique est maintenue pendant deux minutes après la disparition de la conductibilité. La conductibilité ne réapparait plus si l'action de la chaleur a été poursuivie pendant trois minutes.

» D'après l'observation de l'ensemble des faits, deux hypothèses me paraissent susceptibles d'expliquer ces phénomènes.

» 1<sup>o</sup> Ou l'isolant interposé entre les particules conductrices devient conducteur par l'action passagère d'un courant de haut potentiel et les divers phénomènes observés caractérisent la conductibilité de l'isolant;

» 2<sup>o</sup> Ou bien on peut regarder comme démontré qu'il n'est pas nécessaire que les particules d'un conducteur soient en contact pour livrer passage à un courant électrique même faible; la distance pour laquelle la conductibilité électrique persistante a lieu dépend de l'énergie des effets électriques antérieurs. Dans ce cas, l'isolant sert principalement à maintenir un certain intervalle entre les particules. »

CHIMIE. — *Sur la fusibilité des mélanges salins isomorphes.*

Note de M. H. LE CHATELIER.

« Aucune des lois de la solubilité ne nous est encore connue d'une façon rigoureuse; nous sommes seulement arrivés jusqu'ici à démêler quelques lois limites dont l'exactitude n'est un peu approchée que pour des solutions moyennement diluées : telles la loi de solubilité des gaz de Henry, la loi d'abaissement des tensions de vapeur et des points de congélation de Raoult, la loi des chaleurs latentes de cristallisation que j'ai déduite des principes de la Thermodynamique. La raison de cette ignorance tient à deux causes : en premier lieu elle doit être attribuée à l'influence des idées de Prout qui a détourné pendant bien longtemps les chimistes d'étudier un peu sérieusement les phénomènes qui ne sont pas régis par la loi des proportions définies; en second lieu, il s'est trouvé que les dissolvants les plus usuels dans les laboratoires et qui devaient naturellement être étudiés les premiers, l'eau, l'alcool, l'acide acétique, présentent une constitution moléculaire anormale, qui complique extraordinairement les phénomènes dont ils sont le siège.

» On peut, en effet, considérer comme bien établi que les variables indépendantes les plus avantageuses pour définir la composition d'un mélange sont les rapports des nombres de molécules de chaque corps au nombre total de molécules du mélange; cela est démontré pour les gaz, il doit nécessairement en être de même pour les liquides en raison de la continuité des divers états de la matière. Or l'eau, l'alcool, l'acide acétique sont, d'après les expériences sur les tensions capillaires de M. Ramsay, constitués dans l'état liquide par un mélange de molécules inégalement condensées dont la proportion varie d'une façon continue avec la température et la dilution. En attribuant à ces liquides le poids moléculaire de leur vapeur on ne peut arriver à aucun résultat satisfaisant. Parmi les expériences déjà faites sur la solubilité, les seules dont on puisse espérer tirer quelques conséquences utiles sont celles dans lesquelles le dissolvant employé a été la benzine, le sulfure de carbone, l'éther et autres liquides à poids moléculaire normal.

» On sait que parmi les dissolutions celles qui semblent présenter le plus d'anomalies sont les dissolutions aqueuses des sels métalliques; pour en expliquer les propriétés, on a été conduit à leur attribuer une constitution hypothétique absolument extraordinaire. Laisant de côté toute espèce d'hypothèses, je me suis proposé d'étudier au point de vue pure-

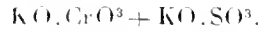
ment expérimental la part qui pouvait revenir dans les propriétés des solutions salines, soit aux sels, soit à l'eau. Sachant déjà que la constitution de l'eau est anormale, je l'ai provisoirement laissée de côté et j'ai pris l'étude de la solubilité mutuelle des sels entre eux, c'est-à-dire, ce qui revient au même, l'étude de la fusibilité des mélanges salins. Je n'ai pas besoin de rappeler que la distinction faite habituellement entre le corps dissolvant et le corps dissous est purement fictive; les corps mêlés dans une dissolution jouent les uns et les autres le même rôle; la congélation et la cristallisation sont des phénomènes de nature identique. C'est ainsi que la loi que j'avais donnée pour les chaleurs latentes de cristallisation a pu être étendue immédiatement par M. Van't Hoff aux chaleurs latentes de congélation.

» Je me propose dans cette première Note d'étudier les températures de cristallisation des mélanges salins isomorphes. J'appelle *isomorphes* les corps qui ont la propriété, quelle que soit d'ailleurs leur constitution chimique, de cristalliser ensemble en proportions variant d'une façon continue. Mes expériences ont porté sur des couples salins dont l'isomorphisme m'avait été signalé par M. Wyrouboff, ou dont l'isomorphisme pouvait paraître vraisemblable en raison des analogies chimiques.

» Pour faire ces expériences les mélanges de sels en proportions connues étaient fondus au four Forquignon, dans un petit creuset de platine. La fusion obtenue, on arrêtait la soufflerie et on laissait refroidir en agitant le mélange avec l'extrémité d'un couple thermoélectrique; on notait la température (1) à laquelle apparaissaient les premiers cristaux. A ces températures élevées les phénomènes de sursaturation sont assez rares; j'aurai cependant l'occasion d'en signaler quelques-uns dans une communication ultérieure. Les Tableaux à courbes ci-dessous donnent les températures de cristallisation de mélanges dont la composition est définie par le rapport au nombre total de molécules du mélange, du nombre de molécules de celui des sels qui est inscrit à la droite du Tableau.

KO.CO <sup>2</sup> + NaO.CO <sup>2</sup> .							
0	0,20	0,38	0,55	0,65	0,79	1	
860	770	715	690	700	740	820	
NaO.SO <sup>3</sup> + KO.SO <sup>3</sup> .							
0	0,11	0,14	0,20	0,33	0,50	0,75	1
860	830	825	815	830	855	940	1045

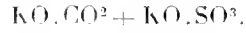
(1) Je rappelle que je définis l'échelle des températures au moyen des points de fusion des métaux déterminés par M. Violle, c'est-à-dire que je prends les points de fusion de l'or à 1045°. En Allemagne on prend pour la même graduation le point de fusion de l'or à 1070°, soit 25° plus haut, différence dont il faut tenir compte dans les comparaisons des résultats expérimentaux.



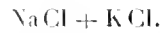
0	0,15	0,33	0,50	0,66	1
940	950	960	985	1000	1045



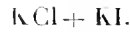
0	0,33	0,50	0,67	0,78	1
860	810	800	790	795	820



0	0,33	0,40	0,50	0,67	0,75	1
860	880	900	920	960	980	1045



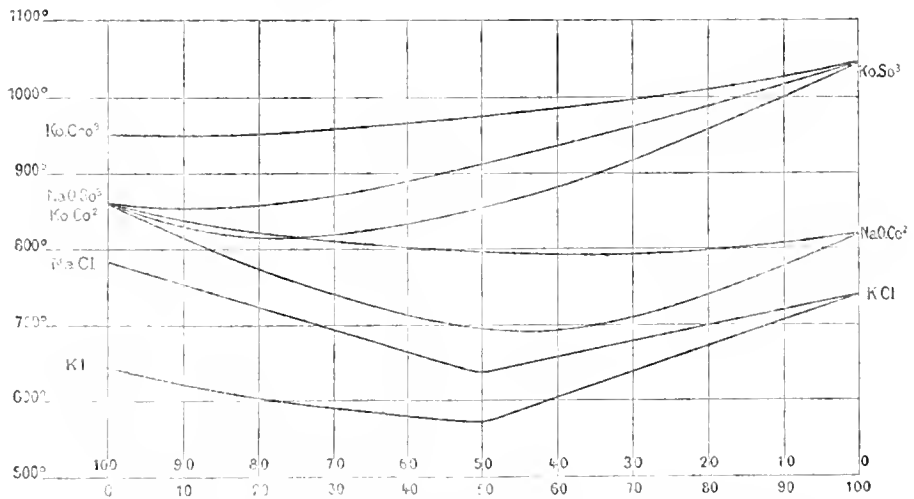
0	0,42	0,45	0,50	0,74	1
780	660	650	640	690	740



0	0,17	0,33	0,50	0,67	0,80	1
640	610	590	580	630	680	740

» Les données numériques sont résumées dans les courbes ci-dessous.

*Fusibilité des mélanges salins isomorphes.*



» Je donnerai dans une prochaine Communication des résultats analogues obtenus avec des mélanges ternaires et quaternaires et j'indiquerai les conséquences qui découlent de l'ensemble de ces expériences. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'assimilation de l'azote gazeux de l'atmosphère par les microbes.* Note de M. S. WINOGRADSKY, présentée par M. Duclaux.

« Dans ma Note du 12 juin 1893, j'ai fait voir qu'il est facile de trouver dans le sol des microbes fixateurs d'azote, en cultivant les microbes de la terre dans un liquide nutritif rigoureusement privé d'azote combiné.

» Par des procédés simples d'épuration, je suis arrivé à avoir dans mes cultures un mélange de trois bacilles seulement, qui m'a servi à plusieurs expériences. De ces trois espèces évidemment adaptées à la vie dans un milieu très pauvre en azote, une seule paraissait douée de la fonction d'assimiler l'azote gazeux.

» Avant de parler des cultures pures de ce microbe, que j'ai fini par obtenir, je me permettrai de rapporter encore quelques expériences de cultures impures, souvent instructives à plusieurs points de vue.

» Toutes ces cultures, à l'exception de quatre (1<sup>re</sup> série, n<sup>os</sup> 3-6), ont été faites dans des matras coniques à fond plat, l'épaisseur du liquide n'excédant pas 8<sup>mm</sup> à 9<sup>mm</sup>. La composition du liquide était toujours la même, sauf qu'on variait les quantités de dextrose ou qu'on ajoutait de l'azote combiné sous forme de sulfate d'ammoniaque. Il y avait toujours du carbonate de chaux en léger excès. Pour faire l'analyse, on attendait toujours la décomposition complète de la glucose.

*Première série.*

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Dextrose en grammes.....	2,0	4,0	2,0	2,0	10,0	20,0
Azote en milligr. {	initial..	0,0	0,0	0,0	2,1	2,1
	final...	5,9	9,7	3,9	4,9	17,8
	gain...	5,9	9,7	3,9	4,9	15,7

*Deuxième série.*

	1.	2.	3.	4.
Dextrose en grammes.....	1,0	2,0	3,0	4,0
Azote en milligr. {	initial..	10,6	10,6	10,6
	final...	10,6	11,4	14,3
	gain...	0,0	0,8	3,7

*Troisième série.*

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Dextrose en grammes.....	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Azote en milligr. {	initial..	2,1	4,2	6,4	8,5	17,0
	final...	9,1	9,2	11,9	12,1	17,3
	gain...	7,0	5,0	5,5	3,6	0,3

» En examinant les nombres de la première série, on voit que, dans un milieu dépourvu d'azote ou n'en contenant que des traces, le gain d'azote est sensiblement proportionnel à la quantité de glucose décomposée. Cependant le rapport de ces quantités ne reste le même que dans des conditions de culture tout à fait semblables. Ainsi, cette série se compose de trois lots, contenant chacun deux cultures parallèles : dans le premier lot (n<sup>os</sup> 1 et 2), le gain d'azote est de 2,5 à 3,0 pour 1000 de glucose, nombre parfaitement concordant avec plusieurs autres expériences du même genre; dans le second lot (n<sup>os</sup> 3 et 4), différant du premier par la moindre aération du liquide, ce gain n'atteint que 2,0 à 2,5 pour 1000 de glucose; enfin dans le troisième lot (n<sup>os</sup> 5 et 6), qui diffère des autres sous plusieurs rapports, le gain d'azote tombe jusqu'à 1,5 pour 1000 de glucose.

» Les chiffres des séries 2 et 3 montrent l'effet de la présence de l'azote combiné dans le milieu : le gain d'azote devient alors moins régulier et ses conditions plus compliquées. D'un côté (série 2), pour une dose donnée d'azote ammoniacal, il faut élever la dose de sucre jusqu'à un certain degré pour avoir un gain d'azote; d'un autre côté (série 3), en présence d'une dose relativement élevée de sucre, ce gain est ramené à zéro, quand la dose d'azote ammoniacal atteint une certaine importance. Bref, le gain d'azote dépend alors du rapport de la quantité de l'azote combiné à la quantité de glucose. Ce rapport, comme le montrent les deux séries de chiffres assez concordants, doit rester au-dessous de  $\frac{6}{1000}$  pour qu'un gain d'azote soit réalisable.

» Pour isoler le bacille qu'on croyait être l'agent de la fixation de l'azote gazeux, on a eu recours, après plusieurs insuccès, à des procédés de culture anaérobie. Ce mode d'expérimentation, qui paraissait en contradiction flagrante avec le fait de la croissance du bacille dans un liquide bien aéré pendant dix mois, a été suggéré par les deux considérations suivantes : 1<sup>o</sup> que le bacille est un ferment butyrique assez typique, et 2<sup>o</sup> que, dans les conditions de culture impure, l'association à des microbes aérobies pouvait le préserver de l'oxygène de l'air. En effet, l'emploi de la méthode de M. E. Roux, culture dans le vile en tubes scellés à la lampe, avec des tranches de carotte comme milieu solide, a permis d'atteindre facilement le but proposé.

» Ensemencé maintenant à l'état de pureté dans le même liquide sucré, exposé à l'air en couche mince, le bacille a refusé de croître. Toutes les cultures restaient stériles indéfiniment; mais, si l'on y introduisait les deux

autres bacilles ou même quelque mucédinée vulgaire, la fermentation et le développement du bacille spécifique commençaient bientôt.

C'est là une condition que ce bacille, très répandu dans le sol, y trouve partout réalisée, et il me semble que ce fait jette un jour nouveau sur les causes du pullulement des anaérobies vrais dans un milieu si bien aéré que la terre.

» Le caractère anaérobie du bacille est encore démontré parce qu'il fait fermenter la glucose à l'abri de l'air, à condition d'ajouter un peu d'azote ammoniacal.

» Dès lors, pour provoquer la fixation de l'azote gazeux par ce microbe, à l'état de pureté, on a dû s'arrêter aux conditions de culture suivantes : liquide sucré exempt d'azote combiné, en couche peu profonde et en contact avec une atmosphère d'azote pur. La croissance et la fermentation dans ces conditions sont des plus énergiques.

» Je ne citerai ici que deux expériences de ce genre, avec des doses plus fortes de glucose.

	1.	2.
Dextrose en grammes . . . . .	20,0	20,0
Azote en milligrammes	initial . . . . .	0,0
	gain . . . . .	28,0
		24,7

» Aux propriétés de ce bacille, j'ajouterai qu'il ne pousse pas dans le bouillon, ni dans la gélatine.

» Quant aux produits de la fermentation de la glucose, les principaux sont : l'acide butyrique, acétique, l'acide carbonique et l'hydrogène.

» Je ferai remarquer surtout que les gaz de fermentation sont très riches en hydrogène : ils en contiennent quelquefois jusqu'à 70 pour 100.

» En terminant, je ne puis m'empêcher de souligner les quelques indications sur le caractère chimique du phénomène de la fixation de l'azote gazeux, qui se dégagent de l'ensemble des faits observés. Pour les résumer en peu de mots, je dirai que, dans notre cas, le phénomène apparaît comme l'effet de la rencontre de l'azote gazeux et de l'hydrogène naissant au sein du protoplasma vivant, et il est permis de supposer que la synthèse de l'ammoniaque pourrait en être le résultat immédiat. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la propriété antitoxique du sang des animaux vaccinés contre le venin de vipère.* Note de MM. C. PUISALIX et G. BERTRAND, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Communication (1), nous montrons que le venin de vipère convenablement chauffé est doué de propriétés vaccinales. Ces propriétés ne se manifestent pas, chez l'animal vacciné, aussitôt après l'inoculation ; il faut un certain temps pour atteindre ce résultat. Sur une série de cobayes auxquels on a injecté la même dose d'*échidno-vaccin*, on fait l'inoculation d'épreuve après vingt-quatre, trente-six et quarante-huit heures. Or, tandis que le premier cobaye meurt aussi rapidement qu'un cobaye témoin, le deuxième résiste deux jours et le troisième survit. L'immunisation n'est donc pas produite directement par la matière vaccinale, elle résulte d'une réaction de l'organisme. Ce mécanisme rappelle l'action de la toxine tétanique que MM. Courmont et Doyon (2) ont rapprochée de celle des ferments.

» L'*échidno-vaccin* provoque la formation dans le sang d'une substance antitoxique. Nous le démontrons de la manière suivante : des cobayes vaccinés sont sacrifiés quarante-huit heures après l'injection. Le sang défibriné ou le sérum mélangé avec du venin est inoculé à des cobayes neufs dans la cavité péritonéale. Dans ces conditions, ces cobayes résistent parfaitement. Voici, du reste, une de nos expériences :

» Le 21 janvier, à 4<sup>h</sup>, on inocule deux cobayes de 590<sup>gr</sup> et de 580<sup>gr</sup> avec du venin chauffé à 75° pendant cinq minutes. Ils ont reçu chacun, sous la peau des cuisses, une dose de ce vaccin correspondant à 0<sup>mg</sup>,5 de venin sec. Ces animaux ont présenté de faibles symptômes d'échidnisme : mouvements nauséux, léger abaissement passager de la température, un peu d'œdème à la partie inférieure de l'abdomen. Le 23 janvier, l'œdème a complètement disparu. Le 24, on sacrifie ces deux cobayes par la saignée et le sang défibriné est mélangé à la dose de 15<sup>cc</sup> avec 0<sup>mg</sup>,3 de venin (supposé sec). Ce mélange est injecté à 11<sup>h</sup>15<sup>m</sup> dans la cavité péritonéale d'un cobaye femelle du poids de 475<sup>gr</sup>.

---

(1) *Comptes rendus*, 5 février 1894.

(2) *Bull. Soc. Biologie*, mars 1893.



Température.		Observations.	
Avant l'injection . . . . .	10.52 <sup>h m</sup>	39,7	<i>Pas de mouvements nauséeux.</i>
Après l'injection . . . . .	11.30	39,1	A 1 <sup>h</sup> , on constate un peu d'œdème
» . . . . .	11.45	39,2	sous la peau au point d'inocula-
» . . . . .	12.00	39,3	tion. L'animal reste très vif jus-
» . . . . .	1.00	39,8	qu'au soir. Le 25 janvier au matin
» . . . . .	2.20	40,0	l'œdème a complètement disparu.
» . . . . .	3.40	40,0	La température reste élevée : à
» . . . . .	4.35	40,2	10 <sup>h</sup> = 40,8. Le poids a diminué
» . . . . .	5.35	40,6	= 450 <sup>gr</sup> ; mais, les jours suivants,
» . . . . .	6.45	40,5	la température est redevenue nor-
			male et le poids reste stationnaire
			à 450.

» Le 10 février, ce cobaye est très bien portant.

» Dans d'autres expériences, nous avons modifié les conditions en augmentant la dose d'*échidno-vaccin* (1) dans le but d'accroître le pouvoir antitoxique. On peut alors dépasser notablement la dose mortelle de venin et inoculer sans danger 0<sup>mgr</sup>, 5 de celui-ci mélangé à 12<sup>cc</sup> de sérum antitoxique; nous sommes persuadés qu'on pourrait aller beaucoup plus loin, mais, notre réserve de venin s'épuisant, nous renvoyons à plus tard ces expériences secondaires. Inversement, on peut diminuer la quantité de sérum antitoxique dans le mélange, sans modifier les résultats. C'est ainsi que nous avons pu inoculer à un cobaye, du poids de 380<sup>gr</sup>, 0<sup>mgr</sup>, 3 de venin dilué dans 3<sup>cc</sup> de sérum antitoxique sans occasionner d'autre trouble qu'un abaissement passager de la température : 1<sup>o</sup>, 7 (2). Au-dessous de 3<sup>cc</sup>, l'action antitoxique du sang diminue progressivement. Nous ferons remarquer ici que le sérum d'un cobaye vacciné permet de neutraliser chez des cobayes neufs les effets d'une quantité de venin beaucoup plus grande qu'il ne pourrait le faire chez cet animal lui-même; il semble que la réaction vaccinale diminue la résistance de l'organisme. Notons également que les cobayes immunisés avec du sérum antitoxique conservent assez longtemps leur immunité.

» Comme on peut le prévoir, d'après ces expériences, la puissance antitoxique du sang est susceptible d'être augmentée dans des proportions

(1) 0<sup>mgr</sup>, 6 de venin chauffé cinq minutes à 80°. Le vaccin ainsi préparé ne détermine plus d'accident, et l'on peut quelques jours après une première injection en faire une seconde, sans crainte, avec des doses considérables de vaccin.

(2) Nous avons vérifié que le sang d'un cobaye non vacciné mélangé avec du venin n'en modifiait pas l'action physiologique.

considérables. On sait, du reste, qu'il en est de même pour les animaux immunisés contre le tétanos. Ce pouvoir antitoxique varie aussi suivant le mode d'immunisation. C'est ainsi que du sang de cobayes immunisés par accoutumance possède cette propriété, mais à un degré beaucoup plus faible que celui des animaux immunisés par notre vaccination. En employant cette dernière méthode, qui n'offre aucun danger et qui permet d'inoculer des doses croissantes d'échidno-vaccin, nous espérons obtenir des modifications du sang suffisamment intenses pour qu'il puisse être utilisé comme agent thérapeutique. Quelques résultats favorables nous encouragent dans cette voie, mais nous attendrons, avant de donner des conclusions définitives, d'avoir réuni un plus grand nombre d'expériences (1). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur l'anatomie et le développement de l'armure génitale femelle des Insectes lépidoptères* (2). Note de M. A. PEYTOUREAU, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'armure génitale femelle des Insectes lépidoptères a été, dans ces dernières années, l'objet de monographies qui, bien que très complètes, ne paraissent cependant avoir jeté que peu de jour sur la valeur morphologique des pièces solides. Les auteurs qui se sont occupés de cette étude ont négligé d'observer les transformations des derniers segments abdominaux pendant la vie nymphale : de là résultent les obscurités et les contradictions que l'on constate dans ces Mémoires.

» Les divers types adultes que j'ai étudiés sont tous, à part de très légères modifications spécifiques, constitués d'après une unité de plan qui résulte de l'homogénéité même de l'ordre tout entier.

» Si l'on examine notamment le *Bombyx mori*, on trouve sept segments abdominaux normaux très pilifères plus ou moins allongés, visibles à l'extérieur; l'armure génitale dépasse le dernier. Le premier urosternite manque; latéralement les urotergites et les urosternites sont reliés par une membrane assez lâche qui porte les stigmates.

---

(1) Travail des laboratoires de Pathologie et de Chimie du Muséum d'Histoire naturelle.

(2) Ce travail a été fait à la Faculté des Sciences de Bordeaux, dans le laboratoire de M. Kunstler, professeur-adjoint de Zoologie.

» Le huitième urite présente une structure particulière; le tergite est étroit, invaginé dans le septième, et offre, exceptionnellement, du reste, pour les Lépidoptères, à sa partie médiane, une zone non chitinisée; le sternite brun et dur s'articule directement avec lui. Chez d'autres espèces, le mode d'union peut varier de l'articulation la plus lâche à la soudure complète. Ce huitième sternite forme, au-dessus de l'ouverture de la poche copulatrice située dans la membrane d'union du septième au huitième sternite, une sorte de bourrelet ou cul-de-sac postérieur plus ou moins régulièrement denté; son bord supérieur se termine en une vaste membrane plissée qui l'unit à l'urite suivant.

» De chaque côté, au niveau de l'articulation tergo-sternale, se détache une longue apophyse interne filiforme, la *baguette externe*, dont le mode d'articulation varie avec l'espèce et dont l'extrémité donne insertion à des masses musculaires importantes.

» Chez certains Microlépidoptères, ce huitième urite possède la structure normale des segments antérieurs ou s'allonge considérablement et forme une sorte de *gaine* pouvant faire saillie à la partie postérieure de l'abdomen. Chez le *Minoa euphorbiata*, chaque baguette de cet urite, au lieu d'être simple comme chez les autres formes, est constituée par la réunion de deux branches qui prennent origine aux coins antérieurs du tergite et du sternite.

» Les pièces dures qui suivent (*ovipositeur*) et servent de fermeture postérieure à l'abdomen, sont généralement considérées par les auteurs comme un neuvième urotergite divisé en deux valves latérales plus ou moins soudées, couvertes de poils sensitifs et émettant à leur bord antéro-supérieur une paire de longues apophyses filiformes internes, les *baguettes internes*, destinées à l'insertion de muscles; entre ces valves s'ouvrent par un seul orifice ou deux, les avis sont partagés, le tube digestif et l'oviducte.

» Il résulte de mes recherches sur les stades de la vie nymphale du *Bombyx mori*, que l'abdomen des Lépidoptères femelles est réellement composé de dix urites. Le huitième urotergite se montre, dans les stades jeunes non encore chitinisés, sous la forme d'un bourrelet, tout comme les segments antérieurs, mais celui-ci est légèrement déprimé à sa partie médiane; quant au sternite, il a déjà acquis son aspect définitif. Faisant suite à ce premier bourrelet, on en observe un autre qui décrit un cercle complet; on peut voir à la dissection que c'est du bord antéro-supérieur de ce dernier que se détache de chaque côté une apophyse interne, ébauche de la baguette interne. A sa région inférieure, cet urite se pro-

longe en une expansion triangulaire et postérieure, membraneuse chez le *Bombyx mori*, chitinisée chez d'autres types (*Satyrus janira*), et qui paraît avoir été jusqu'ici méconnue. Cette expansion présente un pli profond longitudinal médian et prend fin sous la paroi inférieure de l'orifice de l'oviducte; ses bords latéraux se soudent avec les bords inférieurs d'une calotte hémisphérique supérieure, le dixième urotergite, percée d'une fente pour les ouvertures toujours nettement distinctes du tube digestif et de l'oviducte, entre lesquelles on ne peut rencontrer le moindre rudiment d'un dixième urosternite.

» Des observations faites à un stade plus avancé, au moment où la chitination des téguments commence à se produire, confirment les vues précédentes en ce sens que, dorsalement, il existe entre le neuvième urotergite, plus distinct que précédemment, et le dixième une bande simplement membraneuse; de plus, ici, la baguette interne se détache du point même de la soudure tergo-sternale. Plus tard toute distinction s'efface le plus souvent entre les neuvième et dixième urotergites, qui paraissent alors constituer, comme chez l'adulte, une lame chitinisée unique.

» Ainsi l'abdomen des Lépidoptères femelles est formé de dix urites; le huitième est généralement modifié, mais toujours reconnaissable chez l'adulte; le neuvième est atrophié et soudé au dixième; ce dernier est constitué par un tergite seulement. L'anus et l'oviducte débouchent par deux orifices distincts entre les valves latérales du dixième urotergite, au-dessus du neuvième urosternite. Le canal de la poche copulatrice, chitinisé chez plusieurs espèces (*Acherontia atropos*), s'ouvre entre le septième et le huitième sternite. L'anus et l'orifice copulateur occupent donc la même situation que chez les Orthoptères coureurs; il n'en est pas de même de l'orifice de l'oviducte dont la position se trouve sensiblement modifiée. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur l'hypermétamorphose ou hypnodie chez les Cantharidiens. — La phase dite de pseudo-chrysalide, considérée comme phénomène d'enkystement.* Note de M. J. KÜCKEL D'HERCULAIS, présentée par M. Edm. Perrier.

« Les recherches que j'ai poursuivies, de 1888 à 1890 (1), sur le développement des Insectes vésicants, hôtes à l'état de larves des coques

---

(1) Au cours de la mission dont j'étais chargé en Algérie par M. le Ministre de l'Instruction publique, sur la demande de M. le Gouverneur général.

ovigères des Acridiens, m'ont conduit à découvrir le genre de vie inconnu et les métamorphoses ignorées des Mylabres (1); ces recherches, continuées jusqu'en 1893, m'ont permis de faire des observations nouvelles qui me mettent à même de donner une interprétation mieux définie du phénomène que, depuis les découvertes de J.-H. Fabre, on désigne avec lui sous le nom d'*hypermétamorphose*.

» Tous les naturalistes qui se sont attachés à suivre les transformations des Cantharidiens, J.-H. Fabre (1857), Valéry Mayet (1875), Riley (1878-1880), Beaugard (1884-1890), ont constaté que l'évolution normale des Coléoptères vésicants s'accomplit ordinairement dans un espace de onze à douze mois, les adultes éclochant, en général, l'année qui suit la ponte; ils ont reconnu cependant que le cycle évolutif avait parfois une durée plus longue et que le développement ne s'achevait qu'au bout de vingt-quatre mois, les adultes n'arrivant à terme que la troisième année après la ponte. Riley cite un cas de retard plus prolongé chez l'*Epicauta vittata*, l'apparition des adultes n'ayant lieu que la quatrième année. Mes recherches sur le développement des Mylabres m'ont fourni l'occasion d'observer un fait singulier: des *Mylabris Schreibersi*, provenant de pontes du mois d'août 1889, n'ont terminé leur évolution qu'en 1893, c'est-à-dire la cinquième année après le dépôt des œufs.

» Le temps que passent les Cantharidiens sous chacune de leurs formes évolutives est très variable. Les phases d'accroissement (première et deuxième larves) s'accomplissent dans l'espace de deux à dix mois; tantôt ces insectes restent un mois à l'état de pseudo-chrysalide; tantôt, hibernant sous cette forme, ils demeurent souvent onze mois à l'état de vie latente; quelquefois, ils passent à cet état deux étés et deux hivers (Riley) et même trois étés et trois hivers, comme nous l'avons observé. En effet, parmi les pseudo-chrysalides de *Mylabris Schreibersi* que j'avais obtenues en 1890, quelques-unes se développèrent immédiatement, d'autres continuèrent à sommeiller; mais, au lieu d'hiverner (1890-1891) et de donner naissance à la troisième larve au printemps de 1891, comme je le supposais, elles traversèrent l'été de 1891 et l'hiver de 1891-1892; je m'attendais cette fois à l'apparition de la troisième larve: l'engourdissement se prolongea pendant l'été de 1892 et l'hiver 1892-1893; ce n'est qu'au mois de mars 1893 que les téguments se déchirèrent pour laisser voir cette troisième larve. De toute façon, les phases suivantes sont rapides; deux mois, un mois, quelques jours seule-

---

1. *Comptes rendus*, 10 novembre 1890.

2. 1-11, 1894, 1<sup>er</sup> Semestre. (T. CXVIII, N<sup>o</sup> 7.

ment, après l'apparition de la troisième larve, la transformation en nymphe a lieu, et deux ou trois semaines après les adultes éclosent.

» De ces faits il ressort, donnée importante, que c'est sous la forme de pseudo-chrysalide que les insectes vésicants à évolution retardée traversent, dans un sommeil léthargique, plusieurs étés et plusieurs hivers, résistant à toutes les causes de déperdition : dessiccation, dénutrition, etc. Un rapprochement vient immédiatement à l'esprit : l'enveloppe chitineuse de la pseudo-chrysalide joue identiquement le même rôle que la paroi chitineuse des kystes dans lesquels s'abritent une foule d'êtres pour s'isoler des milieux extérieurs. En réalité, les Cantharidiens s'enkystent, comme le font nombre de Protozoaires, les Grégarines par exemple, beaucoup d'Infusoires flagellés ou ciliés, des Vers trématodes ou nématodes, etc. ; on pourrait multiplier les exemples. Dans l'être enkysté, comme dans la larve cachée sous le tégument de la pseudo-chrysalide, le développement s'arrête, la vie demeure latente, jusqu'à ce que les milieux extérieurs redeviennent favorables ; la prétendue hypermétamorphose est donc un phénomène absolument comparable à un phénomène d'enkystement. Mes observations sur l'évolution retardée des Mylabres sous la forme pseudo-chrysalide justifient absolument l'interprétation que M. Edmond Perrier donne de l'hypermétamorphose (1) : mais je pense qu'on peut en tirer des déductions plus complètes.

» Du rapprochement que nous avons fait découle la nécessité de modifier les termes eux-mêmes.

» L'expression de *pseudo-chrysalide* est impropre pour deux raisons. D'une part, l'enveloppe tégumentaire cache non pas une nymphe, une chrysalide, mais une larve, et ne s'ouvrira que pour laisser voir une larve identiquement semblable ; dans le cas des *Epicauta* et des *Mylabris*, par exemple, c'est la larve *scarabwidoïdes* qui s'enkyste, et c'est cette même larve, également à forme *scarabwidoïdes* qui réapparaît lors de la rupture du kyste. D'autre part, le changement en nymphe, en chrysalide, est toujours accompagné de phénomènes d'histolyse et d'histogenèse : l'enkyste-

(1) « De l'ordre même dans lequel s'enchaînent les faits désignés sous le nom d'*hypermétamorphose*, il résulte qu'on ne saurait les envisager, ni comme une sorte de double métamorphose, ni comme une division de la métamorphose en deux étapes. La période de puppe est simplement comparable aux périodes d'enkystement que présentent tant d'animaux surpris par des conditions défavorables à leur existence. — ED. PERRIER. *Traité de Zoologie*, fasc. III, 1893; p. 1223.

ment des larves de Vésicants n'est jamais accompagné de transformations des systèmes organiques. On a comparé la pseudo-chrysalide à la puppe de certains insectes Diptères (Muscides, Syrphides, etc.); la comparaison, juste en apparence, est erronée au fond, puisque la puppe dissimule une nymphe et non pas une larve. Si, par exception, chez les *Stenoria*, les *Sitaris*, la troisième larve se transforme en nymphe tout en restant abritée sous la peau de la deuxième larve et sous celle de la pseudo-chrysalide, par suite de la superposition des enveloppes tégumentaires muées successivement, la pseudo-chrysalide n'en recèle pas moins, pendant une longue période, cette troisième larve à l'état de vie latente. Le terme de *pseudo-larve* employé par Newport en 1845 ne répond pas mieux à la réalité des faits, et nous conseillerons, pour faciliter le langage, d'adopter le nom d'*hypnothèque* (ὑπνοθεκη, sommeil; θήκη, loge, étui) aux lieu et place de ceux de pseudo-chrysalide et de pseudo-larve.

» S'il n'y a pas de transformations de tissus pendant la période d'enkystement des Cantharidiens, il n'y a pas de métamorphose; l'expression d'hypermétamorphose est donc morphologiquement et physiologiquement impropre; je proposerai de lui substituer le terme d'*hypnodie* (ὑπνοδία, somnolence, assoupissement), qui me paraît exprimer d'une façon plus exacte l'arrêt de développement qui se manifeste dans l'évolution des insectes Vésicants. Ce néologisme a pour lui l'avantage de pouvoir s'appliquer à tous les phénomènes analogues d'arrêt de développement avec enkystement qui ne sont pas accompagnés d'histolyse et d'histogenèse. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Glandes salivaires des Hyménoptères de la famille des Crabronidæ*. Note de M. BORDAS, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les glandes salivaires des CRABRONIDÆ n'ont encore été l'objet d'aucune étude. Dufour, il y a plus de soixante ans, a écrit, au sujet de ces organes, la phrase suivante que nous rapportons textuellement : « Je n'ai point » constaté l'existence de glandes dans les Hyménoptères de la famille des » *Crabronites*; je ne les en crois pas dépourvus, c'est une lacune à rem- » plir. »

» Nous avons étudié plusieurs individus de cette famille : *Astata boops*, *A. affinis*, etc., et nous avons rencontré, soit dans la tête, soit dans le thorax, l'existence de cinq paires de glandes salivaires qui sont : 1° les glandes salivaires thoraciques; 2° les glandes supracérébrales; 3° les glandes mandibulaires; 4° les glandes sublinguales; 5° les glandes linguales.

» 1° LES GLANDES SALIVAIRES THORACIQUES, relativement peu volumineuses, sont situées à la partie postérieure du prothorax et dans la région médio-antérieure du mésothorax. Elles ne forment que deux grappes symétriques par rapport à l'œsophage, très ramifiées et localisées en avant des gros faisceaux musculaires verticaux, moteurs des appendices. On peut distinguer dans chaque groupe trois rameaux ou groupes glandulaires principaux. Le premier est situé dans la partie médiane et antérieure du mésothorax et entoure complètement l'œsophage sur une longueur de 0<sup>m</sup>,5 à 1<sup>mm</sup>; le second occupe le milieu de l'espace intersegmentaire compris entre l'œsophage et les parois latérales du thorax; enfin le troisième est placé dans l'angle latéro-postérieur du premier segment thoracique. Chez *Astata affinis*, *A. abdominalis*, etc., on n'observe qu'une grappe unique, compacte, étendue transversalement dans l'espace intersegmentaire situé en avant du mésothorax. Les *utricules glandulaires* sont courts et arrondis à leur extrémité postérieure. L'*épithélium sécréteur* est constitué par de petites cellules qui déversent leur produit dans un canal central sinueux. Ce dernier est la continuation du *lumen* des canalicules excréteurs, mais il en diffère par l'absence d'anneaux chitineux qui existent chez ce dernier. Les *conduits efférents* de la glande partent des extrémités latérales et forment un angle aigu dont l'œsophage représente la bissectrice. Arrivés dans la tête, ils se fusionnent, sous le cerveau, en un conduit unique qui s'ouvre dans l'appareil digestif, en arrière du pharynx.

» 2° LES GLANDES SUPRACÉRÉBRALES sont assez développées relativement au corps de ces insectes. Chez *Astata boops*, elles s'étendent à la surface supérieure du cerveau jusqu'au bord postérieur des lobes optiques. En avant, elles s'avancent jusqu'au milieu du nerf optique et s'appliquent latéralement contre la face interne des yeux. Elles présentent partout une épaisseur à peu près constante, excepté sur le bord interne qui est très aminci. Chez *Astata affinis*, les glandes supracérébrales recouvrent complètement la face supérieure du cerveau et remplissent les dépressions laissées entre les lobes et les nerfs optiques et antennaires.

» Elles constituent une lame qu'on peut facilement détacher et remplissent, en partie, l'espace compris entre l'œil et le pharynx. Leurs *acini*, de forme ovoïde ou sphérique, sont plongés dans du tissu adipeux. De chacun d'eux part un canalicule excréteur court et grêle, qui s'ouvre dans le conduit efférent de la glande.

» Ce conduit, après avoir décrit une courbe, va s'ouvrir dans la partie latérale et moyenne du pharynx.

» 3° LES GLANDES MANDIBULAIRES, comme dans toutes les espèces que nous avons étudiées jusqu'ici, sont en rapport avec le développement des mandibules. Elles en occupent la base et sont entourées de toutes parts, sauf sur la face supérieure, par de nombreux faisceaux musculaires se rattachant aux appendices antérieurs de la tête. Ces glandes sont piriformes chez *Astata boops*, et trapézoïdales chez *Astata affinis* et *A. abdominalis*.

» En arrière, elles sont en contact avec la glande supracérébrale et confinent au bord antérieur de l'œil.

» Leurs *acini*, qui sont ovoïdes, vont s'ouvrir dans un réservoir central, duquel part un large canal qui s'ouvre à la base de la mandibule, en avant de l'orifice buccal.

» 4° LES GLANDES SUBLINGUALES sont, de toutes les glandes salivaires, celles dont la



présence est la plus constante, et dont la configuration présente la plus grande uniformité. Elles sont situées dans une faible dépression en forme de selle, creusée au-dessous du pharynx, un peu en arrière de l'orifice buccal, et qui est limitée en avant par la face postérieure d'un petit enfoncement prébuccal, peu prononcé ici, mais très caractéristique chez certains Hyménoptères. Les glandes ne sont pas disposées en grappes comme celles du thorax, mais uniquement formées par un amas compact et irrégulier d'*acini* monocellulaires, absolument libres et indépendants les uns des autres, et enveloppées par une mince membrane transparente leur donnant un aspect granuleux. Les *acini* renferment un protoplasme clair, hyalin, granuleux et un noyau central ovoïde. Leurs canalicules excréteurs, longs, grêles et à trajet flexueux, se réunissent en deux touffes de chaque côté de la plaque chitineuse sous-pharyngienne et vont s'ouvrir isolément en arrière de la dépression prébuccale.

» 5° Les GLANDES LINGUALES sont également constantes chez la plupart des Hyménoptères et présentent chez les *Crabronidae* un développement relativement considérable et une configuration à peu près uniforme. Elles sont situées à l'extrémité antérieure de la pièce mentonnière et un peu en arrière d'une lamelle chitineuse transverse qui unit les bases des deux paraglosses.

» Elles affectent une forme triangulaire ou celle d'un cœur à échancrure postérieure. De chaque côté, elles sont limitées par des faisceaux musculaires et, un peu au delà, par les bords internes des mâchoires antérieures. Leurs lobules glandulaires sont monocellulaires, sphériques et munis de canalicules qui se fusionnent et forment deux conduits. Ces derniers, après s'être réunis, constituent un canal efférent unique qui débouche sur la ligne médiane du menton, un peu en arrière de la languette.

» Cette *glande linguale*, d'aspect simple, mais paire en réalité, correspond aux glandes de la languette, des paraglosses et des mâchoires antérieures que nous avons constatées chez un grand nombre d'Hyménoptères. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur quelques parasites des Lepidodendrons du Culm.*  
Note de M. B. RENAULT, présentée par M. Edm. Perrier.

« Nous avons fait connaître autrefois <sup>(1)</sup> l'organisation du *Lepidodendron rhodunense* recueilli à Combres (Loire), dans les bancs quartzeux du terrain anthracifère, et qui constituait un nouveau type de *Lepidodendron*. Depuis lors, nous avons découvert, dans les magmas silicifiés d'Esnost, près Autun, qui appartiennent au même horizon, des fragments de *Lepidodendron* rentrant dans le même type. La tige, les feuilles, les fructifications et les racines conservées par la silice ont pu être étudiées à peu près dans tous leurs détails ; nous avons désigné cette espèce sous le nom de *L. esnostense*.

(1) *Comptes rendus*. 10 juin 1878.

» Dans cette Note, nous désirons seulement appeler l'attention sur la présence, dans les radicelles de ces deux espèces trouvées à une grande distance l'une de l'autre, de corps ovoïdes que l'on doit considérer comme des œufs d'Arthropodes; l'âge très ancien des gisements où ces œufs se rencontrent donne quelque intérêt à leur description.

» On admet généralement que les *Lepidodendrons* ont eu des racines stigmariformes analogues à celles des *Sigillaires*, mais on sait peu de choses sur leur structure interne. Voici, en quelques lignes, l'organisation des radicelles en forme de baguettes cylindriques, quelquefois *bifurquées*, qui rayonnent autour du corps principal de la racine :

» Dans l'axe se trouve un faisceau vasculaire bi-centre, à section transversale elliptique, des radicelles très grêles partent latéralement des deux pôles.

» Dans les branches d'une bifurcation, le faisceau vasculaire est seulement mono-centre par division du faisceau principal en deux parties égales.

» Le cylindre vasculaire de la racine est entouré de parenchyme libérien dont les cellules, plus hautes que larges, sont à très minces parois; la couche est assez épaisse, mais le plus souvent cette assise libérienne peu résistante est écrasée contre le cylindre central; plus extérieurement se trouve l'écorce, uniquement composée de grosses cellules, également à parois minces, mais présentant un peu plus de solidité que l'assise libérienne, par conséquent moins souvent aplatie que cette dernière.

» Le tissu parenchymateux de l'écorce se continue jusqu'à la périphérie; il est limité par une rangée de cellules un peu plus petites, qui sert d'épiderme; il n'y a aucun tissu qui rappelle soit du liège, soit de l'hypoderme. On conçoit que ces radicelles plus simples d'organisation que celles des *Sigillaires*, placées hors de l'eau, devaient s'écraser à la moindre pression, et apparaître sur les empreintes sous la forme de simples rubans.

» C'est entre l'assise libérienne et la couche parenchymateuse, quelquefois dans le tissu de cette dernière, que sont logés les œufs en question.

» Ils sont extrêmement nombreux; si l'on fait des coupes successives dans une même radicelle, toutes en renferment, on peut en compter de huit à vingt-quatre dans une même préparation; dès lors, sur une longueur de plusieurs centimètres, le nombre doit en être fort grand.

» Ils présentent la forme d'un ellipsoïde de révolution dont le grand axe mesure  $0^{\text{mm}},16$  et le petit axe  $0^{\text{mm}},10$  en moyenne; à Combres et à Esnost, tous ont à peu près les mêmes dimensions.

» L'une des extrémités est munie d'un pédicelle droit ou recourbé, long de  $0^{\text{mm}},03$ , qui paraît creux. La coque est brune, épaisse, résistante, car elle n'est pas déformée, quand au contraire le tissu d'alentour est écrasé.

» La surface est réticulée, comme celle des œufs de beaucoup d'insectes

vivants. A l'intérieur du chorion on remarque une membrane continue, mince, lisse ou plissée, placée à une petite distance de la coque ; cette membrane peut être considérée comme la membrane vitelline ; elle est munie, du côté du pôle portant le pédoncule, d'un petit prolongement conique placé en face du micropyle.

» A l'intérieur de la membrane vitelline, on voit, dans quelques exemplaires, une autre enveloppe contenant des traces évilentes de métamérisation périphérique. Parfois l'ensemble affecte la forme d'un tégument présentant quatre plis disposés par paires, comme s'il s'agissait d'une dépouille dont le contenu aurait été dissous par la macération.

» La plupart du temps, la membrane vitelline est vide, mais quelquefois elle contient un certain nombre de petites sphères inégales, de couleur foncée, qui représentent sans doute des gouttelettes de matières grasses du vitellus.

» Ces œufs ont-ils été amenés accidentellement, ou bien ont-ils été déposés intentionnellement à la place qu'ils occupent ? La première hypothèse ne peut être admise, à cause de leur place même et de leur nombre ; en dehors des radicelles on ne voit aucun œuf, sauf quand elles ont été écrasées. Il ne reste que la deuxième, qui suppose un animal muni de mandibules, de tarière ou d'oviscapte, ayant pu ronger ou percer les tissus, de façon à arriver jusqu'à la couche libérienne de la racine pour y déposer ses œufs, opération relativement facile d'après la structure que nous avons indiquée plus haut. Cette dernière hypothèse se trouve confirmée par l'observation de conduits, de galeries creusées, non seulement dans le parenchyme de la racine, mais dans les tissus de plantes voisines, pétioles de Fongères, racines de *Bornia*, comme si, après l'éclosion, la larve avait été obligée de creuser un chemin pour sortir, et s'était attaquée ensuite aux fragments de végétaux voisins. L'épaisseur de la coque, la place des œufs dans l'intérieur d'un tissu, les galeries observées, nous font pencher à voir là des œufs d'Hydrachnides ou d'Insectes aquatiques. Quant à la famille à laquelle on doit les rapporter, nous devons attendre qu'une circonstance heureuse nous fournisse des renseignements plus complets. Nous les désignerons sous le nom de *Arthroon Rochei*. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur la constitution de la roche mère du platine ;*  
 Note de M. **STANISLAS MEUNIER.**

« A propos de la Note récente de M. Inostranzeff sur la forme du platine dans sa roche mère <sup>(1)</sup>, il me sera permis de faire remarquer combien les observations du savant russe s'accordent avec les faits que j'ai antérieurement publiés <sup>(2)</sup>.

» Il résulte en effet de cette Note que les formes des grains de platine natif sont « irrégulières, anguleuses, avec anfractuosités et munies d'apophyses variées ». — « Parfois, deux grains sont unis entre eux par du platine en forme de fil » et l'auteur conclut en disant que « les formes de ces grains de platine rappellent tout à fait celles du fer natif dans certaines météorites ».

» En se reportant à ma Communication du 3 février 1890, on verra que j'y disais de mon côté : « Le platine est disposé dans les roches qui le renferment comme les minéraux métalliques dans les météorites, c'est-à-dire en granules ramuleux dans les interstices des éléments lithoïdes. » Sans formuler à cet égard une réclamation de priorité, je suis heureux de constater un accord aussi complet entre M. Inostranzeff et moi.

» En effet, cette identité d'allure entre le platine terrestre et les grenailles météoritiques ne peut être attribuée qu'à une identité dans les conditions générales de formation. Or, en examinant de près la roche platinifère, on reconnaît immédiatement qu'elle n'a pas pu se produire, au moins exclusivement, par voie de fusion. Si on la soumettait à une température convenablement élevée, les silicates magnésiens qui la constituent et d'où dérivent par altération les éléments serpentineux, seraient liquéfiés avant que les grains de platine éprouvassent le moindre commencement de ramollissement. Et si l'on avait chauffé assez pour fondre ceux-ci à leur tour, le refroidissement donnerait ensuite des grenailles sphéroïdales de platine, autour desquelles les silicates viendraient se consolider, de façon que le produit artificiel aurait une structure opposée à celle de la roche naturelle.

(1) *Comptes rendus*, séance du 29 janvier 1894.

(2) *Id.*, séances des 3 et 24 février 1890.

» Au contraire, la constitution de celle-ci est expliquée par les expériences synthétiques que j'ai décrites ailleurs et qui permettent, par la réaction mutuelle au rouge de l'hydrogène et des vapeurs du chlorure de platine, additionnée ou non de chlorure de fer, de constituer des grains métalliques dans les fissures des masses péridotiques maintenus à une température très inférieure à celle de leur fusion.

» Aux matériaux près, c'est répéter les manipulations qui depuis longtemps m'ont donné le moyen de provoquer le dépôt, dans les interstices de masses pierreuses, de granules formés d'alliages de fer et de nickel, à composition variable à volonté. On est ainsi autorisé à croire que dans la roche platinifère se sont aussi constituées des grenailles métalliques, les unes de fer plus ou moins pur, les autres d'alliages divers, tels que celui de fer et de chrome, qui, plus tard, sous l'action des influences aqueuses où le péridot a pris la composition de la serpentine, se sont transformées en magnétite, en limonite ou en chromite.

» Ces considérations que je rappelle me semblent devoir faire écarter de plus en plus l'intervention des phénomènes de fusion, dans la genèse de la très grande majorité des roches météoritiques.

» Je rappellerai aussi que cette manière de voir s'étend à l'histoire des fers météoritiques eux-mêmes : on s'accorde généralement aujourd'hui pour repousser l'idée que ces roches métalliques peuvent dériver d'un procédé de fusion ignée. C'est ainsi qu'à la suite des expériences auxquelles a donné lieu la découverte du diamant dans le fer de Cañon Diablo, M. Friedel (1) et M. Daubrée (2) ont exprimé, d'une manière formelle, l'opinion dont il s'agit. Cette conclusion intéresse directement, comme on vient de le voir, la géogénie des masses fondamentales terrestres. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un gisement d'apophyllite des environs de Collo (Algérie)* (3). Note de M. L. GENTIL, présentée par M. Fouqué.

« Ce gisement m'a été signalé par M. J. Curie qui l'a découvert et a bien voulu m'en confier l'étude. Il consiste dans le remplissage de druses

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 225, 6 février 1893.

(2) *Ibid.*, t. CXVI, p. 346, 20 février 1893.

(3) Un Mémoire détaillé paraîtra incessamment dans le *Bulletin de la Société minéralogique de France*.

d'une roche tertiaire située à environ 4<sup>km</sup> au sud de Collo (Département de Constantine) au lieu dit *col de Bou Serdoun*.

» L'apophyllite est accompagnée accessoirement d'autres minéraux : laumonite, calcite, actinote, chlorite (delessite), tourmaline, quartz hyalin et biotite.

» L'apophyllite se présente en grands cristaux pouvant atteindre 4<sup>cm</sup>, d'apparence laiteuse, à éclat nacré sur le clivage  $p(001)$ . Les cristaux limpides sont relativement rares, les faces cristallines sont peu variées. J'ai observé :

$p(001)$ ,  $m(110)$ ,  $a^1(101)$ ,  $a^3(103)$ ,  $h^1(100)$ ,  $h^2(310)$ ,  $b^2(114)$ .

» Les combinaisons de ces faces sont :

$pm a^1$ ,  $pm a^3 a^1$ ,  $pm a^3 a^1 b^2$ ,  $pm h^1 h^2 a^3 a^1 b^2$ ,  $pa^3 a^1$ ,  $ma^1$ .

» La combinaison la plus répandue est  $pm a^1$ ; les faces  $a^3(103)$  et  $b^2(114)$  sont assez rares;  $h^1(100)$  et  $h^2(310)$  très rares. Toutes ces faces sont plus ou moins striées, ondulées.

» L'apophyllite de Bou Serdoun présente, en outre du clivage  $p(001)$  très facile, un clivage assez difficile  $m(110)$ .

» Elle présente des anomalies optiques régulières seulement chez les petits cristaux.

» Une lame de clivage  $p(001)$  présente en lumière parallèle (arête  $pm$  à 45° des sections principales des nicols) des bandes biréfringentes alternant avec des bandes sombres parallèles à l'arête  $pm$ . Ces deux séries de bandes sont groupées en quatre secteurs formés par les diagonales de la base  $p(001)$ . En lumière convergente les bandes sombres présentent la croix noire avec un axe positif, les bandes biréfringentes montrent une dislocation de la croix avec écartement d'axes optiques atteignant 25° (2E = 25°); la bissectrice aiguë est toujours positive et la trace du plan des axes est tantôt perpendiculaire au côté  $pm$  du secteur.

Les indices de réfraction mesurés sur un petit prisme de 1<sup>mm</sup>, d'arête réfringente parallèle à l'axe des quaternaires du cristal, sont

Lumière du sodium.	$ng = 1,5368$	Lumière du lithium.	$ng = 1,5343$
»	$np = 1,5347$	»	$np = 1,5328$
Biréfringence.	$ng - np = 0,0021$	Biréfringence.	$ng - np = 0,0015$

» L'analyse quantitative (méthode Deville) m'a donné

H <sup>2</sup> O : 16,66;	SiO <sup>2</sup> : 52,32;	CaO : 25,30;	MgO : 0,57;	K <sup>2</sup> O : 4,83;	Na <sup>2</sup> O : 0,80
Total.	100,68	Densité.	2,372 à 15°		

» Le minéral ne renferme pas de fluor, ainsi que j'ai pu m'en assurer par le procédé de dosage extrêmement sensible de M. Ad. Carnot.

» La *laumonite* se présente en petits cristaux ne dépassant généralement pas 1<sup>mm</sup> de largeur, extrêmement friables, d'un blanc éclatant. Ils offrent la combinaison  $m(110)a^1(\bar{1}01)$ ; leur densité est de 2,275 à 15<sup>2</sup>, ils sont facilement clivables suivant  $m(110)$  et  $g^1(010)$ , difficilement suivant  $h^1(100)$ . Au microscope ils offrent tous les caractères optiques de la laumonite.

» La *calcite* se présente sous une forme commune à beaucoup de gisements zéolitiques; elle constitue des lamelles naérées aplaties suivant  $a^1(0001)$ . Elle affecte en outre la forme de tablettes hexagonales aplaties suivant  $a^1(0001)$  et limitées par les rhomboèdres  $e^1$  et  $e^{\frac{3}{2}}$ . J'ai observé en outre un beau rhomboèdre inverse  $e^{\frac{3}{2}}$  de 1<sup>mm</sup>; à demi tronqué et reposant sur les lamelles  $a^1$  avec apparence d'hémi-morphisme.

» L'*actinote* se présente en aiguilles capillaires atteignant exceptionnellement 0<sup>m</sup>,06 d'épaisseur. Ces aiguilles sont sans terminaisons, allongées suivant la zone du prisme  $m(110)$ . Elles tapissent les parois des druses et se trouvent en inclusion dans les cristaux d'apophyllite.

» La *chlorite* est abondante dans les druses. Elle se montre en lamelles groupées en rosettes; ses propriétés optiques sont celles de la *delessite*.

» La *tourmaline* se présente en très petites baguettes groupées en faisceaux rayonnants, de couleur violacée et empâtée dans de la laumonite, du quartz secondaire, etc.

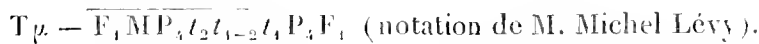
» Quelques petits *quartz bipyramidés* se montrent avec leurs faces ordinaires  $e^2(10\bar{1}0)p(10\bar{1}1)$  et  $e^{\frac{1}{2}}(01\bar{1}1)$ .

» Enfin la *biotite* se rencontre en lamelles très petites mêlées à la chlorite. Ces lamelles sont hexagonales et montrent en lumière convergente deux axes optiques très rapprochés ( $2E = 10^\circ$  environ) dont la trace est parallèle à  $g^1(010)$ .

» De tous ces minéraux drusiques, l'apophyllite est le plus récent.

» La roche servant de gangue au gisement minéralogique de Bou Serdoun est compacte, de couleur vert foncé. Elle est généralement très altérée.

» De l'examen microscopique, il résulte que c'est une andésite à mica noir, augite et labrador



» Parmi les minéraux du premier temps les feldspaths présentent quelque intérêt : l'*andésine* est dominante, le *labrador* plus rare. Ces feldspaths sont souvent zonés à zones disposées dans l'ordre général de basicité (les plus acides vers la périphérie). J'ai cependant constaté quelques exceptions à cette règle. Quelquefois ces plagioclases brisés, arrondis, sont entourés d'une bordure feldspathique continue à extinction uniforme. La pâte mi-

erolithique est formée en majeure partie d'*oligo-clase*; l'*andésine* s'y montre aussi en microlithes aplatis suivant  $g^1(010)$ . Tous les minéraux érusiques se rencontrent dans la roche; à citer en outre de l'épidote en grains irréguliers et en baguettes.

» De tous ces minéraux, le quartz est le plus intéressant. Il me paraît franchement secondaire et non primordial (deuxième temps). La roche est donc une *andésite quartzifiée*. Cette roche renferme en outre des enclaves de deux sortes :

» 1<sup>o</sup> Enclaves de *gneiss à cordiérite* (avec andalousite, sillimanite, spinelle pléonaste) du type des enclaves du Capucin (mont Dore) décrites par M. Lacroix dans son Mémoire sur les enclaves (1).

» 2<sup>o</sup> Enclave de *quartzites* ou grès *quartzeux*.

» Je signalerai enfin dans la roche des amas de grands cristaux de plagioclases qui doivent être distingués des enclaves. Je considérerai ces amas, avec M. Lacroix, comme des *ségrégations* de la roche; ces feldspaths sont en effet généralement plus basiques que ceux du premier temps de la roche (labrador allant jusqu'à la bytownite), ce qui semblerait indiquer une cristallisation très ancienne au sein du magma qui a donné naissance à la roche. Ces plagioclases de ségrégation sont en contact ou bien moulés par la pâte microlithique et par de l'augite (structure ophitique) . »

GÉOLOGIE. — *Éruption du volcan Calbuco*. Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Fouqué.

« Dans une précédente Note à l'Académie j'ai fait connaître l'éruption du volcan Calbuco, commencée au mois de février 1893 et non encore terminée en décembre 1893 (30 décembre). À mon retour de l'excursion au volcan je lui communiquerai les résultats de mes dernières observations. Pour le moment je me borne à l'examen des cendres et sables volcaniques qui ont été recueillis à une certaine distance de la montagne en éruption; les produits pulvérulents ont été transportés à Puerto-Montt, Valdivia, la Union, à des distances variant de 32<sup>km</sup> à 150<sup>km</sup>.

» Voici les phases successives de l'éruption du Calbuco dont l'intensité maximum a été en novembre.

(1) *Enclaves des roches volcaniques*. Mâcon, 1894.

(2) Cette analyse a été faite dans les laboratoires de M. Fouqué, au Collège de France, et de M. Lacroix, au Muséum d'histoire naturelle.



» Au commencement de février dernier, le Dr Martin, de Puerto-Montt, observe des vapeurs blanches qui sortent à courts intervalles du cratère du Calbuco; le 27 du même mois se voient des éclairs presque continus, depuis le coucher du soleil jusqu'à minuit, autour du volcan.

» Vers la moitié de mars, dans les soirées, le cratère donnait des colonnes de fumée; la neige du sommet se fondait et celle qui restait se couvrait d'un voile terne de cendres volcaniques. Le 31, le volcan fumait encore davantage. Le 17 avril, à 3<sup>h</sup>30<sup>m</sup> du soir, le Dr Martin observa une colonne de vapeur et de fumée qui se leva brusquement; en même temps sur le versant sud-est tomba une quantité notable de cendres volcaniques; le même jour, par le côté est du volcan, descendit un torrent d'eau trouble, boueuse, noire, qui grossit considérablement le rio Huenu-Huenu et dévasta une partie du sol et les rares habitations qu'il rencontra, arrachant les arbres et déposant sa boue noire; le grand rio Petrohue lui-même devint trouble; des cendres abondantes tombèrent à Ralun.

» 28 avril. — Secousses du sol et forts bruits souterrains.

» 12 mai. — Orages électriques dans la Cordillère.

» 4 juin, à 6<sup>h</sup> du matin, tremblements de terre (treublons); à 9<sup>h</sup>, forts bruits souterrains, même à Puerto-Montt et alentours.

» 2 juillet. — Éclairs et tonnerre durant tout le mois en plein hiver.

» 5 septembre : *Grande éruption*. — Nuages de fumée et de vapeur, décharges électriques, pluies de cendres qui sont transportées à plus de 120<sup>km</sup>.

» 10 septembre, à midi : le vent d'est amène une nuée grise rougeâtre qui couvre le ciel dans la direction du S.-O; la cendre volcanique tombe sur tous les objets exposés à l'air.

» Le mois de septembre a été marqué par une grande activité du volcan. Les 17 avril, 12 juin, 6 juillet, le Calbuco s'est signalé par son activité; mais l'éruption du 5 septembre a été plus imposante que les antérieures d'avril à juillet. Les nuits du 6 et 7 octobre sont éclairées par les matières lancées par le volcan qui projette des pierres de différents volumes avec les cendres et les sables.

» 23 octobre : *Grande éruption*. — Fortes commotions, détonations et pluies de cendres très abondantes; pendant le jour, l'obscurité est complète; la montagne paraît en feu sur divers points. A Osorno, Puerto-Montt, le trafic est impossible dans les rues. Durant le mois d'octobre, le Calbuco n'a cessé d'être en activité.

» 29 novembre : *Extraordinaire éruption*. — Grands bruits souterrains, fortes détonations, énorme quantité de cendres tombées, obscurité complète, décharges électriques.

» L'éruption continue en décembre : pluie de cendres, grands bruits, des flammes sortent du cratère.

Il est à remarquer que les cendres ne contiennent pas de grains vitreux, mais elles présentent les mêmes minéraux que les andésites formant la masse de la montagne et au même état que dans celles-ci. On y trouve, en effet, feldspath triclinique, augite, hypersthène, amphibole, magnétite, comme dans les fragments volumineux projetés par le volcan.

L'andésite des éruptions antéhistoriques de la région réduite en poudre et traversée par un courant de vapeur d'eau donne les mêmes produits que la cendre lancée par le Calbuco. La cendre semble donc provenir de la trituration et de la pulvérisation des laves anciennes de la région sans que celles-ci aient subi une refusion.

» L'éruption du Calbuco a rejeté des quantités si considérables de vapeur d'eau que les conditions atmosphériques ordinaires en ont été profondément modifiées. Il y a eu des pluies anormales très abondantes, même dans le centre et le nord du Chili, des neiges sur les chaînes basses, un ciel couvert de nuages, état très différent de l'état normal du pays.

» En *résumé*, on a observé des éruptions fréquentes de cendres à structure cristalline, d'énormes émissions de gaz et de vapeurs, qui ont amené des épandements d'eau boueuse et des perturbations atmosphériques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Remarques sur les tremblements de terre subis par l'île de Zante pendant l'année 1893.* Note de M. **A. ISSEL**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que l'île de Zante éprouva en 1893 de violentes secousses de tremblement de terre qui ruinèrent de fond en comble la ville capitale et la plupart des villages de la moitié méridionale, notamment dans la plaine.

» L'agitation du sol, qui avait commencé à Zante par des secousses assez faibles pendant le mois d'août 1892, continua avec plus ou moins d'énergie jusqu'à la fin de l'automne de l'année suivante. Les paroxysmes désastreux se produisirent le 31 janvier (à 5<sup>h</sup>34<sup>m</sup> du matin), le 1<sup>er</sup> février (à 1<sup>h</sup>56<sup>m</sup> du matin) et le 17 avril (à 7<sup>h</sup>4<sup>m</sup> du matin) 1893. Des secousses un peu moins fortes furent signalées le 31 janvier (dans la nuit), le 20 mars et le 4 août de la même année.

» Au point de vue de l'intensité et de la succession des secousses, les trois phases indiquées par M. Forel, sous les noms de secousses préparatoires, grande secousse et secousses successives, se produisirent régulièrement à Zante jusqu'aux premiers jours d'avril; mais, dans la seconde décade de ce mois, les oscillations, qui étaient devenues plus rares et plus légères, se manifestèrent avec plus de force et ce renouvellement d'énergie aboutit au paroxysme du 17 avril, aussi violent que celui du 31 janvier et qui représente une phase d'activité exceptionnelle; à moins que l'on ne considère l'ensemble des phénomènes dont il est question comme appar-

tenant à deux périodes distinctes qui se seraient succédé sans interruption.

» Au point de vue du caractère spécial des manifestations séismiques, j'ai observé à Zante cinq espèces de phénomènes : 1<sup>o</sup> les secousses normales ; 2<sup>o</sup> les vibrations ; 3<sup>o</sup> les détonations ; 4<sup>o</sup> les chocs ; 5<sup>o</sup> les balancements.

» Les secousses normales (je comprends sous ce nom les grandes secousses ainsi que la plupart des préparatoires et des consécutives) commençaient par un mouvement horizontal et se continuaient par une oscillation verticale, en terminant quelquefois par une vibration ou un balancement rapide dans le sens horizontal. Elles étaient souvent précédées par un grondement souterrain, comme un fracas de lourds chariots roulants sur une chaussée (*rombo* des Italiens), qui cessait un peu avant la fin de la secousse. Elles avaient une intensité et une durée variables : (celle-ci n'a point dépassé une vingtaine de secondes) et semblaient presque toutes produites par une cause commune, agissant en dessous d'un point situé en mer, au sud-ouest de l'île, à quelques kilomètres du cap de Keri.

» Les effets mécaniques de la première grande secousse et surtout le déplacement subi par des blocs de marbre de formes et de dimensions différentes, dans plusieurs monuments funéraires du cimetière de la ville de Zante, prouvent que l'oscillation a eu lieu principalement d'après deux composantes horizontales, dont l'une de l'ouest à l'est et l'autre du sud au nord. J'ai constaté sur une douzaine au moins de cippes ou de stèles un déplacement très fort vers l'ouest et un plus faible vers le nord, ainsi qu'une rotation de nord à sud par ouest, atteignant jusqu'à une trentaine de degrés.

» Tandis que l'aire du séisme désastreux n'avait pas plus de 20<sup>km</sup> à 25<sup>km</sup> de rayon, l'oscillation fut accusée par les séismographes délicats à Catane, à Mines, à Rome, et par le pendule horizontal, d'après M. Rebeur-Paschwitz, à Nikolaiew et à Strasbourg, à plus de 1450<sup>km</sup> du foyer. La secousse du 17 avril a été signalée par les appareils magnétiques à Potsdam.

» Les vibrations furent observées avec beaucoup de fréquence avant et après les grandes secousses ; on en a compté, dans la première phase d'activité, jusqu'à 40 ou 50 dans une seule nuit. Elles étaient généralement horizontales, très légères et de courte durée, et semblaient des manifestations plus faibles du phénomène qui se produisait par les secousses de la première espèce. Certaines vibrations, ayant eu une intensité plus considérable dans le continent voisin qu'à Zante, n'étaient probablement que des secousses normales sporadiques, parties d'un foyer différent, qui assu-

maient le caractère de vibrations, après un parcours plus ou moins long.

» J'appelle *détonations* des bruits souterrains semblables à des coups de canon tirés en masse dans l'éloignement, et quelquefois au fracas des bulles de gaz qui éclatent dans les cratères volcaniques pendant les éruptions. Ils sont rarement suivis d'une légère vibration. Parfois, les explosions étaient isolées; plus souvent, elles se répétaient par séries pendant plusieurs minutes; dans ce cas, à une interruption plus longue qu'à l'ordinaire, succédait un coup plus fort. Ce phénomène fut observé dès le commencement de la période séismique, avec les secousses préparatoires, et se termina avec la cessation de la phase d'activité, qui a duré, en s'affaiblissant, jusqu'au mois de novembre 1893. Les détonations étaient très fréquentes après la première grande secousse et semblaient partir d'un foyer situé au sud-ouest de l'île, vers l'îlot de Marathonisi. J'en ai compté un grand nombre pendant les nuits du 21 au 22 mars, du 2 au 3 et du 9 au 10 avril 1893. Après mon départ de l'île, elles firent très nombreuses dans la soirée du 16 avril, la veille de la troisième secousse désastreuse.

» Les chocs étaient des commotions brusques, instantanées, comme des coups de bélier, suivis d'un léger tremblement et sans bruit souterrain appréciable; ils ressemblaient à l'effet produit par la chute d'un corps très lourd sur un sol un peu élastique et mou. On en a signalé un, observé le 31 janvier, un peu avant la première grande secousse et plusieurs après. De mon côté, j'en ai observé deux très remarquables, le 19 mars à 7<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et le 21 mars à 11<sup>h</sup> 18<sup>m</sup> du matin.

» Les balancements sont des oscillations horizontales assez rares, très longues, lentes, régulières et sans saccades. Il faut les considérer à Zante, ainsi qu'en Italie, où leur nature a été bien démontrée, comme l'écho affaibli de secousses normales se propageant d'un centre très éloigné, secousses étrangères à toute activité locale.

» Les phénomènes qui se produisent le plus souvent pendant les périodes d'activité séismique dans l'île de Zante, c'est-à-dire les secousses normales, les vibrations et les explosions, s'expliquent assez facilement si l'on suppose que les eaux superficielles pénètrent dans les cavités intérieures où règne une température élevée due aux degrés géothermiques et se vaporisant dans des conditions spéciales.

» La fuite violente d'une grande quantité de vapeur ayant acquis une pression considérable dans les réservoirs souterrains déterminerait les secousses normales, qui seraient accompagnées souvent de grondements comparables à ceux qui se produisent lorsque la chaudière d'une machine

à vapeur se décharge avec force. La sortie, moins brusque et sans saccades, de la vapeur serait la cause immédiate des vibrations. La vaporisation instantanée de petites quantités d'eau dans les cavités souterraines produirait les explosions (1). »

M. LÉOPOLD HUGO adresse une Note « sur un calcul relatif à l'éclat des sept principales étoiles de la Grande Ourse ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 FÉVRIER 1894.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, fondé en 1836 et publié jusqu'en 1874 par JOSEPH LIOUVILLE. Publié de 1875 à 1884 par H. RESAL. Quatrième série, publiée par CAMILLE JORDAN, avec la collaboration de MM. LÉVY, A. MANNHEIM, E. PICARD, H. POINCARÉ, H. RESAL. Tome IX. Année 1893. Fascicule n° 4. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-4°.

*Bulletin astronomique*, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris par M. F. TISSERAND, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU et R. RADAU. Tome XI. Janvier 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XVIII. Janvier 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. gr. in-8°.

*Sur une méthode d'essai scientifique et pratique des objectifs photographiques et des instruments d'Optique*, par le capitaine HOUDAILLE. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

(1) M. Daubrée en a donné, en 1885, dans la *Revue des Deux-Mondes*, un excellent exposé qu'il a reproduit dans son Livre : *Les régions invisibles du globe et des espaces célestes*. Paris, 1892.

*Les hernies inguinales de l'enfance*, par le D<sup>r</sup> G. FÉLIZET, chirurgien de l'Hôpital Tenon (Enfants malades). Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°.  
(Présenté par le D<sup>r</sup> Guyon et renvoyé à la Section de Médecine et Chirurgie.)

*Observations concernant quelques Mammifères fossiles nouveaux du Quercy*, par M. H. FILHOL; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

*Journal du Ciel*, couronné par l'Académie des Sciences. Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique. 1893. Directeur JOSEPH VINOT. Paris; 1 vol. in-4°.

*Les vieux dogmes cliniques devant la Pathologie microbienne*, par le professeur J. GRASSET. Montpellier, Ch. Bœhm, 1894; 1 br. in-8°.

*L'Université de Paris. Bulletin mensuel de l'Association générale des Étudiants*. N° 59. Janvier 1894. Chalon-sur-Saône, Marceau; 1 broch. in-4°.

*Annuaire de l'observatoire royal de Belgique*, par F. FOLIE, Directeur de l'observatoire; 61<sup>e</sup> année, 1894. Bruxelles, F. Hayez, 1894; 1 vol. in-16.

*Rapport sur l'irrigation pérenne et la protection contre l'inondation en Égypte*, par W. WILLCOCKS, M. I. C. E., Directeur général des réservoirs, et Note par W.-E. GARSTIN, sous-secrétaire d'État au Ministère des Travaux publics, Égypte (Traduit de l'anglais par F. ROUX, Ingénieur des réservoirs). Le Caire, imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°.

*Description de la faune jurassique du Portugal. Classe des Céphalopodes*, par PAUL CHOFFART. Lisbonne, imprimerie de l'Académie des Sciences, 1893; 1 vol. in-4°.

*Studies from the physical and chemical laboratories of the Owens College*. Volume I : *Physics and physical Chemistry*. Manchester, 1893; 1 vol. in-8°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIERVILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins<sup>o</sup> 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4<sup>o</sup>. Deux tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autruiys : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,				On souscrit, à l'Étranger,			
	chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :
<i>Genève</i> .....	Michel et Médan.	<i>Lorient</i> .....	Baumel.	<i>Amsterdam</i> .....	Feikema Caarelsen et C <sup>o</sup> .	<i>Londres</i> .....	Dulan
<i>Angers</i> .....	Gavault St-Lager.		M <sup>o</sup> Jexier.				Hachette et C <sup>o</sup> .
<i>Alger</i> .....	Jourdan.		Bernoux et Cunin.	<i>Athènes</i> .....	Beck.	<i>Luxembourg</i> .....	Nutt.
<i>Albi</i> .....	Ruil.		Georg.	<i>Barcelone</i> .....	Verdagner.		V. Buck.
<i>Amiens</i> .....	Courtin-Hecquet.	<i>Lyon</i> .....	Mégret.		Asher et C <sup>o</sup> .	<i>Madrid</i> .....	Libr. Gutenberg
<i>Angoulême</i> .....	German et Grassin.		Chamad.		Dames.		Capdeville.
<i>Angoulême</i> .....	Lachèse.		Vitte.	<i>Berlin</i> .....	Friedlander et fils.		Gonzales e hijos
<i>Arvieux</i> .....	Jérôme.	<i>Marseille</i> .....	Ruat.		Mayer et Müller.		F. Fé.
<i>Arvieux</i> .....	Jacquard.		Gabis.	<i>Berne</i> .....	Schmid, Francke et C <sup>o</sup> .	<i>Milan</i> .....	Dumolard freres.
<i>Arvieux</i> .....	Ayrard.	<i>Montpellier</i> .....	Coalet.		Zanchelli.		Horph.
<i>Arvieux</i> .....	Duthu.	<i>Moulins</i> .....	Martial Place.	<i>Bologne</i> .....	Ramlot.	<i>Moscou</i> .....	Gautier
<i>Arvieux</i> .....	Muller (G.).		Jacques.		Mayolez et Audiarte.	<i>Naples</i> .....	Forchheim.
<i>Arvieux</i> .....	Renaud.	<i>Nancy</i> .....	Grosjean-Maupin.	<i>Bruxelles</i> .....	Lebegue et C <sup>o</sup> .		Margherit di Gus
<i>Arvieux</i> .....	Lefourmier.		Sidot freres.		Hannann.		Pellerano.
<i>Arvieux</i> .....	E. Robert.	<i>Nantes</i> .....	Loiseau.	<i>Bucarest</i> .....	Ranisteanu.	<i>New York</i> .....	Dyrsen et Pfeiffer.
<i>Arvieux</i> .....	J. Robert.		M <sup>o</sup> Veloppe.		Kuban.		Stechert.
<i>Arvieux</i> .....	V <sup>o</sup> Uzel Caroff.	<i>Nice</i> .....	Barna.	<i>Budapest</i> .....	Deighton, Bell et C <sup>o</sup> .	<i>Odessa</i> .....	Westermann
<i>Arvieux</i> .....	Baer.		Visconti et C <sup>o</sup> .	<i>Cambidge</i> .....	Gammermeyer.	<i>Oxford</i> .....	Rousseau.
<i>Arvieux</i> .....	Massol.	<i>Nîmes</i> .....	Thibaud.	<i>Christiana</i> .....	Otto Keil.	<i>Palerme</i> .....	Parker et C <sup>o</sup> .
<i>Arvieux</i> .....	Perrin.	<i>Orléans</i> .....	Luzeray.	<i>Constantinopl.</i>	Host et fils.	<i>Porto</i> .....	Glausen.
<i>Arvieux</i> .....	Henry.		Blancher.	<i>Copenhague</i> .....	Laescher et Seelher.	<i>Prague</i> .....	Magalhaes
<i>Arvieux</i> .....	Marguerite.	<i>Poitiers</i> .....	Drumaud.	<i>Florence</i> .....	Hoste.		Rivnac.
<i>Arvieux</i> .....	Rousseau.	<i>Rennes</i> .....	Plihou et Hervé.	<i>Gand</i> .....	Benf.	<i>Rio-Janeiro</i> .....	Garnier.
<i>Arvieux</i> .....	Ribou-Collay.	<i>Rochefort</i> .....	Girard (M <sup>o</sup> ).	<i>Gènes</i> .....	Cherbuliez.	<i>Rome</i> .....	Boeca freres.
<i>Arvieux</i> .....	Lamarche.		Langlois.		Georg.		Loescher et C <sup>o</sup> .
<i>Arvieux</i> .....	Ratel.	<i>Rouen</i> .....	Lestrugant.	<i>Genève</i> .....	Stapelindr.	<i>Rotterdam</i> .....	Kraniers et fils.
<i>Arvieux</i> .....	Dannlot.		Chevalier.	<i>La Haye</i> .....	Belinfante freres.	<i>Stockholm</i> .....	Sanson et Wallin
<i>Arvieux</i> .....	Lauverjat.	<i>St-Étienne</i> .....	Bastide.		Benfa.	<i>St Petersburg</i> .....	Wöll.
<i>Arvieux</i> .....	Cicquin.		Rumebe.	<i>Lausanne</i> .....	Payot.		Boeca freres
<i>Arvieux</i> .....	Drevet.	<i>Toulon</i> .....	Gimet.		Baith.	<i>Turn</i> .....	Brero.
<i>Arvieux</i> .....	Gratier.		Privat.		Brockhaus.		Clausen.
<i>Arvieux</i> .....	Foucher.	<i>Toulouse</i> .....	Bousselier.	<i>Leipzig</i> .....	Lorentz.	<i>Varsovie</i> .....	Rosenberg et Sellier
<i>Arvieux</i> .....	Bourignon.		Pericat.		Max Rubie.	<i>Venise</i> .....	Gebetner et Wöll
<i>Arvieux</i> .....	Dombre.	<i>Tours</i> .....	Suppléon.		Twietmeyer.		Drucker.
<i>Arvieux</i> .....	Lefebvre.		Giard.	<i>Vienna</i> .....	Desoer.	<i>Vienne</i> .....	Trick.
<i>Arvieux</i> .....	Quarre.	<i>Valenciennes</i> .....	Lemaître.	<i>Viège</i> .....	Günse.		Gerold et C <sup>o</sup> .
						<i>Zurich</i> .....	Meyer et Zeller.

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

- Tomes 1<sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1855 à 31 Décembre 1856.) Volume in-4<sup>o</sup> 333. Prix..... 15 fr.
- Tomes 32 à 61. — (1<sup>er</sup> Janvier 1857 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4<sup>o</sup> 1870. Prix..... 15 fr.
- Tomes 62 à 91. — (1<sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1886.) Volume in-4<sup>o</sup> 1889. Prix..... 15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

**Tome I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Mammes, par MM. A. DUBOIS et J.-E. LAROCHE. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique. — Les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4<sup>o</sup>, avec 32 planches; 1856..... 15 fr.

**Tome II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BEMMEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1855, et puis remise pour celui de 1856. — Étudier les lois de la distillation des corps organiques fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du royaume organique et ses états antérieurs, par le Professeur BROUSSIN. In-4<sup>o</sup> avec 27 planches; 1861..... 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires prêtés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

**MÉMOIRS ET COMMUNICATIONS**

DES MEMBRES EUS CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

	Pages.		Pages.
M. A. COHNÉ. — Sur un théorème sur la théorie de la synchronisation et le des résonances .....	373	la reproduction du diamant .....	326
M. H. MOISSAN. — Nouvelles expériences sur		M. E. H. AMAGAT. — Sur la pression intérieure dans les gaz .....	316

**NOMINATIONS.**

M. AIMÉ GIRARD est élu Membre à Section d'Economie rurale, en remplacement		de feu M. <i>Chambrelet</i> .....	316
--	--	-----------------------------------	-----

**MÉDIRES PRÉSENTÉS.**

M. JEAN ARMAND. — Sur l'époque départ pour la pêche en Islande .....	316
--	-----

**CORRESPONDANCE.**

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie que les divers objets qui ont été legués par Frédéric Guvier sont venus au Secrétariat .....	330	M. S. WINOGRADSKY. — Sur l'assimilation de l'azote gazeux de l'atmosphère par les microbes .....	353
M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. <i>Maurice Caagne</i> .....	350	MM. G. PINSALIN et G. BERTRAND. — Sur la propriété antitoxique du sang des animaux vaccinés contre le venin de vipère .....	356
M. E. MAUMENI prie l'Académie de comprendre parmi les candidats à l'âge vacante dans la Section d'Économique .....	351	M. A. PÉYRONNET. — Recherches sur l'anatomie et le développement de l'armure générale l'embryon des Insectes lépidoptères .....	358
M. J. GUINARD. — Observations Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (notamment Brunner) pendant le second semestre de 1893 .....	351	M. J. KUNZE et D. HERBELAIS. — Observations sur l'hypermétamorphose ou hypnoïde chez les Gantharidiens. — La phase dite de pseudo-chrysalide, considérée comme phénomène d'enkystement .....	360
M. E. GOSSELAT. — Sur des courbes rectilignes et sur le problème Ribaucour .....	365	M. BOURVAT. — Glandes salivaires des Hyménoptères de la famille des <i>Craonidae</i> .....	363
M. ALPH. DEMOLIN. — Sur un caractère caractéristique de l'élément linéaire des surfaces spirales .....	367	M. R. BENARD. — Sur quelques parasites des Lepidodendrons du Carbonifère .....	365
M. EM. BOREL. — Sur quelques points de la théorie des fonctions .....	369	M. SEAN, MEXNER. — Observations sur la constitution de la roche mère du platine .....	368
M. G. D. D'ARON. — Sur un théorème relatif aux fonctions harmoniques de plusieurs variables réelles .....	371	M. L. GÉNÉL. — Sur un gisement d'apophyllite des environs de Collo (Algérie) .....	369
M. P. VILLIAR. — Recherches sur le mode de combustion des explosifs balistiques .....	370	M. A. P. NOUËS. — Eruption du volcan Galbarco .....	371
M. L. BRANLEY. — Sur la conductibilité des substances conductrices discontinues .....	378	M. A. ISSLE. — Remarques sur les tremblements de terre subis par l'île de Zante pendant l'année 1893 .....	374
M. H. LE CHATELIER. — Sur la solubilité des mélanges salins isomorphes .....	376	M. L. BRUN adresse une Note « Sur un calcul relatif à l'éclat des sept principales étoiles de la Grande Ourse » .....	377
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE .....	377		



31259

1894

PREMIER SEMESTRE.

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

---

TOME CXVIII.

---

N° 8 (19 Février 1894).

---

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part desinent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5 heures. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 FEVRIER 1894.

PRÉSIDENCE DE M. LOEWY.

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires du second ordre renfermant un paramètre arbitraire.* Note de M. ÉMILE PICARD.

« 1. On rencontre, en Physique mathématique, de nombreuses équations différentielles linéaires dépendant d'un paramètre arbitraire, et Sturm a notamment publié autrefois, sur ce sujet, un Mémoire d'un très grand intérêt (*Journal de Liouville*, t. 1). Il reste cependant, tant au point de vue de la rigueur que du calcul effectif, bien des points à approfondir dans cette théorie. Je vais me borner ici à un cas particulier très simple, qui est le type des questions que l'on est conduit à étudier dans les applications.

» Considérons l'équation linéaire du second ordre

$$(1) \quad \frac{d^2 y}{dx^2} + k A(x)y = 0,$$

$k$  étant une constante, et  $A(x)$  une fonction continue que je supposerai *positive* dans un certain intervalle  $(a, b)$ .

» On démontre d'abord facilement que les valeurs de  $k$ , pour lesquelles cette équation a une intégrale continue, ainsi que sa dérivée première, dans  $(a, b)$ , et s'annulant pour  $x = a$  et  $x = b$  (sans être identiquement nulle), forment une suite discontinue de valeurs *positives*

$$(2) \quad k_1, \quad k_2, \quad \dots, \quad k_n,$$

$k_n$  augmentant indéfiniment avec  $n$ . Je me propose de montrer comment on pourra, par une suite de calculs réguliers, obtenir les termes de cette suite et les intégrales singulières correspondantes.

» 2. Nous allons d'abord voir comment on peut retrouver, en se plaçant à un autre point de vue, les termes de la suite (2). J'envisage l'intégrale  $u$  de l'équation (1), qui, pour  $x = a$ , prend la valeur A, et, pour  $x = b$ , la valeur B, en désignant par A et B deux quantités numériques *arbitraires*. Nous regarderons l'intégrale  $u$  comme *fonction de  $k$* ; cette fonction de  $k$  sera uniforme dans tout le plan de la variable complexe  $k$ . Elle aura des points *singuliers* qui seront précisément les termes de la suite (2).

» Il importe de rechercher la nature de ces singularités. Nous allons montrer que les points  $k_i$  sont des pôles simples de  $u$ . Écrivons l'équation

$$(3) \quad \frac{d^2 y}{dx^2} + k_i A(x)y = 0,$$

» Elle admet une intégrale  $y_0$  s'annulant en  $a$  et  $b$ , et soit  $Y_0$  une seconde intégrale distincte de la première. Soit maintenant l'équation

$$(4) \quad \frac{d^2 y}{dx^2} + (k_i + \mu) A(x)y = 0,$$

$\mu$  étant une quantité petite. Il est aisé de voir que l'équation (4) admettra deux intégrales voisines de  $y_0$  et  $Y_0$ , et prenant respectivement les mêmes valeurs pour  $x = a$ . Ces intégrales peuvent, de plus, être développées suivant les puissances de  $\mu$ ; on a ainsi

$$y = y_0 + y_1 \mu + \dots, \quad Y = Y_0 + Y_1 \mu + \dots,$$

$y_1, y_2, \dots, Y_1, Y_2, \dots$  s'annulant nécessairement pour  $x = a$ .

» Une intégrale de (4) est de la forme  $\alpha y + \beta Y$ . Cherchons à déterminer les constantes  $\alpha$  et  $\beta$ , de manière que cette intégrale prenne pour  $a$

et  $b$  les valeurs  $A$  et  $B$ . On a les deux équations

$$\beta Y_0(a) = A, \quad \alpha [Y_1(b)\mu + \dots] + \beta [Y_0(b) + \dots] = B.$$

» On voit donc que  $\beta$  est une constante par rapport à  $\mu$ , et que  $\alpha$  admet le pôle  $\mu = 0$ . Ce pôle sera simple, si l'on a  $Y_1(b) \neq 0$ . Or nous allons établir qu'il en est bien ainsi; on a les deux équations

$$\begin{aligned} \frac{d^2 y_0}{dx^2} + k_i \Lambda(x) y_0 &= 0, \\ \frac{d^2 y_1}{dx^2} + k_i \Lambda(x) y_1 + \Lambda(x) y_0 &= 0; \end{aligned}$$

$y_0$  s'annule en  $a$  et  $b$ , et  $y_1$  s'annule en  $a$ . Or, des deux équations précédentes, on conclut

$$\int_a^b \left( y_1 \frac{d^2 y_0}{dx^2} - y_0 \frac{d^2 y_1}{dx^2} \right) dx = \int_a^b \Lambda(x) y_0^2 dx;$$

la première intégrale s'effectue immédiatement; elle serait nulle si  $y_1(b)$  était nul, et l'on serait alors conduit à une absurdité. Nous arrivons donc à la conclusion que  $k_i$  est un pôle simple de la fonction  $u$ .

» 3. Ceci posé, j'arrive au calcul des quantités  $k_i$ . Tant que  $k$  sera inférieur à  $k_1$ , on aura pour  $u$  le développement

$$(5) \quad u = u_0 + u_1 k + \dots + u_n k^n + \dots,$$

$u_0$  prenant en  $a$  et  $b$  les valeurs  $A$  et  $B$  et les autres  $u$  s'annulant aux deux extrémités de l'intervalle  $(a, b)$ . Ces divers coefficients sont des fonctions de  $x$  que l'on peut calculer de proche en proche. Formons les constantes

$$U_n = \int_a^b u_0(x) u_n(x) \Lambda(x) dx.$$

» Elles sont positives, et l'on a les inégalités

$$\frac{U_1}{U_0} < \frac{U_2}{U_1} < \dots < \frac{U_n}{U_{n-1}} < \dots$$

» De plus, on démontre que la série (5) et la série

$$U_0 + U_1 k + \dots + U_n k^n + \dots$$

ont nécessairement même cercle de convergence; on en conclut sans

peine

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{U_n}{U_{n-1}} = \frac{1}{k_1} \quad (\text{pour } n = \infty).$$

» La première valeur singulière  $k_1$  est ainsi déterminée par un calcul régulier.

» 4. Nous allons maintenant calculer  $k_2$ . Puisque  $k_1$  est un pôle simple de  $u$ , nous pouvons écrire

$$(6) \quad u = \frac{u'}{1 - \frac{k}{k_1}} + c_0 + c_1 k + \dots + c_n k^n + \dots,$$

la série du second membre étant convergente jusqu'à  $k = k_2$ . La comparaison des développements (5) et (6) donne de suite

$$u' = \lim_{n \rightarrow \infty} (u_n k_1^n):$$

$u'$  peut donc être regardé comme connu et par suite les  $c$ . Nous formerons alors la suite des quantités

$$V_n = \int_a^b c_0(x) c_n(x) \Lambda(x) dx.$$

» Le rapport  $\frac{V_n}{V_{n-1}}$  tendra vers une limite pour  $n = \infty$ , et l'on aura

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{V_n}{V_{n-1}} = \frac{1}{k_2}.$$

Nous calculons donc ainsi la seconde valeur singulière  $k_2$ .

» 5. On peut continuer ainsi indéfiniment. On aura

$$c_0 + c_1 k + \dots + c_n k^n + \dots = \frac{v'}{1 - \frac{k}{k_2}} + w_0 + w_1 k + \dots + w_n k^n + \dots,$$

la série du second membre étant convergente jusqu'à  $k = k_3$ . On obtiendra  $v'$  par la formule

$$v' = \lim_{n \rightarrow \infty} (v_n k_2^n)$$

et les constantes

$$W_n = \int_a^b w_0(x) w_n(x) \Lambda(x) dx$$

conduiront à la troisième valeur  $k_3$  et ainsi de suite.

» Nous avons donc bien obtenu le résultat que nous avions en vue. Les valeurs singulières  $k_i$  peuvent être obtenues de proche en proche par un

calcul régulier, ainsi que les intégrales singulières correspondant à ces valeurs singulières. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains développements en séries, que l'on rencontre dans la théorie de la propagation de la chaleur.* Note **M. H. POINCARÉ.**

« On sait que le problème du refroidissement d'un corps solide de forme quelconque peut être considéré comme résolu quand on sait :

» 1° Former les fonctions fondamentales  $U_n$  qui satisfont aux conditions suivantes :

$$\begin{aligned} \Delta U_n + k_n U_n &= 0 \quad \text{à l'intérieur du corps,} \\ \frac{dU_n}{dn} + h U_n &= 0 \quad \text{à la surface.} \end{aligned}$$

» Les lettres  $k_n$  et  $h$  désignent des constantes: la seconde constante  $h$  est la même pour toutes les fonctions fondamentales et dépend du pouvoir émissif du corps. Enfin,  $dn$  représente une longueur infiniment petite comptée sur la normale à la surface du corps.

» 2° Démontrer qu'une fonction arbitraire  $V$  peut être développée en série procédant suivant les fonctions fondamentales, sous la forme

$$V = A_1 U_1 + A_2 U_2 + \dots + A_n U_n + \dots,$$

les coefficients  $A_i$  étant des constantes.

» J'ai eu moi-même l'occasion d'insister sur ces points dans diverses Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, et dans un Mémoire inséré au tome XII de l'*American Journal of Mathematics*.

» Dans le cas du cylindre de révolution, Fourier a montré que les fonctions fondamentales se ramènent aux fonctions de Bessel et il en est encore de même dans le cas de la sphère, à la condition d'introduire les fonctions de Bessel d'indice fractionnaire.

» Considérons donc la fonction  $\varphi$  définie de la manière suivante :

$$\varphi(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \left(\frac{x}{2}\right)^{2\beta}}{\Gamma(\beta+1) \Gamma(\beta+n+1)}.$$

» Cette fonction n'est autre chose que la fonction de Bessel  $J_n(x)$  mul-

multipliée par  $\left(\frac{x}{2}\right)^{-n}$ . Elle satisfait à l'équation différentielle

$$(1) \quad \frac{d^2 \varphi}{dx^2} + \frac{2n+1}{x} \frac{d\varphi}{dx} + \varphi = 0.$$

» Considérons d'abord le cas d'un cylindre de révolution, limité par la surface cylindrique

$$x^2 + y^2 = 1,$$

et par les deux plans

$$z = +a, \quad z = -a.$$

» Posons

$$x = r \cos \omega, \quad y = r \sin \omega.$$

» On verrait que chaque fonction fondamentale est le produit de trois facteurs :

» 1° Le premier facteur est  $r^n \cos n\omega$ , ou  $r^n \sin n\omega$ ,  $n$  étant un entier, le même qui figure dans l'équation (1).

» 2° Le second facteur est égal à

$$\sin \lambda z, \quad \text{ou} \quad \cos \lambda' z,$$

$\lambda$  et  $\lambda'$  étant définis par les équations transcendantes

$$h \tan \lambda a + \lambda = 0, \quad h \cot \lambda' a = \lambda'.$$

» 3° Le troisième facteur est la fonction

$$\varphi(\mu'),$$

$\mu$  étant une des racines de l'équation transcendante

$$(2) \quad \mu \varphi'(\mu) + \text{H} \varphi(\mu) = 0,$$

où

$$\text{H} = n + h.$$

» Considérons maintenant le cas d'une sphère limitée par la surface

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1,$$

et posons

$$x^2 + y^2 + z^2 = r^2.$$

» Ici le nombre  $n$  qui figure dans l'équation (1) ne sera plus un entier, mais  $2n$  sera un entier impair; je rappelle que dans ce cas l'équation (1) s'intègre aisément en termes finis.

» Une fonction fondamentale quelconque sera alors le produit de  $r^{n-\frac{1}{2}}$ ,



d'une fonction sphérique d'ordre  $n - \frac{1}{2}$  et de la fonction

$$\varphi(\mu r).$$

» Le coefficient  $\mu$  sera une des racines de l'équation transcendante (2) mais en prenant

$$H = n - \frac{1}{2} + h.$$

» Les fonctions fondamentales sont donc faciles à former dans le cas de la sphère et du cylindre. Comme, d'autre part, Cauchy a démontré qu'une fonction arbitraire de  $z$  peut être développée en série procédant suivant les  $\sin \lambda z$  et les  $\cos \lambda z$ , le problème du refroidissement de la sphère ou du cylindre pourra être regardé comme résolu si l'on parvient à développer une fonction arbitraire  $V$  de  $r$  pour

$$0 < r < 1,$$

en série procédant suivant les fonctions  $\varphi(\mu r)$ .

» C'est là l'objet de la présente Note.

» Je chercherai pour cela à généraliser la méthode de Cauchy.

» Les fonctions  $\varphi(\mu r)$  sont définies par les équations

$$\frac{d^2 \varphi}{dr^2} + \frac{2n+1}{r} \frac{d\varphi}{dr} + \mu^2 \varphi = 0 \quad (\text{pour } r < 1),$$

$$\frac{d\varphi}{dr} + H\varphi = 0 \quad (\text{pour } r = 1).$$

Je chercherai à former une fonction  $S$  restant finie pour  $r = 0$ , et satisfaisant aux conditions suivantes :

$$\frac{d^2 S}{dr^2} + \frac{2n+1}{r} \frac{dS}{dr} + \zeta^2 S = V \quad (\text{pour } r < 1).$$

$$\frac{dS}{dr} + HS = 0 \quad (\text{pour } r = 1).$$

La lettre  $\zeta$  représente une constante *réelle* ou *imaginaire*.

» La fonction  $S$  est facile à former; l'équation (1) étant du deuxième ordre admet une seconde intégrale  $\psi$  que je supposerai choisie de telle sorte que

$$(3) \quad \varphi(x)\psi'(x) - \varphi'(x)\psi(x) = \frac{1}{r^{2n+1}}.$$

Posons alors

$$\begin{aligned} \theta &= \xi \varphi'(\xi) + H \varphi(\xi), \\ \theta_1 &= \xi \psi'(\xi) + H \psi(\xi), \\ dB &= V \varphi(r\xi) \xi^{2n} r^{2n+1} dr, \\ dC &= V \psi(r\xi) \xi^{2n} r^{2n+1} dr. \end{aligned}$$

Il viendra

$$S = \varphi(r\xi) \int_r^1 dC + \psi(r\xi) \int_0^r dB - \varphi(r\xi) \frac{\theta_1}{\theta} \int_0^r dB.$$

» L'équation (3) ne suffit pas pour déterminer l'intégrale  $\psi$ , et elle ne cesse pas d'être satisfaite quand on change  $\psi$  en  $\psi + k\varphi$ . Mais alors, la fonction S ne change pas; cette fonction S reste donc la même quelle que soit l'intégrale  $\psi$  que l'on choisisse parmi toutes celles qui remplissent la condition (3).

» On voit aisément que S est une fonction méromorphe de  $\xi$  dans toute l'étendue du plan.

» Il faut ensuite déterminer la valeur asymptotique de S pour  $\xi$  très grand; je dis que quand le module de  $\xi$  est très grand, cette valeur asymptotique est égale à  $\frac{V}{\xi^2}$ , quel que soit l'argument de  $\xi$ , pourvu que  $\xi$  ne soit pas réel. Je veux dire par là que le rapport de S à  $\frac{V}{\xi^2}$  tend vers l'unité, quand le module de  $\xi$  croît indéfiniment avec un argument constant, les arguments 0 et  $\pi$  étant seuls exceptés.

» Pour le démontrer, on s'appuiera sur les valeurs asymptotiques bien connues des fonctions de Bessel; en choisissant l'intégrale  $\psi$  de telle façon que la valeur asymptotique du produit  $\varphi(r\xi)\psi(r\xi)$  soit égal à

$$\frac{\pm i}{2(r\xi)^{2n+1}},$$

ce choix est toujours possible, mais il y a lieu d'observer qu'on ne devra pas faire le même choix si la partie imaginaire de  $\xi$  est positive, ou si elle est négative.

» L'équation (2) a toutes ses racines réelles et deux à deux, égales et de signe contraire. Soient  $\mu_1, \mu_2, \dots$ , les racines positives rangées par ordre de grandeur. Soient  $c_1, c_2, \dots$  des cercles ayant pour centre l'origine et pour rayons

$$\frac{\mu_1 + \mu_2}{2}, \frac{\mu_2 + \mu_3}{2}, \dots,$$

» On peut démontrer que, sur ces cercles, le rapport de  $S$  à  $\frac{V}{\xi^2}$  reste limité. La démonstration exige des calculs longs mais sans difficulté.

» Il en résulte que, si je désigne par  $J_p$  l'intégrale

$$\int S \xi^2 d\xi,$$

prise le long du cercle  $C_p$ , on aura

$$\lim J_p = 2i\pi V \quad (\text{pour } p = \infty).$$

Cela montre que  $V$  est égal à la somme des résidus de la fonction  $S\xi^2$ .

» Or, les pôles de la fonction  $S$  sont les racines de l'équation  $\theta = 0$ , c'est-à-dire que, pour un pôle,  $\xi = \mu$ ,  $\mu$  étant défini par l'équation (2).

» Le résidu correspondant de  $S\xi^2$  est égal à

$$- \varphi(r\mu) \frac{\mu \theta_1(\mu)}{\theta'(\mu)} \int_0^1 dB.$$

» Dans  $B$  bien entendu,  $\xi$  est remplacé par  $\mu$ . Ce résidu est donc égal à  $\varphi(\mu r)$  multiplié par une constante indépendante de  $r$ .

» La fonction  $V$  se trouve ainsi développée sous la forme voulue.

» Une dernière remarque. Le raisonnement précédent pourrait se trouver en défaut si  $V$  devenait infini pour  $r = 0$ . Or voyons comment nous formons la fonction  $V$  dans le cas du refroidissement de la sphère par exemple. Soit  $W$  la température initiale, qui sera une fonction arbitraire de  $x, y$  et  $z$ , ou, ce qui revient au même, de  $r, \theta$  et  $\omega$  en posant

$$x = r \sin \theta \cos \omega, \quad y = r \sin \theta \sin \omega, \quad z = r \cos \theta,$$

$W$  pourra se développer par la formule de Laplace en une série de la forme

$$W = \sum V r^{n-\frac{1}{2}} X,$$

$X$  étant une fonction sphérique d'ordre  $n - \frac{1}{2}$ . On pourrait craindre que  $V$  ne devienne infini pour  $r = 0$ , mais cela ne se présentera pas si je suppose que  $W$  est holomorphe en  $x, y, z$  dans le voisinage immédiat du centre de la sphère, cette fonction demeurant d'ailleurs arbitraire dans le reste de la sphère.

» La même observation s'applique au cas du cylindre. »

## MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *La fièvre typhoïde à Paris, période décennale de décroissance 1884-1893; ses exacerbations automno-hivernales.* Note de M. DE PIETRA SANTA. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

*Conclusions.* — Au point de vue de la statistique mortuaire de la ville de Paris, la période décennale 1884-1893 se distingue de la période décennale qui l'avait précédée par une diminution marquée des taux de léthalité afférents aux décès généraux (par toutes causes), aux décès par maladies zymotiques, et plus particulièrement aux décès par fièvre typhoïde.

» 1<sup>o</sup> Pendant cette période, pour une population moyenne de 2404520 habitants, le taux de léthalité générale est descendu progressivement, de 24,41 pour 1000 habitants, à 22,42 pour 1000 (21,18 pour 1000 pour l'année 1893), ce qui représente un gain sur la mort de 3,23 pour 1000 habitants, 8125 personnes pour la période.

» Le taux de léthalité, par décès zymotiques, est descendu de 2,45 pour 1000 habitants à 1,84 pour 1000 (autrement dit de 11,82 pour 100 décès pour toutes causes, à 8,22 pour 100).

» Le taux de léthalité par décès de fièvre typhoïde est descendu de 3,62 pour 100 décès généraux à 1,67 pour 100 (1,07 pour 100 en 1893); soit, de 1883 à 1893, une différence de 2,55 pour 100 décès généraux.

» 2<sup>o</sup> Ces heureux résultats doivent être attribués, pour la plus grande partie, aux progrès de la salubrité et de l'hygiène publiques (meilleure installation des systèmes d'égout; distribution plus abondante d'eaux de source de bonne provenance, rasement de cités et de quartiers insalubres; organisation de l'inspection sanitaire des garnis, et en dernier lieu, fonctionnement régulier du service de désinfection dans les étuves municipales); toutefois il faut reconnaître que, partout et toujours, la fièvre typhoïde, maladie essentiellement humaine et endémique, est soumise à des *exacerbations* dites *automno-hivernales*, en relation directe avec des conditions atmosphériques saisonnières qui engendrent les *constitutions médicales régnantes*.

» En Europe, comme aux États-Unis, la fièvre typhoïde a présenté, pendant ce dernier quart de siècle, une diminution régulière, en nombre

et en gravité, au fur et à mesure que les grands travaux d'assainissement et les prescriptions de l'hygiène générale ont reçu un développement plus considérable et plus intelligent (Londres, Bruxelles, Munich, Dantzig, Breslau, Lansing, Washington, Baltimore).

» D'autre part, en Europe et aux États-Unis, comme en France, le plus grand nombre des décès par fièvre typhoïde a coïncidé avec la période de l'année comprise entre les mois d'octobre et de janvier. Les chiffres minima de morbidité et de mortalité ont été constamment enregistrés pendant les mois d'avril, mai, juin et juillet.

» 3<sup>e</sup> De l'ensemble de cette étude, il résulte que la fièvre typhoïde ne peut être rattachée à une étiologie *simple* et *unique* (théories : fécale, hydrique, météorologique, de l'auto-infection, etc.). Un certain nombre de facteurs morbides concourent à sa production, et les principaux sont incontestablement : l'encombrement, la souillure et la malpropreté sous toutes leurs formes, l'usage d'eaux impures et contaminées, les conditions professionnelles spéciales, l'auto-infection, et enfin, les constitutions médicales régnantes. »

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **POUJOL** adresse un Mémoire intitulé « Ville de Grasse; statistique médicale ».

( Commissaires : MM. Larrey, Bronardel. )

M. **GORGES** adresse deux échantillons de conserves de viande de bœuf, préparées par le procédé qu'il a précédemment indiqué.

( Commissaires : MM. Schützenberger, Duclaux, Bronardel. )

### CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1<sup>o</sup> Un volume intitulé « *Astronomische Beobachtungen auf der königlichen Sternwarte zu Berlin; zweite Serie, Band I. — Zonenbeobachtun-*

gen der Sterne zwischen 20 und 25 Grad nördlicher Declination, ausgeführt und bearbeitet von D<sup>r</sup> *E. Becker*, herausgegeben von D<sup>r</sup> *H. Foerster*, zweiter Theil ».

2<sup>o</sup> Un volume intitulé « A descriptive Atlas of the Eucalypts of Australia and the adjoining islands, by Baron *Ferd. von Müller* (Melbourne) ». (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** annonce à l'Académie la perte que viennent de faire les Sciences mathématiques, dans la personne de M. *Eugène Catalan*, décédé à Liège le 14 février 1894.

M. **E. MAUMENÉ** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Chimie par le décès de M. *Fremy*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **L. WEINECK**, directeur de l'observatoire royal impérial de Prague, en adressant à l'Académie des photographies agrandies de quelques-uns des plus grands cirques de la Lune, accompagne cet envoi d'une Note imprimée, dont voici les principaux passages :

« Quand, au début de l'année 1891, je reçus par la bienveillance de M. le professeur Edward S. Holden, directeur de l'observatoire Lick, au mont Hamilton, en Californie, les premières épreuves positives sur verre tirées au contact des clichés négatifs de la Lune obtenus au moyen du réfracteur de 36 pouces de cet observatoire, j'eus la conviction qu'une reproduction agrandie, aussi fidèle que possible, de parties isolées de la Lune, d'après ces clichés, serait du plus grand intérêt pour le progrès de la Sclénographie. A cet effet, j'entrepris immédiatement de faire des dessins agrandis, au lavis suivant les cas, et je construisis pour cela un appareil qui fut publié avec les premiers résultats ainsi obtenus <sup>(1)</sup>. D'après la méthode que j'ai décrite, j'ai reproduit jusqu'à ce jour :

- » 1<sup>o</sup> Avec un grossissement de quatre fois : la *mer des Crises (mare Crisium)*.
- » 2<sup>o</sup> Avec un grossissement de dix fois : les cirques *Archimède* et *Arzachel*, chacun deux fois, avec jet d'ombre en sens opposé.
- » 3<sup>o</sup> Avec un grossissement de vingt fois : *Pétavius*, *Vendélinus*, *Langrénus*, *Eratosthène*, *Flammarion*, la région qui s'étend à l'ouest des monts *Riphées*, cette

---

(1) *Astronomische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag*, in den Jahren 1888, 1889, 1890 und 1891, nebst Zeichnungen und Studien des Mondes.

dernière d'après deux plaques différentes, *Copernic* et de nombreuses découvertes de rainures et de cratères d'après les clichés de Lick ci-dessus mentionné.

» 4° Avec un grossissement de quarante fois : le cirque *Capella*, d'après deux plaques différentes, et le cratère *Tarentius C* à bords saillants, d'après trois clichés différents.

» Pendant ce temps, des essais furent faits de divers autres côtés, et en particulier à l'observatoire Lick lui-même, pour remplacer par un procédé d'agrandissement photographique l'agrandissement par le dessin au lavis. Quelque remarquables que fussent les résultats, ils présentaient un grain trop vague, et restaient trop inférieurs aux originaux quant à la richesse des détails. Le grain grossi par la photographie provenait de groupes de grains dilués par le lavage, et qui rendaient l'image indécise, et cela en raison directe du grossissement. Dans aucun cas, cette image agrandie par la photographie ne pouvait soutenir la comparaison avec un agrandissement fidèle par le dessin.

» Telle était la situation quand, au commencement d'avril 1893, j'eus l'idée de faire moi-même des essais d'agrandissement par la photographie sur mon appareil à dessin, et d'obtenir, par ce procédé mécanique, une finesse de grain égale à celle que l'on aperçoit à l'œil avec un appareil oculaire d'agrandissement correspondant (1).

» Ces essais commencèrent le 19 avril 1893, d'après une méthode qui diffère du procédé ordinaire et dont je me réserve encore la publication. Ces essais donnèrent aussitôt des résultats très favorables. Le grossissement ainsi obtenu du grain de la plaque correspondait absolument au facteur géométrique du grossissement de l'image; on le trouve 9 ou 10 fois plus fin que le grain obtenu par les grossissements photographiques analogues des autres. Dans cette même proportion, le détail de l'original était reproduit avec une fidélité rigoureuse sur l'agrandissement photographique. Le seul défaut de ce procédé mécanique, qui fût appréciable dans la comparaison avec un dessin agrandi, était qu'il est impossible d'obtenir, par une seule exposition, une perfection égale de toutes les parties de l'image, défaut qu'il est d'ailleurs facile d'aplanir par différentes expositions, d'une durée plus ou moins longue. Comme pierre de touche de ma méthode, j'ai choisi des rainures particulièrement fines dans les cirques Thébét et Eratosthène, que j'avais depuis longtemps découvertes, et dessinées avec soin. Je les photographiai avec un grossissement progressif, en observant si elles apparaissaient avec plus ou moins de clarté. Certaine rainure sinueuse dans Eratosthène qui, du haut de son enceinte nord intérieure s'étend vers la vallée, sur une longueur de près de deux milles géographiques, ainsi que plusieurs objets minuscules du cra-

---

(1) Je dois faire remarquer ici que j'exerce la Photographie depuis des années; que j'ai dirigé déjà en 1875 la station d'essais astronomiques-photographiques de la Commission allemande de Vénus à Schwerin dans le Mecklembourg, et que j'ai, le 9 décembre 1874, à l'île Kerguelen (dans le sud de l'Océan Indien) photographié le passage de Vénus avec un plein succès. D'autre part, mon adjoint, M. le Dr R. Spitaler, a rassemblé des observations astronomiques-photographiques d'une grande valeur, au moyen du réfracteur de 27 pouces de l'observatoire de Vienne.

tère dont le diamètre est inférieur à un demi-kilomètre, présentaient, dans ces essais, un intérêt tout particulier. De la sorte, j'agrandis *Thébit* successivement 12, 20, 30, 50 et 62 fois et *Eratosthène* 21, 38, 53 et 71 fois, . . . .

» Dans cette série d'essais, on ne pouvait obtenir avec une précision suffisante que l'image d'un champ assez limité. Mais, à la suite d'améliorations dans les parties optiques et mécaniques de l'appareil, j'ai réussi à reproduire les plus grands cirques de la Lune avec une égale précision dans toutes les parties, et à obtenir ainsi des grossissements qui ne laissent que bien peu de chose à désirer au point de vue séléno-graphique.

» Comme preuve, je me permets d'adresser à l'Académie les cinq feuilles ci-jointes, afin de m'assurer la priorité des premières exécutions de grossissements photographiques de la Lune avec une précision égale à celle des originaux. Les feuilles 1 à 4 sont des grossissements de 24 fois et répondent à un diamètre du disque lunaire de 10 pieds; la feuille 5 est un grossissement de 50 fois.

» 1. *Clavius*, d'après le négatif de Lick, pris en 1892, le 10 novembre, heure du jour : 15<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 40<sup>s</sup>-42<sup>s</sup> P.s.t. avec une esquisse des détails de son intérieur. Au nombre de ces derniers, on observe notamment, au nord-ouest du cratère de (Maedler), une rainure de cratère très claire s'étendant vers *b*, et une rainure à trois rayons, avec bords lumineux, au nord de *d* ( $G = 24$ ).

» 2. *Maginus*, d'après le même négatif ( $G = 24$ ).

» 3. *Tycho* et ses environs, d'après le même négatif ( $G = 24$ ).

» 4. *Ptolemaeus*, d'après le même négatif ( $G = 24$ ).

» 5. *Thébit*, avec la vallée de rainures découverte par moi-même, vers fin mars 1891; d'après le diapositif Lick du 27 août 1888 P.s.t. ( $G = 50$ ).

» Dans toutes ces expériences, j'ai choisi moi-même les objets à photographier, que j'ai introduits et exposés dans l'appareil de grossissement construit par moi-même. M. le Dr Spitaler s'occupait du développement des plaques exposées, ainsi que de leur reproduction ultérieure : c'est grâce à lui que j'ai pu mener ces essais à bonne fin, dans un temps relativement court. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète AV (Courty, 1894, février 11), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest), par M. G. BIGOURDAN; communiquées par M. Tisserand.*

Dates 1894.	Étoiles.	Gr.	Planète — Étoile		Nombre de compar.
			$\Delta R.$	$\Delta$ Décl.	
Févr. 13 . . . .	<i>a</i>	5,5	$-0.25,7^s_1$	$+5'. 5,7$	8:8
13 . . . .	<i>b</i>	9	$+1. 2,40$	$+2. 46,9$	12:8
14 . . . .	<i>b</i>	9	$+0. 3,88$	$-7. 4,5$	8:8



*Positions des étoiles de comparaison.*

Dates 1894.	Étoiles.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Févr. 13.	<i>a</i> 2164 BD + 22	9.56.54,61	+1,85	+22.27.37,5	-3,6	Poulkova (1578)
13.	<i>b</i> 2156 - 22	9.55.24,74	+1,85	+22.30.10,9	-3,4	Weisse <sub>2</sub> (1129)
14.	<i>b</i> 2156 + 22	9.55.24,74	+1,86	+22.30.10,9	-3,5	Id.

*Positions apparentes de la planète AV.*

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Févr. 13. . . . .	10.56.23	9.56.30,72	1,181 <sub>n</sub>	+22.32.39,6	0,606
13. . . . .	11.40.51	9.56.28,99	2,861 <sub>n</sub>	+22.32.54,4	0,593
14. . . . .	11.39.11	9.55.30,48	2,825 <sub>n</sub>	+22.37.11,9	0,592

» *Remarque.* — 1894, février 13. La planète est de 11<sup>e</sup> grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète 1894, AV, faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux.* Note de MM. L. PICART et F. COURTY; communiquée par M. G. Rayet.

« La planète 1894, AV, a été trouvée sur une photographie faite par M. Courty dans la soirée du 11 février. Son aspect photographique était celui d'une 11<sup>e</sup> grandeur. Depuis, la planète a été suivie à Bordeaux et voici les positions obtenues :

## PLANÈTE 1894, AV, COURTY.

Dates 1894.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
Févr. 12. . . . .	11.35.56,6	9.57.27,36	-2,995	67.31.37,1	-0,532	1	L. Picart
13. . . . .	10.54. 7,0	9.56.30,48	-1,229	67.27.12,5	-0,546	2	F. Courty
14. . . . .	7.42.33,3	9.55.39,86	-1,629	67.23.31,8	-0,688	3	L. Picart
15. . . . .	8.31.50,8	9.54.39,65	-1,573	67.19.12,4	-0,640	4	L. Picart
16. . . . .	8.15. 1,9	9.53.41,73	-1,592	67.15.14,7	-0,639	5	F. Courty

*Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1894,0.*

Étoiles.	Catalogues et autorités.	Ascension	Réduction	Distance	Réduction
		droite moyenne.	au jour.	polaire moyenne.	au jour.
1...	$\frac{1}{2}$ [Weisse <sub>2</sub> , H. IX, 1207. — Paris 12385]	<sup>h</sup> 9.59. <sup>m</sup> 17. <sup>s</sup> 01	+1,83	67.30.50,4	+3,80
2...	$\frac{1}{2}$ [Weisse <sub>2</sub> , H. IX, 1207. — Paris 12385]	9.59.17,01	+1,83	67.30.50,4	+3,78
3...	$\frac{1}{2}$ [Weisse <sub>2</sub> , H. XI, 1164-65. — Paris 12331]	9.56.54,30	+1,86	67.32.22,3	+3,57
4...	Weisse <sub>2</sub> , H. IX, 1154	9.56.31,05	+1,87	67.13.24,6	+3,52
5...	$\frac{1}{2}$ [Weisse <sub>2</sub> , H. IX, 1077-78. — Paris 12252]	9.52.34,71	+1,87	67.10.54,8	+3,21

ASTRONOMIE. — *Résultats des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le quatrième trimestre 1893.* Lettre de M. P. TACCHINI à M. le Président.

« La saison a été peu favorable en novembre, tandis que nous avons eu un temps splendide en octobre et décembre.

1893.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative		Grandeur relative		Nombre de groupes par jour.
		des taches.	de jours sans taches.	des taches.	des facules.	
Octobre . . . . .	27	26,85	0,00	112,7	89,2	7,4
Novembre . . . . .	20	23,15	0,00	96,4	84,0	5,4
Décembre . . . . .	27	33,89	0,00	166,4	86,0	8,0

» Le phénomène des taches, quoique encore considérable, est quelque peu en diminution par rapport au trimestre précédent. Je dois faire remarquer le maximum secondaire du mois de décembre, tandis qu'après l'autre maximum, du mois d'août, les taches ont continué à diminuer jusque dans le mois de novembre. Dans la période du maximum, le Soleil s'est présenté toujours avec des taches et des trous.

» Voici le résumé des observations des protubérances :

1893.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances.		
		Nombre moyen	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Octobre . . . . .	22	5,82	36,2	1,9
Novembre . . . . .	13	5,00	34,7	1,8
Décembre . . . . .	23	6,48	35,5	1,9

» Dans le phénomène des protubérances solaires, on a donc constaté une diminution. Nous devons cependant faire remarquer que, en décembre, on trouve un maximum secondaire, comme pour les taches, et que la même coïncidence a eu lieu dans le mois d'août. La seule protubérance digne d'être notée a été observée le 26 décembre à 288°; elle présente en hauteur les variations suivantes :

11.20	hauteur	87,8
11.41	»	133,0
11.47	»	141,1
11.51	»	79,8
12. 0	»	66,5

maximum de vitesse en ascension, 26<sup>km</sup> par seconde; en descente, 109<sup>km</sup>; sur le bord, à l'endroit de la protubérance, nous n'avons pas observé de spectres métalliques : le maximum d'activité solaire a donc un caractère tout autre qu'auparavant. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les tétraèdres conjugués par rapport à une quadrique et dont les arêtes sont tangentes à une autre quadrique.* Note de M. H. VOIGT, présentée par M. Appell.

« Soient

$$\Sigma = x^2 + y^2 + z^2 + t^2 = 0 \text{ une quadrique directrice,}$$

$$S = ax^2 + by^2 + cz^2 + dt^2 = 0 \text{ une autre quadrique,}$$

$$S' = \frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} + \frac{z^2}{c} + \frac{t^2}{d} = 0 \text{ sa polaire réciproque par rapport à } \Sigma;$$

s'il existe un tétraèdre  $A_1A_2A_3A_4$  conjugué par rapport à  $\Sigma$  et dont les arêtes sont tangentes à  $S$ , on sait que l'invariant

$$\Phi = ab + ac + ad + bc + bd + cd$$

doit être nul. Je me propose d'indiquer une méthode nouvelle, qui permet de retrouver ce résultat, de démontrer la réciproque, et de déterminer tous les tétraèdres jouissant de la propriété énoncée.

» Le point  $A_1$  est le sommet de deux cônes circonscrits à  $S$  et  $\Sigma$ , dont l'un est capable d'un trièdre conjugué par rapport à l'autre; donc il appar-

tient à la surface covariante relative à S et  $\Sigma$

$$T' = a(b+c+d)x^2 + b(a+c+d)y^2 \\ + c(a+b+d)z^2 + d(a+b+c)t^2 = 0;$$

il appartient de même à la surface analogue relative à S' et  $\Sigma$

$$T'_1 = (bc+bd+cd)x^2 + (ad+ac+cd)y^2 \\ + (ab+ad+bd)z^2 + (ab+ac+bc)t^2 = 0.$$

Comme on a  $T' + T'_1 = \Phi\Sigma$ , il ne peut y avoir de point  $A_1$  en dehors de  $\Sigma$  que si  $\Phi = 0$ .

» Il faut de plus que le plan  $A_2 A_3 A_4$  coupe  $T'$  et  $\Sigma$  suivant deux coniques capables d'un triangle inscrit dans l'une et circonscrit à l'autre, ce qui donne comme nouveau lieu du point  $A_1$  la surface du quatrième ordre

$$W = \Sigma^2 - 4SS' = 0.$$

» Le lieu des sommets des tétraèdres est la courbe  $\Gamma$  du huitième ordre intersection des surfaces  $T'$  et  $W$ , car réciproquement tout point de cette courbe est le sommet d'un tétraèdre et d'un seul.

» On vérifie, en effet, que si l'on prend un point  $A_1$  de la courbe  $\Gamma$ , le plan polaire de ce point par rapport à  $\Sigma$  coupe les cônes  $C_1, C'_1$  circonscrits à S et S', la surface  $T'$  et la surface  $W$  suivant des courbes ayant trois points communs; ce seront les sommets  $A_2, A_3, A_4$ .

»  $\rho_1$  étant un paramètre variable, les coordonnées de  $A_1$  s'obtiendront en résolvant les équations  $\Sigma + 2\rho_1 S' = 0, \Sigma + \frac{2}{\rho_1} S = 0, T' = 0$ ; les paramètres  $\rho_2, \rho_3, \rho_4$  des autres sommets sont les racines de l'équation bicubique symétrique

$$(1) \quad f(\rho, \rho_1) = \Delta \rho^2 \rho_1^2 (\rho + \rho_1) + 2\theta \rho^2 \rho_1^2 + 2\theta' \rho \rho_1 + \Delta' (\rho + \rho_1) = 0,$$

de sorte que les éléments du tétraèdre sont des fonctions algébriques de  $\rho_1$ . La relation précédente est de genre deux; une transformation Cremona la ramène à

$$x^2 + X(X-a^2)(X-b^2)(X-c^2)(X-d^2) = 0.$$

» Les coordonnées X, Y des points de cette courbe hyperelliptique s'expriment en fonction hyperelliptique de deux paramètres  $u_1, u_2$  reliés par l'équation  $\mathcal{E}_{02}(u_1, u_2) = 0$ , et les éléments des tétraèdres s'expriment par des fonctions hyperelliptiques de  $u_1$  et  $u_2$ .

» On peut déduire de là que, si l'on a  $\rho_1 = F(u_1, u_2)$ , la relation (1) s'obtient en éliminant  $u_1, u_2$  entre  $\rho_1 = F(u_1, u_2)$ ,  $\rho = F(-u_1, -u_2)$ ,  $\Sigma_{02}(u_1, u_2) = 0$ ; c'est la généralisation de cette remarque développée par Halphen, à propos des polygones de Poncelet, que toute relation biquadratique symétrique entre  $\rho$  et  $\rho_1$  s'obtient en éliminant  $u$  entre  $\rho = f(u)$ ,  $\rho_1 = f(u + u_0)$ , où  $f$  est une fonction elliptique particulière. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une dégénérescence du groupe projectif général.*

Note de M. F. ENGEL, présentée par M. Picard.

« Le groupe projectif général est-il susceptible de dégénérescence? Question étrange au premier abord, mais qui pourtant a un sens bien déterminé. Je me propose de démontrer comment cette circonstance peut se présenter.

» Commençons par le groupe projectif général du plan. Comme groupe de transformations ponctuelles, il n'est capable d'aucune dégénérescence; mais, d'après M. Lie, il peut être regardé aussi comme groupe de transformations de contact, et alors il en est autrement.

» Sous ce nouveau point de vue, le groupe projectif laisse invariantes deux équations différentielles du second ordre, savoir :  $y'' = 0$  et  $\frac{1}{y''} = 0$ , dont une définit les  $\infty^2$  droites et l'autre les  $\infty^2$  points du plan. Par la transformation de contact :

$$(1) \quad x_1 = \frac{x - y'}{2}, \quad y_1 = \frac{y}{2i} + \frac{1}{8i}(x^2 - 2xy' - y'^2), \quad y'_1 = \frac{x + y'}{2i},$$

les équations différentielles citées prennent la forme  $y''_1 = -i$  et  $y''_1 = +i$ , et en même temps le groupe projectif général du plan se change en un groupe de transformations de contact, dont les transformations infinitésimales ont les fonctions caractéristiques suivantes :

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} 1, \quad x_1, y'_1, \quad x_1^2 + y_1'^2, \quad y_1 - \frac{1}{2}x_1 y'_1, \\ x_1(x_1' + y_1'^2) - 4y_1'(y_1 - \frac{1}{2}x_1 y'_1), \quad y_1(x_1' + y_1'^2) + 4x_1(y_1 - \frac{1}{2}x_1 y'_1), \\ (x_1^2 + y_1'^2)^2 + 16(y_1 - \frac{1}{2}x_1 y'_1)^2. \end{array} \right.$$

» Ce groupe est réel et est doué de la propriété d'être irréductible dans le sens de M. Lie, quand on applique sa notion d'irréductibilité aux groupes réels de transformations de contact; cela veut dire que le

groupe (2) ne peut être transformé en un groupe de transformations ponctuelles par une transformation de contact réelle (*Leipziger Berichte*, 1892, p. 291-296).

Le groupe (2) peut dégénérer. Au lieu de  $y_1$  et de  $y'_1$ , j'écris  $\lambda y_1$  et  $\lambda y'_1$ , opération qui équivaut à une nouvelle transformation de contact. Dans toutes les fonctions caractéristiques qui deviennent divisibles par  $\lambda$ , je supprime le facteur  $\lambda$ , et alors, en faisant  $\lambda = 0$ , je trouve le groupe

$$(3) \quad 1, \quad x_1, \quad y'_1, \quad x_1^2, \quad y'_1 - \frac{1}{2}x_1 y'_1, \quad x_1^3, \quad y'_1 x_1^2 + \frac{1}{4}x_1 (y_1 - \frac{1}{2}x_1 y'_1), \quad x_1^4,$$

qui est une dégénérescence du groupe (2) et en même temps du groupe projectif général du plan.

Le groupe (3) est un groupe de transformations ponctuelles; en appliquant les significations ordinaires de M. Lie pour les groupes de cette espèce, on peut l'écrire comme il suit :

$$(4) \quad q_1, \quad x_1 q_1, \quad x_1^2 q_1, \quad x_1^3 q_1, \quad x_1^4 q_1, \quad p_1, \quad x_1 p_1 + 2y_1 q_1, \quad x_1^2 p_1 + \frac{1}{4}x_1 y_1 q_1.$$

» C'est précisément une des formes normales qui ont été établies par M. Lie pour les groupes du plan (voir, par exemple, *Théorie des Transfgr.*, t. III, p. 72).

» Ma méthode est applicable au groupe projectif général d'un espace quelconque. Dans l'espace à  $n + 1$  dimensions, je trouve comme dégénérescence du groupe projectif général le groupe suivant à  $n + 1$  variables  $y_1, x_1, \dots, x_n$  :

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} q, \quad x_i q, \quad x_i x_k q, \quad x_i S q, \quad S^2 q, \\ p_i, \quad U + 2zr, \quad x_i p_k - x_k p_i, \quad S p_i - 2x_i U - \frac{1}{4}x_i y q \quad (i, k = 1 \dots n) \end{array} \right.$$

où  $S = \sum x_i^2$  et  $U = \sum x_i p_i$ . Ce groupe laisse invariant l'ensemble des  $\infty^n$  droites :  $x_i = \text{const.}$  et permute ces  $\infty^n$  droites  $x_i = \text{const.}$  comme le groupe des transformations conformes d'un espace à  $n$  dimensions permute les points de cet espace. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement de deux points reliés par un ressort.*

Note de M. L. LECOMU, présentée par M. Marcel Deprez.

« Deux points A et B, mobiles sur une même droite horizontale, sont reliés par un ressort de masse négligeable. Le point A est animé d'un mouvement connu. Le point B, qui possède une masse  $m$ , est soumis à

l'action du ressort; il éprouve en même temps une résistance proportionnelle à sa vitesse : quel va être son mouvement? Pour répondre à cette question, appelons  $a$  et  $x$  les distances, à l'instant  $t$ , des points A et B à une même origine fixe marquée sur la droite. La longueur actuelle du ressort est  $x - a$ . Si donc  $l$  désigne sa longueur à l'état libre et  $f$  un coefficient constant, la tension de ce ressort est  $f(x - a - l)$ . La résistance due à la vitesse peut se représenter par  $2m\lambda \frac{dx}{dt}$ , en appelant  $\lambda$  un autre facteur constant. L'équation du mouvement est donc

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + 2m\lambda \frac{dx}{dt} + f(x - a - l) = 0.$$

Posant  $\frac{f}{m} = \mu^2$  et  $\frac{f(a+l)}{m} = \varphi(t)$ , il vient

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\lambda \frac{dx}{dt} + \mu^2 x = \varphi(t).$$

Nous admettrons que  $\lambda$  est inférieur à  $\mu$ , et nous écrirons  $\omega = \sqrt{\mu^2 - \lambda^2}$ . L'intégrale générale, mise sous forme réelle, est alors

$$x = e^{-\lambda t} (C \cos \omega t + C' \sin \omega t) + \frac{e^{-\lambda t} \sin \omega t}{\omega} \int e^{\lambda t} \cos \omega t \varphi(t) dt - \frac{e^{-\lambda t} \cos \omega t}{\omega} \int e^{\lambda t} \sin \omega t \varphi(t) dt,$$

avec les deux constantes arbitraires C et C'.

» Considérons en particulier le cas où le mouvement de A est pendulaire et posons  $\varphi(t) = h \sin qt$ , ce qui revient à placer l'origine fixe de telle manière que, pour  $t = 0$ , on ait  $a = -l$ . Les quadratures s'effectuent sans difficulté, et l'on trouve

$$x = e^{-\lambda t} (C \cos \omega t + C' \sin \omega t) + h \frac{(\mu^2 - q^2) \sin qt - 2\lambda q \cos qt}{(\mu^2 - q^2)^2 + 4\lambda^2 q^2}.$$

» Ce résultat met en évidence la superposition de deux mouvements vibratoires. L'un, de période  $\frac{2\pi}{\omega}$ , s'éteint rapidement à cause du facteur  $e^{-\lambda t}$ ; on peut donc en faire abstraction. L'autre, de période  $\frac{2\pi}{q}$ , égale à celle du mouvement de A, a pour amplitude  $\frac{h}{\sqrt{(\mu^2 - q^2)^2 + 4\lambda^2 q^2}}$ , tandis que le mouvement de A a pour amplitude  $\frac{h}{\mu^2}$ . Les mouvements de B et de A présentent la différence de phase  $\varphi = \text{arc tang} \frac{2\lambda q}{\mu^2 - q^2}$ . Quand  $\mu$  est égal à  $q$ , c'est-à-dire

quand la période vibratoire du ressort est égale à celle de A, la différence de phase est  $\frac{\pi}{2}$ , quelle que soit la résistance due à la vitesse, pourvu que cette résistance ne soit pas nulle.

» On réalise ainsi la transformation d'un mouvement vibratoire donné en un mouvement de même période, mais de phase différente. Pour créer une résistance proportionnelle à la vitesse du second mouvement, on peut relier le point B à l'extrémité inférieure d'une longue tige verticale oscillante et fixer un écran sur cette tige, près de son point de suspension. L'inertie de ces pièces auxiliaires viendra simplement modifier la masse apparente du point B. La vitesse de l'écran sera très faible, mais proportionnelle à celle de B, et, dans ces conditions, la résistance de l'air sera, comme l'on sait, sensiblement proportionnelle à cette vitesse. Alors, si les vibrations propres du ressort ont même période que celles de A, la différence de phase sera toujours  $\frac{\pi}{2}$ ; si les périodes sont différentes, en faisant glisser plus ou moins l'écran sur la tige, on modifiera à volonté le *décalage*. La résistance proportionnelle à la vitesse s'obtient d'ailleurs, si l'on veut, d'une manière plus rigoureuse, par le procédé employé par M. Marcel Deprez dans son *Tachymètre électromagnétique* et dans son *Compteur d'énergie*, ainsi que par M. Cornu dans son *Système de synchronisation des mouvements pendulaires*.

» Pour que l'amplitude du mouvement de B soit égale à celle du mouvement de A, il faut et il suffit que l'on ait  $q^2 = 2\mu^2 - 4\lambda^2$ . Dans le cas où  $\mu$  est égal à  $q$ , cette condition se réduit à  $\lambda = \frac{\mu}{2}$ . Possédant ainsi deux mouvements vibratoires de même amplitude, de même période, et dont les phases diffèrent de  $\frac{\pi}{2}$ , il est aisé, comme me l'a fait remarquer M. Marcel Deprez, de les composer cinématiquement à angle droit, et le mouvement résultant est alors circulaire et uniforme. La transformation d'un mouvement rectiligne pendulaire en un mouvement circulaire et uniforme se trouve donc obtenue de cette manière. C'est d'ailleurs le problème que M. Marcel Deprez avait en vue lorsqu'il me posa la question qui fait l'objet de cette Note. »



PHYSIQUE. — *Sur un système de deux pendules reliés par un fil élastique.*

Note de M. LUCIEN DE LA RIVE, présentée par M. Poincaré.

« L'action réciproque de deux parties d'un même système solide animées de mouvements périodiques n'a donné lieu qu'à un petit nombre de recherches expérimentales, depuis la découverte par Ellicot de l'influence mutuelle de deux horloges voisines. Savart (1) a fait osciller deux pendules sur des couteaux fixés aux deux extrémités d'une tige métallique horizontale et a observé la communication alternative du mouvement de l'un des pendules à l'autre. J'ai trouvé qu'en reliant les masses de deux pendules de même longueur par un fil de caoutchouc de petite section, restant constamment tendu, on obtient une alternance assez inattendue et très régulièrement périodique de l'amplitude oscillatoire d'un pendule à l'autre.

» La masse pendulaire est un cylindre de plomb, de 8<sup>cm</sup> de diamètre et de 8<sup>cm</sup> de haut, pesant 5<sup>kg</sup>, dans l'axe duquel se trouve un petit cylindre de cuivre dépassant un peu celui du plomb, percé axialement pour recevoir le fil de suspension et muni d'une vis de pression pour le fixer. Le fil de suspension est en acier; il a un diamètre de 0<sup>mm</sup>,7 et une longueur de 3<sup>m</sup>,67. Le point de suspension est obtenu par l'insertion du fil dans un cylindre en cuivre à vis de pression, vissé lui-même dans une poutre du plafond. Chacune des extrémités du fil élastique est serrée dans une petite pince portant un anneau dans lequel passe le fil de suspension à sa sortie du cylindre, de manière que la direction de la tension passe forcément par l'axe de la masse. La distance des deux points de suspension est 4<sup>m</sup>,60. L'amplitude de l'oscillation est mesurée par la projection de l'ombre du fil de suspension sur une règle graduée horizontale placée à 0<sup>m</sup>,84 au-dessus du cylindre. Les fils sont en caoutchouc non vulcanisé (pur Para) à section carrée. Les sections sont, pour le n° 1, 0<sup>mm</sup>,87 et, pour le n° 2, 3<sup>mm</sup>,37. La longueur du fil à l'état normal est de 3<sup>m</sup>,60 environ.

» La durée de l'oscillation simple (demi-oscillation entre deux points d'arrêt successifs) de chacun des deux pendules oscillant librement est  $T_1 = 1^s,92$ .

» On met en mouvement le pendule B, sans vitesse initiale, en l'écar-

(1) *L'Institut*, 1<sup>re</sup> Section, p. 462; 1839.

tant de la verticale de manière à l'éloigner de A dans le plan vertical AB. L'amplitude de B diminue graduellement, tandis que celle de A, partant de zéro, augmente, et le premier minimum de B est presque nul, donnant lieu à un arrêt apparent. L'énergie de B est à cet instant intégralement transmise à A. Puis la transmission inverse se produit et la durée de la période entre deux maxima ou deux minima de chacun des pendules est absolument constante. La durée de l'oscillation pendulaire est très peu moindre que la durée normale  $T_1$ ; seulement, à chaque minimum, l'oscillation se met en retard sur elle-même de  $T_1$ .

» Soient  $l$ ,  $m$  la longueur et la masse du pendule;  $K$ ,  $S_0$ ,  $L$  le coefficient d'élasticité, la section et la longueur à l'état normal du fil élastique;  $u_2$ ,  $u_1$  les distances horizontales respectives du centre de gravité de chaque pendule à sa position verticale;  $d$  l'allongement du fil correspondant aux positions verticales simultanées; enfin  $a$  et  $b$  des coefficients plus petits que 1 dus au développement de l'expression  $S = S_0 \left( 1 + \frac{d+u}{L} \right)$  impliquant que la densité reste constante. En ne tenant compte ni de la résistance de l'air, ni d'aucune autre perte d'énergie, on a

$$(1) \quad m \frac{d^2 u_2}{dt^2} + \frac{mg u_2}{l} + \frac{KS_0}{L} [a(u_2 - u_1) + \delta d] = 0,$$

$$(2) \quad m \frac{d^2 u_1}{dt^2} + \frac{mg u_1}{l} - \frac{KS_0}{L} [a(u_2 - u_1) + \delta d] = 0.$$

» Par addition et soustraction des (1), (2), et intégration, on trouve que la somme  $u_2 + u_1$  donnant le mouvement du centre de gravité du système est la même oscillation que celle du pendule libre, et que la différence  $u_2 - u_1$  est une oscillation de durée moindre, avec une constante très petite. Les conditions initiales étant que A se trouve à l'instant initial dans la position d'équilibre qu'il prend lorsque A et B sont en repos, on obtient

$$(3) \quad u_2 + e_0 = A_0 \cos \frac{\pi t}{T_3} \cos \frac{\pi t}{T_2},$$

$$(4) \quad u_1 - e_0 = A_0 \sin \frac{\pi t}{T_3} \sin \frac{\pi t}{T_2},$$

$$T_1 = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad T_2 = \frac{2T_1}{a\varepsilon}, \quad \frac{1}{T_3} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}, \quad \varepsilon = \frac{KS_0 l}{mgL} e_0 = d\delta\varepsilon.$$

» Le coefficient d'élasticité  $K$ , sensiblement le même pour les deux fils, est  $1116, 10^4$ , en unités C.G.S.,  $\frac{1}{1000000}$  de celui du cuivre. La fraction  $\varepsilon$  est

petite à cause de la valeur de  $m$ ,  $5,10^3$ ;  $A_0$  est la constante d'amplitude initiale.

» Les (2), (3) rendent compte de l'amplitude alternative observée, les valeurs de  $u_2$  et  $u_1$  étant doublement périodiques. L'oscillation pendulaire a pour durée  $T_3$  et la durée de la période entre deux maxima d'amplitude est  $T_2$ . On voit que, par le changement de signe du coefficient d'amplitude à la demi-période, l'oscillation se met en retard de  $T_3$ , et que :

$$\text{de } t = 0 \text{ à } t = \frac{T_2}{2}, \quad u_2 \text{ est en avance sur } u_1 \text{ de } \frac{T_3}{2};$$

$$\text{de } t = \frac{T_2}{2} \text{ à } t = T_2, \quad u_2 \text{ est en retard sur } u_1 \text{ de } \frac{T_3}{2}.$$

» Le rapport de  $T_1$  à  $T_2$  donné par la moitié de  $\varepsilon a$  fournit une vérification. En substituant les valeurs numériques on trouve pour ce rapport, avec le fil n° 1 et  $L = 3^m 63$ ,  $0,0063$  et, avec le fil n° 2 et  $L = 3^m 80$ ,  $0,024$ , ce qui donne respectivement pour  $T_2$ ,  $308^s$  et  $78^s$ .

» Les valeurs observées sont :  $5^m 5^s$  et  $1^m 18^s$  et se trouvent concorder avec celles déduites des équations avec une exactitude qui dépasse la précision des observations.

» Le mouvement des pendules satisfait aux (3), (4) relativement à la périodicité, mais on observe le fait important que : *Les maxima décroissent et les minima croissent de telle manière que les deux pendules tendent à osciller synchroniquement, comme leur centre de gravité, c'est-à-dire comme un système solide rigide, et avec une tension constante du fil élastique.*

» La résistance de l'air seule ne donnerait lieu qu'à une diminution simultanée des maxima et des minima. J'ai été conduit à constater que le fil élastique absorbe une portion de l'énergie qu'il transmet de l'un des pendules à l'autre, absorption qui est due au frottement intérieur et qui se trouve probablement liée à la propriété du caoutchouc de s'échauffer par l'extension.

» Pour constater qu'au bout d'un grand nombre de périodes les deux pendules marchent d'accord, j'ai fixé au fil de suspension, près du cylindre de chaque pendule, un petit miroir dont la surface est trop petite pour altérer le décrement de l'oscillation. Les images de deux lumières sont projetées sur un même écran placé entre les deux pendules, et ces images oscillent comme les pendules eux-mêmes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle méthode simplifiée pour le calcul des courants alternatifs polyphasés.* Note de M. A. BLONDEL, présentée par M. CORNU.

« La méthode que je vais indiquer a pour but de ramener l'étude des courants polyphasés à une forme aussi simple que celle des courants alternatifs monophasés. Elle a pour point de départ les deux hypothèses simplificatrices suivantes, qui donnent une approximation pratique suffisante :

» 1° Les courants alternatifs varient tous suivant une loi harmonique.

» 2° Le flux tournant produit par un système de courants polyphasés harmoniques, symétriques comme intensités et comme phase, a, grâce à la bonne construction et aux réactions secondaires de la machine, une intensité et une vitesse de rotation assez constantes pour que le flux coupé par une spire d'un quelconque des enroulements polyphasés varie aussi suivant la loi harmonique.

» De ces hypothèses on peut déduire les deux conséquences suivantes, dont la première seule a été déjà indiquée :

» 1° Un flux tournant peut être représenté par un vecteur indiquant la direction suivant laquelle l'induction est maxima à un instant donné et la valeur constante de ce maximum.

» 2° Les courants polyphasés qui le produisent peuvent être aussi remplacés, dans leur ensemble, par un vecteur unique porté sur la même droite que celui du flux, et représentant l'intensité d'un *courant tournant* équivalent traversant le circuit total; de même, l'ensemble des forces électromotrices (ou tensions) alternatives peut être représenté par une seule *force électromotrice* (ou tension) *tournante* ou *vectorielle*.

» Il suffit maintenant de définir les valeurs des courants tournants et les constantes vectorielles applicables aux circuits correspondants, de façon à permettre de conserver sous cette nouvelle forme le plus grand nombre des lois ordinaires des courants alternatifs.

» 1° *Variables vectorielles.* — Soient  $q$  le nombre des courants polyphasés employés,  $I_0$  leur amplitude ou intensité maxima,  $v_0$  leur tension maxima mesurée entre chaque conducteur et le conducteur de retour (ou le point neutre qui en tient lien); je définis tout d'abord l'intensité vectorielle  $I$

et la tension vectorielle  $U$  par les deux quantités

$$(1) \quad I = i_0$$

et

$$(2) \quad U = \frac{q}{2} v_0 \quad (1).$$

» 2° *Constantes vectorielles d'un circuit symétrique.* — Soit un circuit *symétrique* parcouru par un système de courants polyphasés et dans lequel les diverses branches sont supposées sans induction mutuelle; soient  $R, L, C$ , la résistance, la self-induction et la capacité d'une des branches connectées suivant le montage dit *étoilé* et supposées à un ombre de  $q'$ ; soient  $r, l, c$ , les mêmes constantes pour une des branches connectées en polygone et en nombre égal aux précédentes. On démontre aisément que les constantes vectorielles uniques,  $R, L, C$ , qu'on doit adopter pour satisfaire aux équations (1) et (2) en même temps qu'à la loi d'Ohm sont respectivement (en posant  $b = 2 \sin \frac{\pi}{q'}$ ),

$$\frac{q'}{2} \left( R + \frac{r}{b^2} \right), \quad \frac{q'}{2} \left( L + \frac{l}{b^2} \right) \quad \text{et} \quad \frac{2}{q'} \left( C + \frac{b^2}{c} \right).$$

» 3° *Constantes vectorielles d'un système à flux tournant.* — Supposons que les branches du circuit soient des bobines de fil disposées de manière à produire un flux tournant (et ayant en général de l'induction mutuelle); soient  $q'$  le nombre total de ces bobines supposées équivalentes, et  $n$  le nombre de fils extérieurs de l'une de celles d'entre elles qui sont (ou seraient) montées en étoile; le produit  $q'n = N$  peut être appelé le *nombre de spires* réduit ou équivalent du système.

» On démontre aisément qu'on peut toujours exprimer la valeur d'un flux  $\Phi$  en fonction de l'intensité vectorielle  $I$  du système qui le produit, et celle de la force électromotrice vectorielle induite  $E$  en fonction d'un

(1) On pourrait également poser  $I = i_{\text{eff}}$  et  $U = q v_{\text{eff}}$  et remplacer en conséquence dans les définitions suivantes  $\frac{q}{2}$  par  $q$ , et  $\frac{N}{2}$  par  $N$ . Mais ce système, bien que très commode, respecte beaucoup moins bien que celui-ci les analogies théoriques. On sait en effet qu'un champ tournant est égal à  $\frac{q}{2}$  fois l'amplitude des champs composants, et cela justifie le choix fait ici pour la définition de  $U$ .

flux  $F$  qui lui donne naissance, par les deux expressions

$$(3) \quad \Phi = \frac{4\pi}{R} IK$$

et

$$(4) \quad E = \frac{k}{4} \frac{2\pi}{T} NF,$$

dans lesquelles  $R$  représente une résistance magnétique (ou réluctance) fictive équivalente à celle que devrait avoir le système s'il était réellement parcouru par le courant tournant  $I$ , et  $K$  et  $k$  deux coefficients de correction dont on peut calculer ou mesurer les valeurs une fois pour toutes pour chaque type d'enroulement et qui se réduiraient à l'unité si l'enroulement était composé d'un nombre infini de bobines parcourues par des courants de phases infiniment voisines.

» En comparant ces deux formules (3) et (4) on obtient immédiatement les expressions théoriques du coefficient d'induction mutuelle  $M$  de l'ensemble d'un système polyphasé sur un autre et de la self-induction  $\Lambda$  d'un système sur lui-même

$$(5) \quad M = K k \frac{4\pi}{R} \frac{N_1}{2} \frac{N_2}{2},$$

$$(6) \quad \Lambda = K k \frac{4\pi}{R} \left(\frac{N_1}{2}\right)^2,$$

coefficients que j'appellerai *cycliques* pour rappeler qu'ils englobent les réactions mutuelles des bobines d'un même système entre elles (1).

» Les simples définitions précédentes permettent de traiter tous les problèmes de courants polyphasés comme s'il s'agissait d'un courant alternatif unique. On peut en effet appliquer aux courants vectoriels toutes les lois ordinaires ainsi que les solutions graphiques, réservées jusqu'ici aux courants alternatifs monophasés, en considérant les vecteurs des intensités et des tensions non plus comme fixes, mais comme tournant avec le flux magnétique; ces vecteurs se composent évidemment entre eux suivant les règles habituelles. Tout problème de courant monophasé trouve ainsi son équivalent en courant rotatoire par un simple changement d'interprétation des symboles. J'en donnerai un exemple dans une prochaine Note. »

---

(1) Leurs valeurs pratiques sont faciles à déterminer expérimentalement en appliquant aux courants vectoriels la même méthode que celle qu'a indiquée M. Joubert pour les courants alternatifs simples.

OPTIQUE. — *L'objectif aplanétique symétrique.* Note de M. CH.-V. ZENGER, présentée par M. A. Cornu.

« En examinant la construction de l'œil humain, j'ai eu l'idée de l'imiter pour obtenir des objectifs télescopiques, microscopiques et photographiques. Il m'a paru que les constructeurs de lentilles photographiques s'éloignent des meilleures conditions de correction des images dioptriques, en s'éloignant beaucoup des principes de la construction de l'œil même. En faisant usage de deux sortes de verre, crowns et flints, très différents en réfraction et dispersion, ils introduisent le spectre secondaire et l'astigmatisme. L'œil humain contient des milieux très peu réfringents et dont la dispersion est à peu près identique; les courbures sont disposées de manière à réduire, elles aussi, l'aberration sphérique au minimum, et à détruire l'astigmatisme.

» C'est ce que j'ai cherché à imiter, en faisant usage de deux crowns les moins réfringents et dispersifs, de verre phosphaté plus réfringent et moins dispersif que le crown boraté. Les deux lentilles sont : la première plan-convexe et l'autre plan-concave, donnant à peu près le minimum d'aberration sphérique. C'est ainsi que l'aberration sphérique peut être réduite au minimum et l'apochromatisme exact peut être obtenu pour le système de ces lentilles.

» En faisant usage de la formule approchée, on obtient la condition d'achromatisme

$$0 = \frac{\omega}{p} - \frac{\omega'}{q} \frac{b^2}{p^2}, \quad \frac{1}{\xi} = \frac{1}{b} - \frac{1}{q}, \quad \frac{m-1}{m} = \frac{b}{q};$$

d'où il vient

$$(1) \quad \frac{m-1}{m} = \sqrt{\frac{\omega}{\omega'} \frac{p}{q}}, \quad m = \frac{1}{1 - \sqrt{\frac{\omega}{\omega'} \frac{p}{q}}}.$$

» Pour l'aberration sphérique, nous avons la condition

$$\mu\lambda - \mu'\lambda' \left( \frac{m-1}{m} \right)^4 \frac{q}{p} + \frac{\mu'\lambda'}{m} \left( \frac{m-1}{m} \right)^2 \frac{q}{p} = 0;$$

mais les lentilles plan-convexe et plan-concave réduisent les termes  $\lambda$

et  $\lambda'$  au minimum à peu près, qui est l'unité. Donc

$$\mu\lambda = \mu'\lambda' = 1,$$

$$1 - \left(\frac{m-1}{m}\right)^4 \frac{q}{p} + \frac{\mu'\nu'}{m} \left(\frac{m-1}{m}\right)^2 \frac{q}{p},$$

ce qui conduit à la valeur approchée du grossissement du système ( $m$ )

$$(2) \quad \frac{m-1}{m} = \sqrt[4]{\frac{p}{q}},$$

en négligeant le terme très petit  $\frac{\mu'\nu'}{m} \left(\frac{m-1}{m}\right)^2 \frac{q}{p}$ .

» La valeur de  $\frac{\omega}{\omega'}$  pouvant être choisie à volonté, on peut satisfaire aux deux équations (1) et (2) à la fois en prenant

$$(3) \quad \frac{p}{q} = \left(\frac{\omega'}{\omega}\right)^2.$$

» Plus le rapport  $\frac{\omega}{\omega'} = \frac{dn'}{n'-1} \cdot \frac{n-1}{dn}$  se rapproche de l'unité, plus le rapport des longueurs focales  $p$  et  $q$  se rapproche lui aussi de l'unité (1). On a un système de lentilles symétriques, de verres peu différents par leur dispersion et leur réfraction, qui peuvent être considérés comme un système de prismes à angles réfringents renversés et identiques. C'est pourquoi j'ai nommé ces objectifs *apochromatiques symétriques*.

» Ils ont l'avantage de corriger :

- » 1° L'achromatisme exactement pour la *longueur entière* du spectre;
- » 2° L'astigmatisme à un haut degré;
- » 3° Ils réduisent enfin l'aberration sphérique avec une ouverture convenable à la valeur minimum d'une seconde d'arc (2);
- » 4° Ils corrigent absolument la courbure du champ. »

(1) A la limite on obtient l'apochromatisme du système des lentilles.

(2) Avec l'ouverture  $\frac{1}{F} = \frac{1}{20}$  à  $\frac{1}{30}$  on a bonne lumière et aplanétisme.



PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la température des hautes régions de l'atmosphère.*  
 Note de MM. **GUSTAVE HERMITE** et **GEORGES BESANÇON**.

« Dans une nouvelle Communication faite à l'Académie dans la séance du 5 février, en réponse à notre Note, M. Alfred Angot, tout en reconnaissant l'utilité de soumettre la formule hypothétique de Mendéléieff à l'épreuve d'observations recueillies en ballon à de grandes altitudes, pense qu'il serait illusoire de tirer, des expériences du 21 mars et 17 septembre 1893, une indication quelconque, favorable ou contraire à telle ou telle hypothèse. M. Angot fait remarquer que, dans l'ascension du 17 septembre le thermomètre marquait, à l'atterrissage, une température trop basse de  $10^{\circ}$  à  $15^{\circ}$ ; et il en conclut que l'instrument s'était dérégulé pendant l'ascension, par suite du travail du métal ou *par toute autre cause*.

» Or on sait que les thermographes ne se mettent point instantanément à la température ambiante, *ils retardent toujours*. La spire de notre thermographe, pendant la descente du ballon, ne se réchauffait pas aussi vite que l'air ambiant, et cet effet était encore accentué par l'emballage de l'instrument qui gênait la circulation de l'air. Les températures indiquées par le diagramme sont donc *trop basses pendant la descente et trop élevées pendant l'ascension*. Au retour, nous avons vérifié l'instrument : nous avons constaté qu'il n'avait subi aucun déréglage. Pour avoir la *presque* instantanéité des indications, il serait bon d'avoir recours au principe que Tremeschini a employé dans son ingénieux thermomètre.

» Au cours de sa discussion, M. Angot dit :

» Il est curieux de remarquer que les résultats de la deuxième ascension, si on pouvait les admettre, seraient plutôt favorables à la formule de Mendéléieff. Au départ, à 11<sup>h</sup>, on avait une température de  $12^{\circ}$  et une pression de  $760^{\text{mm}}$ ; à midi, la température était constante et d'environ  $-35^{\circ}$ ; le diagramme du baromètre était déjà interrompu; mais, en le prolongeant, on voit aisément que la pression devait être voisine de  $160^{\text{mm}}$ . On en déduit pour la température limite de l'atmosphère  $-48^{\circ}$ , nombre pratiquement identique à celui qui résulte des observations du mont Blanc.

» Il nous semble que nous pourrions aussi bien prolonger la courbe du barographe beaucoup plus haut ou *beaucoup plus bas*. Nous avons donné antérieurement les raisons pour lesquelles nous croyons que l'altitude n'a pas dépassé  $11\ 000^{\text{m}}$  ou  $12\ 000^{\text{m}}$ ; nous n'y reviendrons pas.

» Quant au thermographe qui s'est arrêté à  $-41^{\circ}$ , nous pourrions aussi prolonger le tracé et atteindre ainsi des températures fantaisistes; nous préférons nous en tenir aux faits. D'ailleurs, la température indiquée en haute région doit être, en raison du rayonnement solaire, plutôt trop élevée que trop basse. Nous voyons que les résultats même très incomplets de cette expérience sont loin d'être favorables à l'hypothèse préconisée par M. Angot.

» Quant aux résultats de la première expérience, 21 mars 1893, où la température de  $-51^{\circ}$  a été enregistrée à 12500<sup>m</sup> d'altitude, c'est-à-dire fort loin de la limite de l'atmosphère, M. Angot n'en parle même pas, il se borne à supposer que les instruments ont dû être mal réglés.

» Il est vrai qu'un accident de manœuvre avait empêché d'adapter le parasoleil au baro-thermographe. Mais il s'ensuit que les températures indiquées sur le diagramme seraient plutôt trop élevées que trop basses: à peu près justes pendant la phase ascendante, grâce au vent relatif considérable créé par l'ascension de l'aérostat (thermomètre fronde), mais complètement fausses pendant la phase de stagnation, l'instrument se trouvant exposé à l'intense rayonnement solaire des hautes régions, sans aucune ventilation; aussi n'est-il pas étonnant de voir la température s'élever à  $-20^{\circ}$ .

» En ce qui concerne le réglage des enregistreurs, nous avons pris les plus grandes précautions. Le baromètre avait été soumis, sous la cloche pneumatique, à de longues et patientes épreuves.

» Quant au mode de graduation et de vérification du thermomètre, dans l'acide carbonique liquide, que M. Angot trouve défectueux, c'est le procédé employé par les frères Richard pour graduer leurs thermographes, dont ils plongent les tubes dans des mélanges plus ou moins réfrigérants. Ce sont ces habiles praticiens qui ont construit l'instrument qui nous occupe.

» Assurément, il aurait été préférable, au point de vue du tracé des diagrammes, de faire fonctionner préalablement l'appareil dans une enceinte refroidie par l'acide carbonique liquide; on aurait pu ainsi éviter les manques de traits qui se sont produits dans les deux ascensions. Depuis, nous avons trouvé moyen d'éviter cet accident.

» Actuellement, nous avons en préparation un nouvel *Aérophile*, ballon d'un cube double du précédent qui a été détruit accidentellement. Il permettra, étant gonflé au gaz d'éclairage, d'enlever à 17<sup>km</sup> de hauteur un

poids beaucoup plus considérable d'instruments. Il y aura, outre le barothermographe, des appareils à maxima et à minima, à inscription sur noir de fumée, qui nous avaient donné d'excellents résultats dans nos premières expériences; il y sera adjoint un appareil à prise d'air, actuellement terminé.

» Nous espérons, par ces moyens, rapporter des documents plus complets sur la haute atmosphère et mesurer rigoureusement les températures qui règnent au delà de 10 000<sup>m</sup> d'altitude. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des électrolytes.* Note de M. **MAX LE BLANC.**

« Dans son travail *Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des sels alcalins dissous* publié dans les derniers *Comptes rendus*, t. CXVIII, n° 4, p. 189, M. Nourrisson a établi et confirmé expérimentalement la loi suivante : « La force électromotrice minima nécessaire à » l'électrolyse d'un sel alcalin dissous est constante, d'une part, pour les » oxysels, d'autre part, pour les sels haloïdes dérivant du même acide. »

» Je me permettrai de faire observer que j'ai déjà trouvé et vérifié expérimentalement ces résultats, il y a près de trois ans, en me basant sur la théorie de la dissociation électrolytique d'Arrhenius (*Zeitschrift physik. Chem.*, t. VIII, p. 299; 1891).

» J'ai déterminé la plus petite force électromotrice nécessaire pour une décomposition visible des électrolytes; pour cela, j'introduisais dans le courant un galvanomètre très sensible et des forces électromotrices exactement connues.

» En partant de 0 volt, de 0<sup>volt</sup>,02 en 0<sup>volt</sup>,02, je pouvais atteindre ainsi telle force électromotrice qui me convenait. Des fils de platine, plongeant dans les liquides à examiner, servaient d'électrodes. Ce n'est qu'à partir d'une certaine force électromotrice que le galvanomètre a marqué une déviation perceptible lorsque l'on augmentait ultérieurement la force électromotrice.

» Cette force électromotrice, une fois atteinte, peut être déterminée ensuite à nouveau dans une série d'expériences, avec une exactitude de quelques centièmes de volt; j'ai appelé le point où cette force est obtenue *point de décomposition* de l'électrolyte. Je donne ci-dessous les valeurs en

volts, obtenues en employant des solutions normales des sels suivants :

	Cl.	Br.	J.	SO <sub>4</sub> .	NO <sub>3</sub> .	CO <sub>3</sub> .
Potassium . . . . .	1,96	1,61	1,14	2,20	2,17	1,74
Sodium . . . . .	1,98	1,58	1,12	2,21	2,15	1,71
Lithium . . . . .	1,86	»	»	»	2,11	»
Calcium . . . . .	1,89	»	»	»	2,11	»
Strontium . . . . .	2,01	»	»	»	2,28	»
Baryum . . . . .	1,99	»	»	»	2,25	»
Ammonium . . . . .	1,70	1,40	0,88	2,11	2,08	»

» L'ammonium fait une exception facile à expliquer.

» J'ai étudié ensuite différentes bases et différents acides et j'ai trouvé que le *point de décomposition* est le même pour la plupart de ces composés : il possède la valeur de 1<sup>volt</sup>,70.

» Pour aucun de ces corps, cette valeur n'est dépassée ; pour quelques-uns, elle n'est pas atteinte. On peut interpréter ces faits en supposant que toutes ces décompositions électrolytiques (à point de décomposition constant, 1<sup>volt</sup>,70) dépendent du même phénomène, notamment de la décomposition de l'eau. Et, à l'encontre des idées admises, nous ne croyons pas qu'ici la décomposition de l'eau soit un phénomène *secondaire*, mais nous devons conclure qu'il est *primaire*.

» Nous tenons à faire observer qu'il s'agit ici, bien entendu, des décompositions qui s'accomplissent aux électrodes et qu'il n'est nullement question de la conductibilité. Celle-ci n'est pas sensiblement influencée par l'eau.

» Pour les développements relatifs aux expériences et aux conclusions théoriques qui en dérivent, je me permets de renvoyer à mon travail déjà cité et aux deux autres Mémoires qui l'ont suivi (*Zeitschr. f. physik. Chem.*, t. XII, p. 333, 1893; t. XIII, Note 2, 1894).

*Observations sur la Note précédente : des limites de l'électrolyse.*

par M. BERTHELOT.

« M. Le Blanc réclame la priorité sur M. Nourrisson pour ses observations, d'après une publication qu'il a faite en 1891. Mais il a oublié de dire que ses expériences et ses mesures concordent exactement avec celles que le lecteur trouvera dans un Mémoire imprimé, en 1882, *Sur les limites*

de l'électrolyse (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5<sup>e</sup> série, t. XXVII, p. 88). Je demande la permission de rappeler mes observations.

» J'ai établi, par expérience, que dans l'électrolyse d'un sel alcalin, dont l'acide et la base ne sont ni oxydés, ni réduits pendant l'opération, la force électromotrice minima susceptible de déterminer l'électrolyse est sensiblement la somme de deux quantités équivalentes, l'une à la chaleur absorbée par la séparation de l'acide et de la base en solutions étendues, l'autre à la chaleur de décomposition en oxygène et hydrogène de l'eau qui dissout ces corps. Il ne s'agit nullement ici d'une théorie sur la constitution des électrolytes, mais d'une *loi expérimentale, indépendante de toute hypothèse*. Cette loi prouve qu'en fait la force électromotrice mise en jeu dans ces conditions dépend principalement de la différence entre l'état chimique initial et l'état chimique final, défini par la totalité des réactions, tant primaires que secondaires, accomplies par le courant.

» Soit le sulfate de potasse, par exemple, en solution étendue, la somme des deux quantités de chaleur ci-dessus est égale à

$$15^{\text{Cal},7} + 34^{\text{Cal},5} = 50^{\text{Cal},2},$$

lorsque 1<sup>er</sup> d'hydrogène est mis en liberté. Si l'on remarque que 1 volt équivaut à 23<sup>Cal},2</sup>, la force électromotrice minima qui devra être mise en jeu dans la décomposition du sulfate de potasse sera représentée sensiblement, d'après cette loi, par 2<sup>v},16</sup> : j'ai trouvé en fait 2<sup>v},20</sup> (51<sup>Cal}</sup>).

» M. Le Blanc, par un autre procédé, trouve le même chiffre 2<sup>v},20</sup>. Ces nombres vérifient exactement le calcul précédent.

» Les mêmes déductions sont applicables, sans y changer un seul mot, à tout sel alcalin, pourvu qu'il ne s'exerce aux pôles aucune action oxydante ou réductrice (<sup>1</sup>). Les valeurs numériques devront même être presque identiques, dans les cas où les chaleurs de neutralisation sont voisines ; ce qui arrive pour tous les oxysels formés par les acides forts et les bases fortes, telles que les alcalis ; c'est, en effet, ce que j'ai vérifié sur divers exemples, et c'est ce que M. Le Blanc a également confirmé ; la loi qu'il prétend s'attribuer ne dit pas autre chose.

» Venons maintenant aux sels haloïdes : mes expériences et l'évaluation de la force électromotrice minima qui s'en déduit sont d'autant plus décisives, qu'elles conduisent au contraire à des valeurs numériques très iné-

---

(<sup>1</sup>) Ce qui est le cas de l'ammoniaque que l'oxygène oxyde partiellement.

gales pour les différents sels haloïdes ; ce qui est opposé à des opinions fort répandues jusqu'alors parmi les physiciens.

» Soit, en effet, l'électrolyse des fluorures, chlorures, bromures, iodures alcalins, sels que j'ai soumis à mes recherches.

» L'électrolyse des fluorures alcalins peut être présentée dans les mêmes termes que celle des sulfates, c'est-à-dire envisagée comme produite par une force électromotrice minima, équivalente à la somme de la chaleur de décomposition de l'eau et de la chaleur absorbée par la séparation du fluorure en base dissoute et acide fluorhydrique étendu, laquelle est presque la même que pour les sulfates alcalins : soit  $34,5 + 16,3 = 50^{\text{Cal}}, 8$  ou  $2^{\text{v}}, 2$ . L'expérience (Mémoire cité, p. 98) est conforme à ces données. Ce qui rend leur emploi légitime, c'est que le fluor ne forme pas de composé oxydé sous l'influence de l'électrolyse et n'est pas déplacé par l'oxygène, même électrolytique.

» Au contraire le chlore, dans l'acide chlorhydrique, le brome, dans l'acide bromhydrique, l'iode, dans l'acide iodhydrique, sont déplacés par l'oxygène électrolytique ; ou, si l'on aime mieux, ces hydracides sont susceptibles d'électrolyse directe : dans le calcul de la chaleur mise en jeu, les deux énoncés sont équivalents, dès que l'état final est le même, quelle que soit l'hypothèse adoptée pour la constitution des électrolytes. Dès lors, si mes vues sont exactes, la force électromotrice minima nécessaire pour la décomposition électrolytique des chlorures, bromures, iodures alcalins, pourra être calculée, en ajoutant la chaleur absorbée dans l'électrolyse de l'hydracide, avec la chaleur absorbée dans la séparation du sel en base et acide étendus.

» J'ai exécuté ces expériences et j'ai fait ces calculs, en tenant compte de toutes les circonstances, dans le Mémoire précité.

» Pour le chlorure de potassium, le calcul indique  $46^{\text{Cal}}, 7$ , c'est-à-dire  $2^{\text{v}}, 01$ .

» En fait, j'ai trouvé, en 1882,  $1^{\text{v}}, 98$  ; M. Le Blanc, en 1891,  $1^{\text{v}}, 96$  ; M. Nourrisson, en 1894,  $1^{\text{v}}, 94$ .

» Pour le bromure de potassium, le calcul indique  $40^{\text{Cal}}, 3$ , c'est-à-dire  $1^{\text{v}}, 74$ .

» En fait, j'ai trouvé, en 1882,  $1^{\text{v}}, 73$  ; M. Le Blanc, en 1891,  $1^{\text{v}}, 60$  ; M. Nourrisson, en 1894,  $1^{\text{v}}, 74$ .

» Pour l'iodure de potassium, le calcul indique  $26^{\text{Cal}}, 9$ , c'est-à-dire  $1^{\text{v}}, 16$ .

» En fait, j'ai trouvé, en 1882,  $1^{\text{v}}, 16$  ; M. Le Blanc, en 1891,  $1^{\text{v}}, 14$  ; M. Nourrisson, en 1894,  $1^{\text{v}}, 15$ .

» L'accord est donc complet dans tous les cas entre le calcul et l'expérience.

» Ces valeurs, d'après les explications précédentes, doivent être applicables aux sels des bases alcalines, dont la chaleur de neutralisation par les hydracides est sensiblement la même que celle de la potasse : c'est, en effet, ce que vérifient les mesures de M. Le Blanc et de M. Nourrisson.

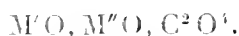
» D'après ces faits et beaucoup d'autres, étudiés dans mon Mémoire, l'accord entre les données électriques et les données thermochimiques relatives aux limites de l'électrolyse est aussi satisfaisant qu'on peut l'espérer. Un tel accord montre une fois de plus que, si la proportionnalité entre les forces électromotrices et les quantités de chaleur mises en jeu n'est pas tout à fait rigoureuse, cependant elle se vérifie approximativement; à cette double condition, pourtant, que les réactions chimiques *réelles* produites dans l'électrolyse soient définies exactement, et, en outre, qu'elles s'exercent sans changement d'état physique dans des milieux homogènes, comme il arrive pour les expériences actuelles; ou bien avec des changements physiques compensés, comme on l'observe dans la pile de Daniell.

» Les citations que j'ai faites établissent d'ailleurs que les faits et les lois relatifs à la force électromotrice minima avaient été signalés, il y a douze ans, sans aucune intervention de l'hypothèse de dissociation électrolytique d'Arrhenius : quelque opinion qu'on ait sur cette dernière, elle est étrangère à la découverte. En tout cas, la concordance entre les mesures exécutées par des observateurs qui ont opéré par des méthodes et dans des vues très différentes est remarquable; c'est donc, en dehors de toute discussion théorique, une confirmation expérimentale frappante des déductions thermochimiques. »

CHIMIE. — *Sur la fusibilité des mélanges isomorphes de quelques carbonates doubles.* Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

« M. Berthelot, au cours d'une étude sur les chaleurs de formation des mélanges salins obtenus par fusion ignée, a signalé l'existence de carbonates doubles alcalins et alcalino-terreux. J'ai pensé que ces sels pourraient fournir un nombre assez grand de composés isomorphes dont les mélanges seraient intéressants à étudier. L'expérience m'a montré que les carbonates de potasse et de soude donnaient facilement, par fusion avec

les carbonates de baryte, de strontiane et de chaux, des sels doubles bien cristallisés et isomorphes. Leur formule est représentée en équivalents par la formule



Ils sont facilement clivables; les lames de clivage examinées en lumière convergente sont uniaxes négatives, l'axe étant perpendiculaire au plan de clivage. Ces composés se conservent sans altération à l'air; chauffés au-dessus de leur point de fusion, ils se décomposent facilement en abandonnant de l'acide carbonique. Les composés renfermant de la baryte sont, contrairement aux prévisions, plus facilement décomposables que ceux qui renferment de la chaux.

» Le carbonate de lithine, malgré les analogies que lui attribue la classification de Mendéléef, ne peut, dans ces combinaisons, se substituer aux carbonates alcalins proprement dits; il se combine, au contraire, avec eux à la façon des carbonates alcalino-terreux.

» Le Tableau ci-dessous donne les températures de cristallisation de mélanges ternaires renfermant du carbonate de soude associé aux trois carbonates alcalino-terreux, et de mélanges quaternaires renfermant les carbonates de potasse et de soude associés aux carbonates de chaux et baryte :

Mélanges ternaires. . . . . NaO, (Ca, Sr, Ba)O, C<sup>2</sup>O<sup>4</sup>  
 » quaternaires . . . . . (Na, K)O, (Ca, Ba)O, C<sup>2</sup>O<sup>4</sup>

» Le nombre des mélanges étudiés a été de 36; je donnerai les résultats obtenus pour les 12 premiers, dans lesquels les rapports des nombres de poids équivalents en présence étaient exprimés par des fractions simples.

*Nombres d'équivalents de chaque sel.*

NaO, CO <sup>2</sup> . . .	1	1	1	»	»	1	1	1	»	0,5	0,5	0,5
KO, CO <sup>2</sup> . . . .	»	»	»	1	1	»	»	»	1	0,5	0,5	0,5
CaO, CO <sup>2</sup> . . .	1	»	»	1	»	0,5	0,5	»	0,5	1	»	0,5
CrO, CO <sup>2</sup> . . .	»	1	»	»	»	0,5	»	0,5	»	»	»	»
BaO, CO <sup>2</sup> . . .	»	»	1	»	1	»	0,5	0,5	0,5	»	1	0,5
Température .	790	750	740	790	800	720	660	720	755	760	780	690

» Les résultats de ces expériences peuvent être traduits graphiquement de la façon suivante. On sait que l'on peut représenter la composition d'un mélange ternaire par un point pris dans l'intérieur d'un triangle équilatéral. En effet, la somme des perpendiculaires abaissées d'un point quel-



conque sur chacun des côtés étant constante, si l'on fait cette somme égale à 100, les grandeurs de chacune des perpendiculaires peuvent être prises pour représenter la proportion centésimale de chacun des corps contenus dans le mélange correspondant au point considéré. En élevant par ce point une perpendiculaire au plan dont la longueur soit proportionnelle à la température de fusion du même mélange, le lieu de ces points sera une surface représentative de l'ensemble du phénomène. Le mélange quaternaire que j'ai étudié peut être représenté de la même façon par des points pris à l'intérieur d'un carré.

» Je mets sous les yeux de l'Académie des modèles en plâtre des surfaces ainsi obtenues; ces surfaces peuvent être représentées graphiquement par les projections horizontales de leurs courbes de niveau. Les deux figures ci-dessous donnent ces courbes de niveau de 30° en 30°.

Fig. 1.

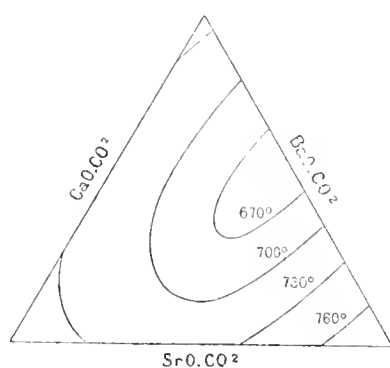
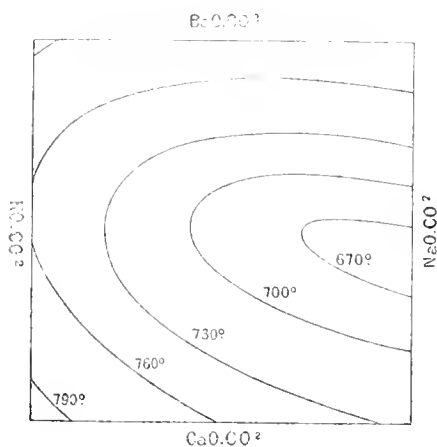


Fig. 2.



» Les expériences sur la fusibilité des mélanges isomorphes binaire, ternaire et quaternaire qui ont été données dans cette Communication et dans la précédente conduisent aux conséquences suivantes : Pour tous les mélanges dont l'isomorphisme a pu être contrôlé expérimentalement, c'est-à-dire pour les cinq premiers mélanges binaires qui avaient antérieurement été étudiés optiquement par M. Wyruboff et pour les mélanges ternaires et quaternaires de carbonates doubles, les courbes et surfaces sont absolument continues sans aucun point anguleux. Les mélanges du chlorure de potassium avec le chlorure de sodium et peut-être aussi l'iodure de potassium, donnant un point anguleux, ne sauraient être considérés comme isomorphes; l'isotropie des cristaux cubiques ne permet d'ailleurs pas

de l'établir directement par les méthodes optiques. Il n'a pas été possible non plus de séparer, pour les analyser, les cristaux qui se forment au début de la cristallisation, parce que le liquide fondu qui les imprègne se solidifie tout de suite par le refroidissement.

» On peut cependant se faire une idée des compositions relatives de la masse liquide et des cristaux qui s'en séparent en suivant la marche du refroidissement. Dans certains cas, la température reste stationnaire jusqu'à la solidification complète; on est assuré alors que la composition des cristaux est identique à celle du liquide, car la cristallisation progressive n'amenant aucun changement dans la composition du liquide ne peut modifier sa température de cristallisation. Les mélanges qui jouissent de cette propriété, et qui ont été appelés par Guthrie, dans le cas des alliages métalliques, *mélanges eutectiques*, sont ceux dont le point de fusion est minimum, c'est-à-dire ceux qui correspondent au point de la courbe où la tangente est horizontale. Il y a toujours, parmi les mélanges de deux corps au moins, l'un d'eux qui jouisse de cette propriété. La même propriété paraît, en outre, pouvoir appartenir, au moins comme cas limite, à toute série de mélanges isomorphes dont la chaleur de formation serait nulle. Dans ce cas, la courbe des points de fusion serait une droite réunissant les points de fusion de chacun des corps isolés. Cette dernière condition est sensiblement remplie pour les mélanges de sulfate et de chromate de potasse; pour eux tous aussi la température de solidification reste sensiblement invariable.

» Pour les autres mélanges la température de solidification s'abaisse au fur et à mesure de la cristallisation et descend finalement jusqu'à la température de solidification du mélange eutectique. Cela prouve que les cristaux qui se forment ont une composition différente du liquide, et que la différence se produit dans un sens tel que la composition de la partie restée liquide se rapproche du mélange eutectique. Ce phénomène est identique à celui qui produit la liquation des alliages métalliques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la transformation allotropique du fer sous l'influence de la chaleur.* Note de M. **GEORGES CHARPY**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai indiqué, dans une Note précédente, que le fer semblait subir, sous l'influence d'une déformation permanente à froid, une transformation allotropique caractérisée par l'existence d'un palier rectiligne dans la

courbe fournie par l'essai de traction et représentant les allongements en fonction des charges.

» Si l'on adopte la notation proposée par M. Osmond, en désignant les deux états sous le nom de *fer  $\alpha$*  et *fer  $\beta$* , on constatera qu'une tige de métal est à l'état de *fer  $\alpha$*  si l'on obtient une courbe à palier dans l'essai de traction. Une courbe continue caractérisera, au contraire, le *fer  $\beta$* . Enfin, si une tige de métal contient simultanément les deux variétés, on pourra avoir une idée des proportions respectives de *fer  $\alpha$*  et de *fer  $\beta$*  en comparant la longueur du palier de la courbe de traction avec celle qui sera relative à un autre barreau du même métal, ramené préalablement à l'état de *fer  $\alpha$*  par un recuit convenable.

» J'ai appliqué cette méthode d'investigation à l'étude de la transformation du fer sous l'influence de la chaleur. Le *fer  $\alpha$* , chauffé à une température suffisamment élevée, se transforme en *fer  $\beta$* , mais la transformation est réversible et disparaît dans le refroidissement. Pour la maintenir, il faut produire un refroidissement brusque, c'est-à-dire tremper le métal dans un liquide froid.

» Les barreaux étudiés étaient des barreaux cylindriques de 13<sup>mm</sup>,8 de diamètre, de 100<sup>mm</sup> de longueur entre repères et munis de têtes tournées. Ces barreaux étaient chauffés dans un moufle électrique spécial. Ce moufle est formé d'un tube en terre réfractaire, de 20<sup>cm</sup> de diamètre et de 60<sup>cm</sup> de long, entouré d'un fil de platine dans lequel on fait passer un courant électrique réglé par un rhéostat. Le tout est enveloppé d'une épaisse couche d'amiante.

» Dans ces conditions, on peut obtenir sur une longueur d'environ 20<sup>cm</sup> une température comprise entre 500° et 1300° suffisamment constante pour que l'indication d'un pyromètre Le Chatelier ne varie pas pendant plusieurs heures.

» Lorsque le barreau était amené à la température voulue, on redressait verticalement ce moufle, qui est monté sur pivot, et on laissait tomber le barreau dans le bain de trempé placé au-dessous. Dans ces conditions, on peut admettre que la température du barreau n'a pas varié sensiblement avant d'arriver au contact du liquide froid. Les barreaux étaient soumis ensuite à l'essai de traction.

» Voici quelques-uns des résultats ainsi obtenus :

Acier extra-doux, 0,12 pour 100 de C.	Longueur du palier rectiligne (1).	Charge de rupture (2).	Allongement après rupture (3).
Non trempé.....	7,5	44,5	31,2
Chauffé 5 <sup>m</sup> (4) à 700° et trempé à l'huile.	7,4	45,1	31,3

(1) Mesurée en centimètres sur la courbe de l'enregistreur, correspondant à une amplification d'environ  $\frac{20}{1}$ .

(2) En kilogrammes par millimètre carré de section primitive.

(3) Allongement pour 100 sur une longueur de 6<sup>m</sup>,10.

(4) Nombre de minutes pendant lequel la température a été maintenue constante.

	Longueur du palier rectiligne.	Charge de rupture.	Allongement après rupture.
Acier extra-doux, 0,12 pour 100 de C.			
Chauffé 60 <sup>m</sup> à 700°	7,1	46,0	31,5
Chauffé 5 <sup>m</sup> à 750°	7,5	45,4	28,2
Chauffé 30 <sup>m</sup> à 750°	5,5	48,4	29,2
Chauffé 60 <sup>m</sup> à 750°	4,8	49,9	29,3
Chauffé 10 <sup>m</sup> à 800°	0,0	57,8	22,7
Chauffé 10 <sup>m</sup> à 900°	0,0	58,9	19,4
Acier mi-dur, 0,58 pour 100 de C.			
Non trempé.....	3,8	58,4	26,5
Chauffé 60 <sup>m</sup> à 700° et trempé à l'huile..	3,7	57,8	24,6
Chauffé 5 <sup>m</sup> à 750°	3,6	58,6	25,1
Chauffé 30 <sup>m</sup> à 750°	0,0	74,6	13,6
Chauffé 60 <sup>m</sup> à 750°	0,0	73,6	14,8
Chauffé 10 <sup>m</sup> à 830°	0,0	84,3	7,6
Acier dur, 0,8 pour 100 de C.			
Non trempé.....	2,2	72,4	18,8
Chauffé 60 <sup>m</sup> à 700° et trempé à l'huile..	2,1	72,8	17,8
Chauffé 5 <sup>m</sup> à 750°	2,1	73,7	18,1
Chauffé 30 <sup>m</sup> à 750°	0,0	88,8	7,6
Chauffé 60 <sup>m</sup> à 750°	0,0	96,3	8,1
Chauffé 10 <sup>m</sup> à 800°	0,0	117,2	7,6
Chauffé 10 <sup>m</sup> à 1000°	0,0	118,0	2,8

» On peut tirer de là les conclusions suivantes :

» La transformation allotropique du fer se produit spontanément à une température suffisamment élevée; elle peut être maintenue par un refroidissement brusque et intervient, par suite, dans le phénomène de la trempe.

» La transformation s'effectue avec une vitesse d'autant plus grande que la température est plus élevée. On voit, par exemple, que pour l'acier dur, contenant 0,8 pour 100 de carbone, la transformation n'est pas commencée après une heure de chauffe à 700° ou cinq minutes de chauffe à 750°, mais qu'elle est complète après trente minutes de chauffe à 750° ou après cinq minutes de chauffe à 800°.

» Les autres aciers conduisent à des résultats analogues. Dans les opérations métallurgiques, il y a donc lieu de tenir compte non seulement de la température, mais aussi de la durée pendant laquelle agit cette température.

» Ces expériences montrent donc que, dans la trempe, le fer subit une transformation que peut également produire l'écrouissage à froid, mais

elles n'indiquent pas que cette transformation soit la cause du durcissement de l'acier. D'autres expériences actuellement en cours permettront peut-être de mettre en évidence les influences respectives des transformations du fer et du carbone. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution de l'orcine*. Note de M. DE FORCRAND.

« Comparons les différentes valeurs thermiques des fonctions des phénols que j'ai étudiés jusqu'ici :

Phénol ordinaire solide + Na sol. = H gaz + phénol sodé . . . . .	+39,10
{ Pyrocatechine sol. + Na sol. = H gaz + pyrocatechine monosodée sol. . . . .	+44,29
{ Pyrocatechine monosodée sol. + Na sol. = H gaz + pyrocatechine disodée sol. . . . .	+33,76
Soit pour 2 Na . . . . .	+78,05; moyenne . . .
{ Résorcine sol. + Na sol. = H gaz + résorcine monosodée sol. . . . .	+38,70
{ Résorcine monosodée sol. + Na sol. = H gaz + résorcine disodée sol. . . . .	+38,50
Soit pour 2 Na . . . . .	+77,20; moyenne . . .
{ Hydroquinon sol. + Na sol. = H gaz + hydroquinon monosodé sol. . . . .	+39,15
{ Hydroquinon monosodé sol. + Na sol. = H gaz + hydroquinon disodé sol. . . . .	+35,57
Soit pour 2 Na . . . . .	+74,72; moyenne . . .
{ Orcine sol. + Na sol. = H gaz + orcine monosodée sol. . . . .	+40,23
{ Orcine monosodée sol. + Na sol. = H gaz + orcine disodée sol. . . . .	+39,13
Soit pour 2 Na . . . . .	+79,36; moyenne . . .
{ Pyrogallol sol. + Na sol. = H gaz + pyrogallol monosodé sol. . . . .	+41,34
{ Pyrogallol monosodé sol. + Na sol. = H gaz + pyrogallol disodé sol. . . . .	+39,09
{ Pyrogallol disodé sol. + Na sol. = H gaz + pyrogallol trisodé sol. . . . .	+35,66
Soit pour 3 Na . . . . .	+116,09; moyenne . . .

» Mettons à part l'hydroquinon, qui appartient à la série para, et pour lequel les déterminations sont d'ailleurs moins certaines. Les cinq autres phénols fournissent une valeur moyenne sensiblement constante, comprise entre des nombres dont la différence ne dépasse pas 1<sup>Cal</sup>. La moyenne de ces valeurs est précisément + 39,05, c'est-à-dire celle que donne le phénol ordinaire (+ 39,10). En particulier, la moyenne des valeurs de l'orcine dépasse à peine ces nombres (+ 39,68).

» En outre, il semble que les deux fonctions de l'orcine ne peuvent être ni contiguës ni en position para.

» Elles ne sont pas contiguës, car on ne retrouve pas pour ce phénol la

grande différence de  $+ 10^{\text{Cal}}, 53$ , qui distingue en apparence les deux fonctions de la pyrocatechine mesurées successivement, mais seulement un écart beaucoup plus faible de  $+ 1^{\text{Cal}}, 10$ . Elles ne peuvent être en position para, ce mode de groupement fournissant, d'après ce que nous apprend l'hydroquinon, les deux caractères suivants : différence plus grande entre les deux valeurs ( $+ 3,58$ ), et diminution notable de la valeur moyenne ( $+ 37,36$  au lieu de  $+ 39,10$ ).

» Ces expériences confirment donc les hypothèses faites jusqu'ici sur la constitution de l'orcine, dont les fonctions ne sont ni ortho ni para ; elles sont donc en position méta, comme dans la résorcine.

» Elles nous apprennent en outre :

» 1<sup>o</sup> Que les deux valeurs des fonctions, mesurées successivement, ne sont pas tout à fait identiques (différence  $+ 1,10$ ) ;

» 2<sup>o</sup> Que la valeur moyenne dépasse un peu celle du phénol ordinaire ( $+ 39,68$  au lieu de  $+ 39,10$ ) ;

» 3<sup>o</sup> Que l'excès d'acidité paraît dû seulement à la première fonction ( $+ 40,23$ ), la seconde reproduisant très exactement la valeur du phénol ordinaire ( $+ 39,13$ ).

» Ces différences, très faibles du reste, ne sont pas encore explicables, en raison du petit nombre de faits de cet ordre actuellement connus. Remarquons cependant qu'elles se retrouvent beaucoup plus marquées dans la série des acides, tandis qu'elles sont négligeables dans la famille des alcools. Elles sont peut-être en rapport avec l'aptitude bien caractérisée des sels à former des sels doubles, tandis que les alcoolates n'en donnent pas ; les phénols, intermédiaires comme acidité entre les alcools et les acides, possèdent déjà cette faculté. Peut-être faudrait-il admettre que les molécules des diphénols et surtout des diacides se doublent au moment de la première saturation. Mais cette hypothèse ne peut être appuyée sur des différences aussi faibles que celles que fournit l'orcine ; il convient, pour lui donner une forme acceptable, d'attendre qu'un grand nombre de faits semblables aient été précisés pour les divers diphénols et surtout pour les diacides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthyphénols*. Note de MM. **A. BÉRAL** et **E. CHOAY**, présentée par M. Friedel.

« Dans le travail que nous poursuivons pour arriver à connaître la composition de la créosote officinale, nous avons été amenés à reprendre l'étude des éthyphénols. On trouve, décrits dans la littérature chimique,

trois éthylphénols. Le premier, désigné sous le nom de *α-éthylphénol*, fond à 46° et bout à 214°-215°; il se colore en bleu gris par le perchlorure de fer (BEILSTEIN et KUHMBERG, *Liebig's Ann.*, t. CLVI, p. 211; FITTIG et KIESOW, *Liebig's Ann.*, t. CLVI, p. 251). Le second est désigné sous le nom de *o.éthylphénol* ou aussi sous le nom de *phlorol*, à cause de sa production dans la distillation de l'acide phlorétique; il est liquide et bout à 206°-208°, d'après MM. Suida et Plohn (*Monats.*, t. I, p. 175), ou à 212°, d'après MM. Beilstein et Kuhlberg (*Liebig's Ann.*, t. CLVI, p. 211); il se colore en vert bleu par le perchlorure de fer. Le troisième est considéré comme le *p-éthylphénol*; il est liquide, bout à 204°-215°, se colore en vert sale par le perchlorure de fer (ERRERA, *Gazz. chem. ital.*, t. XIV, p. 484; AUER, *D. chem. G.*, t. XVII, p. 670).

» Nous avons employé, pour la préparation de ces phénols, la diazotation des amines en liqueur sulfurique. Cette méthode donne généralement, du premier coup, les phénols à l'état de pureté et, de plus, nous pouvions facilement obtenir l'ortho et la para-éthylphénylamine au moyen de la méthode indiquée par MM. Beilstein et Kuhlberg.

» Le corps fondamental est l'éthylbenzène, que l'on peut obtenir avec un rendement de 90 pour 100, au moyen de la méthode de MM. Friedel et Crafts, en se servant de bromure d'éthyle, de benzène et de chlorure d'aluminium.

» La nitration donne les dérivés nitrés ortho et para, qu'on réduit à l'état de mélange par le fer et l'acide acétique. Les amines sont acétylées soit par l'acide, soit par l'anhydride acétique; puis les amides sont séparés par un traitement à l'eau; le composé para moins soluble se dépose le premier; l'ortho reste en solution; on évapore la solution pour le faire cristalliser.

» Pour obtenir ces deux dérivés à l'état de pureté, il convient de faire cristalliser le dérivé ortho dans l'alcool, le dérivé para dans le benzène. Le dérivé acétylé ortho fond à 111°-112°; le dérivé acétylé para fond à 92°.

» Il suffit de chauffer ces amides à l'ébullition avec l'acide chlorhydrique, pour que la saponification se fasse rapidement.

» Les amines sont mises en liberté par la soude; elles bouillent: l'ortho, à 215°-216°, sous 769<sup>mm</sup>; la para, à 216°-216°, 5, sous 769<sup>mm</sup>.

» *Para-éthylphénol*  $\text{C}_6\text{H}_5^{(1)}-\text{C}_6\text{H}_4^{(2)}-\text{OH}$ . — La diazotation de la para-éthylphénylamine a donné un phénol solide fondant à 45°-46°, bouillant à 215°-216°, se colorant avec le perchlorure de fer en un bleu tirant sur le violet.

» Il est soluble dans l'eau chaude, mais peu soluble dans ce solvant froid; il est très soluble dans l'alcool, l'éther et le benzène.

» Il est donc identique au corps désigné sous le nom d'*ortho-éthylphénol*, et complètement distinct du corps connu sous le nom de *para-éthylphénol*.

» Il donne avec le chlorure de benzoyle, par la méthode à froid en présence de soude, un benzoate distillant à 328°, et cristallisant très bien dans l'alcool à 95°, en lamelles semblables au stilbène, fusibles à 59°-60°.

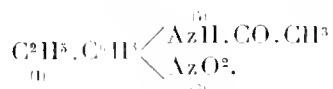
» *Ortho-éthylphénol*  $\text{C}^2\text{H}^5-\text{C}^6\text{H}^3-\text{OH}$ . — L'ortho-éthophénylamine, étant diazotée, donne un phénol liquide, bouillant à 202°-203° (régénéré du benzoate), de densité à 0° = 1,0371, se colorant avec le perchlorure de fer en un bleu violet. Il donne, par la méthode indiquée plus haut, un benzoate distillant à 314°, et cristallisant dans l'alcool en gros cristaux fusibles à 39°.

» *Méta-éthylphénol*  $\text{C}^2\text{H}^5-\text{C}^6\text{H}^3-\text{OH}$ . — Pour préparer la méta-éthylphénol, nous nous sommes servis du procédé qui a été utilisé pour préparer le méta-crésylol au moyen de la para-toluidine. Pour cela, on a nitré le dérivé acétylé de la para-éthophénylamine, on a saponifié son groupement acétylé au moyen de l'acide chlorhydrique, puis on a enlevé le groupement amine par le nitrite d'amyle en solution sulfurique en présence d'alcool absolu.

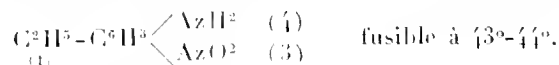
» On s'est alors trouvé en présence de méta-nitroéthylbenzène qu'on a transformé par le fer et l'acide acétique en méta-aminoéthylphène. On a enfin diazoté cette amine en liqueur aqueuse sulfurique pour obtenir le phénol correspondant.

» Voici sommairement les propriétés de chacun des termes de passage de cette réaction.

» *Éthyl 1, nitro 3, éthanamido 4 phène*



» La nitration se fait en ajoutant dans l'acide nitrique fumant (D = 1,475) refroidi dans la glace, de petites quantités de para-éthanamidoéthylphène. On attend, pour faire une nouvelle addition, que l'acide se soit décoloré. La nitration terminée, on précipite par l'eau la solution nitrique; on sépare le composé huileux, qui s'est précipité d'abord; quand il a pris l'état cristallin, on le lave et on le sèche. Ce corps est très soluble dans l'alcool et le benzène; il cristallise dans la ligroïne en longues aiguilles jaune pâle, il fond à 45°; saponifié par l'acide chlorhydrique, il donne l'amine correspondante



très soluble dans la plupart des solvants organiques.

» L'enlèvement du groupe AzH<sup>2</sup> par le nitrite d'amyle se fait sans difficulté; on obtient le méta-nitroéthylphène sous la forme d'un liquide presque incolore, bouillant à 212°-213°; sa densité, à 0°, est égale à 1,1345; il possède une odeur très accentuée de cumin. La réduction par le fer et l'acide acétique donne l'amine  $\text{C}^2\text{H}^5-\text{C}^6\text{H}^3-\text{AzH}^2$ ; c'est un liquide bouillant à 214°-215°, ayant pour densité à 0°,



0,9896. Cette amine donne un dérivé acétylé bouillant à 312°-313° et fondant à 24°-25°. L'amine diazotée a donné un phénol bouillant à 214°, cristallisant dans le chlorure de méthyle et fondant vers — 4° (régénéré du benzoate). Il donne, avec le perchlorure de fer, une coloration violette. Il fournit un benzoate cristallisant très bien dans l'alcool, fusible à 52°, bouillant à 322°. Avec l'anhydride acétique, il forme un acétate liquide possédant une odeur agréable de fruit. Cet éther acétique bout à 222°-223°; sa densité, à 0°, est égale à 1,0403.

» *En résumé*, le corps désigné sous le nom d' $\alpha$ -éthylphénol est identique au para-éthylphénol, qui n'a rien de commun avec celui qui a été décrit par MM. Errera et Auer.

» L'ortho-éthylphénol possède en réalité un point d'ébullition situé moins haut que celui qu'on lui attribue; il bout à 202°-203°.

» Le méta-éthylphénol est un liquide bouillant à 214° et ayant pour densité, à 0°, 1,0403.

» Les éthers benzoïques de ces phénols se prêtent commodément soit à les caractériser, soit à les purifier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la multirotation des sucres. Note*  
de M. P.-Th. MULLER, présentée par M. Friedel.

« On sait que la plupart des sucres en solution aqueuse présentent le phénomène de la multirotation, c'est-à-dire que le pouvoir rotatoire de la substance varie avec le temps. La température restant constante, le pouvoir rotatoire possède, aussitôt après la dissolution, une certaine valeur, laquelle diminue, en général, plus ou moins vite, pour devenir invariable, ordinairement au bout de vingt-quatre heures.

» De nombreuses hypothèses ont été émises pour expliquer la cause de cette multirotation; les uns admettent une hydratation plus ou moins rapide de la molécule, les autres une hydratation immédiate suivie d'une déshydratation progressive; d'autres enfin pensent que la substance conserve en dissolution une certaine structure cristalline qu'elle ne perd que peu à peu.

» Quoi qu'il en soit, on peut se rendre compte de la variation de la rotation et trouver la loi qui la régit en supposant que pendant toute la durée du phénomène, on n'a affaire qu'à deux modifications du sucre considéré (quelle qu'en soit d'ailleurs la nature), chacune de ces modifications ayant une rotation spécifique bien déterminée. A mesure que la modification instable A se transformera en la modification stable B, la rotation variera

elle-même; soient  $\rho$  le pouvoir rotatoire spécifique de B,  $a\rho$  le pouvoir rotatoire de A, rapportés tous deux à la substance anhydre; supposons qu'on ait dissous  $p$  grammes de matière dans  $V$  centimètres cubes; qu'on observe la rotation dans un tube de  $l$  décimètres, enfin que l'on compte le temps à partir du moment de la dissolution; on lit l'angle  $z$  au temps  $\theta$ ; si l'on appelle  $x$  la masse de A et  $y$  la masse de B, au temps  $\theta$ , on a l'équation

$$z = \frac{a\rho x l}{V} + \frac{\rho y l}{V}$$

avec

$$x + y = p,$$

d'où

$$z = [(a-1)x + p] \frac{\rho l}{V}.$$

» Introduisons dans le calcul l'angle final  $z_n$  que l'on peut déterminer avec une grande rigueur; on a

$$z_n = \frac{p\rho l}{V},$$

par suite

$$z = z_n \left[ 1 + \frac{(a-1)x}{p} \right] \quad \text{ou} \quad \frac{(a-1)x}{p} = \frac{z}{z_n} - 1,$$

équation donnant la quantité  $x$  de matière instable qui est transformée au temps  $\theta$ .

» Il est naturel d'admettre que la quantité  $dx$  qui se transforme pendant le temps infiniment petit  $d\theta$  est proportionnelle à la masse  $x$  qui existe encore à ce moment  $\theta$ ,

$$dx = -C' x d\theta,$$

$C'$  désignant un facteur constant positif, d'où

$$\frac{dx}{x} = -C' d\theta.$$

» En intégrant et appelant  $x_0$  la quantité transformée au temps  $\theta_0$  (correspondant à une rotation  $z_0$ ), on a

$$C' = \frac{1}{\theta - \theta_0} \log. \text{ nép. } \frac{x_n}{x},$$

et en tenant compte de l'équation établie plus haut et remplaçant les logarithmes népériens par les logarithmes vulgaires

$$C = \frac{1}{\theta - \theta_0} \log \frac{x_0 - z_n}{x - z_n}.$$

» L'expérience montre qu'il existe effectivement une constante; elle

confirme par conséquent les hypothèses et les déductions qui précèdent.

» MM. Parcus et Tollens <sup>(1)</sup> ont étudié avec beaucoup de soin la variation du pouvoir rotatoire des sucres dans les premières heures qui suivent leur dissolution, sans tirer toutefois de leurs expériences aucune conclusion théorique. A l'aide des courbes et des Tableaux donnés par ces savants, il a été facile de calculer la constante C.

» Nous avons pris, en général, pour  $\theta_0$  le moment même de la dissolution, et nous avons obtenu la valeur correspondante  $\alpha_0$ , en prolongeant jusqu'à l'axe des ordonnées les courbes très régulières de Parcus et Tollens. L'origine des temps n'est pas connue avec une entière certitude, puisque la dissolution de la matière n'est pas instantanée; dans la majorité des cas cette cause d'erreur est petite, ainsi que le prouve la constance des valeurs trouvées pour C.

» Voici un exemple concernant l'arabinose <sup>(2)</sup>. Les expériences ont été toutes faites à 20°.

$\theta$ minutes.	$\alpha$ (°).	C.	$\theta$ minutes.	$\alpha$ .	C.
0 . . . . .	184° ( $\alpha_0$ )	»	17 . . . . .	129,74	0,0294
9 . . . . .	147,54	0,0297	20 . . . . .	125,16	0,0294
10 . . . . .	143,98	0,0305	25 . . . . .	119,05	0,0296
11 . . . . .	141,44	0,0303	30 . . . . .	114,47	0,0302
12 . . . . .	138,89	0,0304	40 . . . . .	109,72	0,0298
13 . . . . .	137,37	0,0296	55 . . . . .	106,50	0,0296
14 . . . . .	135,16	0,0295	75 . . . . .	104,89	0,0334
15 . . . . .	133,13	0,0296	$\infty$ . . . . .	104,64 ( $\alpha_n$ )	»
Moyenne de C. . . . .		0,0301			

» Une autre expérience nous donne  $C = 0,0293$ .

» Pour les autres sucres, nous nous contenterons de donner la valeur des constantes et celle du rapport  $\frac{\alpha_0}{\alpha_n}$ .

Nom de la substance.	Valeur de la constante C.			$\frac{\alpha_0}{\alpha_n}$ .
	I.	II.	Moyenne.	
Arabinose. . . . .	0,0301	0,0293	0,0297	1,7585
Xylose. . . . .	0,0190	0,0213	0,0201	4,77

(1) *Lieb. Ann.*, t. CCLVII, p. 160-178; 1890.

(2) *Loc. cit.*, p. 174.

(3) Au lieu de l'angle de rotation  $\alpha$ , nous avons pris le pouvoir rotatoire qui lui est proportionnel.

Nom de la substance.	Valeur de la constante C.			$\frac{z_0}{z_n}$ .
	I.	II.	Moyenne.	
Rhamnose (1) . . . . .	0,0393	»	»	»
Fucose (2) . . . . .	0,0203	»	»	1,742
Galactose . . . . .	0,00927	0,00973	0,00950	1,531
Sucre de lait . . . . .	0,00405	0,00413	0,00409	1,608
Maltose . . . . .	0,00524	0,00581	0,00553	0,362

» Les deux expériences de MM. Parcus et Tollens sur le glucose ne se prêtent pas à une bonne vérification; dans la première, C varie de 0,0054 à 0,0099; dans la seconde, de 0,0054 à 0,0064;  $\frac{z_0}{z_n} = 2,07$ .

» J'ai fait moi-même deux expériences sur le glucose, mais sans maintenir la température absolument constante; j'ai trouvé :

Entre 11° et 13°... C = 0,00348 (maxim. 0,00369, minim. 0,00321),  
 Entre 13° et 15°... C = 0,00398 (maxim. 0,00443, minim. 0,00370),

et pour  $\frac{z_0}{z_n}$  les valeurs

1,896 et 1,895.

Ces nombres prouvent nettement que la constante croît quand la température s'élève.

» *En résumé*, la réaction corrélatrice de la multirotation des sucres fait partie des réactions dites *du premier ordre*; elle est régie par la loi des masses actives. La constante C, à une température donnée, *mesure* la marche du phénomène. On peut remarquer que chez les pentoses la vitesse de transformation est notablement plus grande que chez les autres sucres, hexoses et polysaccharides (3). »

#### ZOOLOGIE. — Sur les affinités réciproques des Myxosporidies.

Note de M. P. THÉLONAX (4), présentée par M. Ranvier.

« On sait que les Myxosporidies produisent en général un très grand nombre de spores. Il y a cependant, parmi les espèces qui se présentent sous forme de corps amiboïdes libres dans la vessie urinaire ou la vésicule

(1) SCHNELLE et TOLLENS, *Lieb. Ann.*, t. CCLXXI, p. 63; 1892.

(2) GUNTHER et TOLLENS, *ibid.*, p. 90.

(3) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy (laboratoire de M. Haller).

(4) Travail du laboratoire de M. le professeur Balbiani au Collège de France.

biliaire des Poissons, quelques exceptions remarquables sur lesquelles je désire attirer l'attention.

» J'ai déjà eu l'occasion de signaler <sup>(1)</sup> plusieurs espèces de ces parasites, chez lesquelles le nombre des spores se montre constamment réduit à deux. J'ai pu, depuis, constater la même particularité dans un assez grand nombre de formes nouvelles que j'ai observées dans la vésicule biliaire de certains Poissons de la Méditerranée <sup>(2)</sup>.

» Toutes ces Myxosporidies à deux spores appartiennent à la famille des *Myxidicés*, telle que je l'ai caractérisée dans mon *Essai de classification* <sup>(3)</sup> de ces organismes. Je n'entreprendrai pas ici la description de ces espèces; je ferai seulement remarquer que la plupart rentrent nettement dans le genre *Ceratomyxa*, tandis que les autres, par des modifications successives dans la forme des spores, établissent la transition entre ce dernier genre et les *Sphaerospora*. Celles-ci, à leur tour, relient les espèces *disporées* aux *polysporées*, en même temps qu'au point de vue de l'habitat elles constituent le passage entre les formes libres et celles qui se développent dans l'épaisseur des tissus.

» Il n'y a donc pas une séparation absolue entre les autres Myxosporidies et les espèces qui ne produisent que deux spores.

» Il faut remarquer que ces dernières vivent toutes à l'état de corps amiboïdes libres dans le liquide biliaire. De plus, ce sont elles qui présentent la motilité la plus grande, grâce à l'existence de pseudopodes très spéciaux, dont j'ai déjà signalé les particularités de forme et de dimensions ainsi que la localisation en une région déterminée.

» En somme, on peut dire que ces Myxosporidies disporées à pseudopodes localisés et à mouvements rapides représentent, parmi ces parasites, les types les plus élevés en organisation. Nous avons vu qu'au point de vue morphologique elles se relient aux autres par une série d'intermédiaires.

» Mais il ne suffit pas d'avoir constaté ces faits et la question se pose de savoir comment on doit interpréter les caractères qu'elles présentent.

---

(1) THÉLOHAN, *Myxosporidies de la vésicule biliaire des Poissons* (*Comptes rendus*, novembre 1892).

(2) Ces observations ont été faites dans les laboratoires maritimes de MM. les professeurs de Lacaze-Duthiers, Marion et Korotneff, à qui je suis heureux d'adresser ici mes respectueux remerciements pour la bienveillante hospitalité qu'ils ont bien voulu m'accorder.

(3) THÉLOHAN, *Observations sur les Myxosporidies et essai de classification de ces organismes* (*Bulletin de la Société philomathique*, 8<sup>e</sup> série, t. IV, 1892).

Faut-il les considérer comme des formes perfectionnées dérivant des formes inférieures, ou, au contraire, doit-on les regarder comme représentant le type primitif des Myxosporidies, les autres, et en particulier celles qui vivent au sein des tissus, n'étant que des formes dégradées par un parasitisme plus accentué et pour ainsi dire plus intime?

» Pour moi, je me rangerais volontiers à cette dernière manière de voir. Ne pouvant aborder ici la discussion des arguments que l'on peut invoquer pour l'appuyer, j'indiquerai seulement l'une des considérations qui me semblent avoir à cet égard la plus grande valeur.

» On a vu que, chez les Myxosporidies qui présentent l'organisation la plus élevée, le nombre des spores est réduit à deux. Au contraire, le nombre de ces éléments s'accroît à mesure que l'on observe des formes plus dégradées, pour arriver à celles qui vivent dans l'épaisseur des tissus et chez lesquelles la quantité des spores est véritablement prodigieuse.

» Or l'exagération du nombre des corps reproducteurs constitue, comme on le sait, un des attributs les plus constants du parasitisme.

» Les Myxosporidies chez lesquelles on observe cette énorme production de spores étant par ailleurs inférieures aux autres au point de vue de leur organisation, et, d'un autre côté, leur siège au sein des tissus donnant à leur parasitisme un caractère plus accentué, il me semble très plausible d'admettre qu'elles représentent des formes dégradées par ce mode d'existence spécial, et que cette dégradation s'est traduite par la perte de certains caractères des formes libres et par l'aptitude à la formation de spores plus nombreuses.

» Je ne puis m'étendre davantage sur ce sujet : j'ai voulu seulement attirer l'attention sur ce point de l'histoire de ces organismes, dont l'étude me semble offrir un certain intérêt, en raison de l'importance que présenterait la solution de ce problème au point de vue de la détermination des affinités des Myxosporidies, qui sont encore extrêmement obscures. »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Recherches sur la structure des Mucorinées.*

Note de MM. P.-A. DANGEARD et MAURICE LÉGER, présentée par M. Duchartre.

« Le développement des Mucorinées est bien connu, grâce aux travaux de Brefeld, Van Tieghem, Bainier, etc. ; leur structure intime l'est beaucoup moins. On sait seulement que le thalle du *Mucor racemosus* renferme

de nombreux petits noyaux; il en existe plusieurs dans les chlamydospores et les spores bourgeonnantes : les spores n'en posséderaient qu'un seul ou deux par exception : celles du *Chaetocladium Jonesii* en ont cependant de quatre à sept (1). Vuillemin a vu les noyaux du *Pilobolus ædipus*, dont les spores en possèdent souvent deux et quelquefois trois ou quatre (2).

» Dans cette Note, nous établirons d'abord la structure de ces noyaux; nous verrons ensuite quelle est leur distribution.

» Les noyaux sont vésiculaires : ils ont une membrane nucléaire séparée d'un nucléole central par un cytoplasme incolore ou peu chargé de chromatine; le nucléole est très dense et c'est lui qui se teint fortement par les réactifs colorants (*Sporodinia grandis*, *Mucor Mucedo*, *M. racemosus*, etc.); ces noyaux ne diffèrent pas sensiblement de ceux des Saprologéniées, Ustilaginées, Urédinées (3). Leur structure est susceptible de varier dans certaines limites.

» Ainsi, au moyen des doubles colorations, on trouve dans la zygospore jeune un assez grand nombre de noyaux devenus très gros; leur nucléole se colore en rouge, alors que le protoplasma reste violet. L'intervalle entre la membrane et le nucléole est incolore; d'autres fois, la modification se produit en sens inverse, le nucléole diminue jusqu'à devenir imperceptible; le noyau est devenu une simple vacuole limitée encore un certain temps par la membrane nucléaire; il est en voie de destruction. Ajoutons que les noyaux s'allongent fréquemment suivant le sens de la croissance du thalle. Dans les *Pilobolus*, le nucléole est moins apparent, et le cytoplasma montre des granulations chromatiques.

» Les noyaux sont situés dans un protoplasma disposé en réseau à mailles de largeur variable : dans un filament en voie de croissance (*Sporodinia*) ces noyaux sont groupés au nombre de plus d'une centaine, séparés de l'extrémité par une couche de protoplasma homogène brillant, dépourvu de noyaux; plus bas, les mailles s'élargissent et le nombre des noyaux diminue.

(1) SCHMIDT, *Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten* (*Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens*, 1897).

(2) VUILLEMIN, *Etudes biologiques sur les Champignons* (*Bulletin de la Société des Sciences de Nancy*, 1886).

(3) P.-A. DANGEARD, *Recherches histologiques sur les Champignons* (*Le Botaniste*, 2<sup>e</sup> série, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> fascicules); *La reproduction sexuelle des Champignons* (*Le Botaniste*, 3<sup>e</sup> série, 6<sup>e</sup> fascicule, janvier 1893).

» Les sporanges se forment à l'extrémité renflée des filaments : le protoplasma s'accumule dans le renflement; il constitue sous la paroi une couche épaisse qui limite une grande vacuole centrale. Cette couche renferme une quantité considérable de noyaux; elle se divise par des lignes claires en portions de protoplasma à contour hexagonal : cet aspect rappelle tout à fait celui qui précède la formation des pores chez les Myxomycètes, ou celle des sporanges dans les *Synchytrium*. Chaque portion ainsi délimitée est destinée à former une spore; elle renferme un nombre variable de noyaux : de trois à sept (*Mucor*); de vingt à cinquante (*Sporodinia*). Après la formation des spores et leur mise en liberté, on retrouve un grand nombre de noyaux dans la columelle et le filament qui supporte le sporange (*Mucor*, *Sporodinia*, *Pilobolus*); ils sont destinés à disparaître.

» Dans le *Sporodinia*, les zygosporos comme les sporanges sont des extrémités renflées de filaments dichotomes : beaucoup de ces filaments sont stériles, s'allongent en poils; c'est au milieu de ce feutrage que se trouvent les filaments sexuels en ampoule. Chaque ampoule, au début, est remplie par un protoplasma, à larges mailles, sauf à l'extrémité où s'effectue le contact; on trouve à cet endroit une quarantaine de noyaux groupés; en arrière, il en existe d'autres disséminés çà et là dans les mailles du réseau. Un peu plus tard, le protoplasma devient de plus en plus dense et le nombre des noyaux augmente considérablement; cette augmentation est due, au moins pour la plus grande partie, à l'arrivée de noyaux venant du thalle et non à une division des premiers; c'est alors qu'une cloison se forme dans chaque ampoule, à quelque distance de l'extrémité, délimitant du reste du thalle les deux éléments sexuels en présence. De nombreux noyaux se voient encore longtemps dans les filaments copulateurs, en dehors des gamètes; ils correspondent à ceux de la columelle et, comme eux, ils sont destinés à disparaître.

» En résumé, dans cette Note, nous avons établi la structure des noyaux ainsi que les variations qu'elle présente, la distribution de ces éléments dans le thalle et leur disposition pendant la formation du sporange et des spores; nous avons constaté également que les deux gamètes en présence renferment de nombreux noyaux venant du thalle : j'espère pouvoir indiquer bientôt ce qu'ils deviennent, en étudiant la reproduction sexuelle dans cette même famille. »



ÉCONOMIE RURALE. — *Sur le rôle du Plantago alpina dans les pâturages de montagne.* Note de M. E. GUINIER.

« Une longue expérience m'a permis de vérifier que la présence du *Plantago alpina* Lin. indique, dans les parties élevées des Alpes et des Pyrénées, la qualité des pâturages, laquelle semble être en raison de l'abondance de cette plante.

» Le *Plantago alpina* manque absolument dans les sols plus ou moins marécageux ou tourbeux, où le tapis végétal est formé surtout par des *Carricinées* ou des *Joncées*, fait défaut aussi dans les pâturages envahis par les *Bruyères*, la *Callune-Bruyère*, les *Fougères* et notamment l'*Aquiline*. Cette plante fuit, en somme, les sols à terreau acide, et ne se trouve que sur les sols suffisamment perméables et égouttés, munis d'un terreau doux bien décomposé : ces sols conviennent aussi le mieux, il faut le dire, aux meilleures plantes fourragères de diverses familles, *Graminées*, *Légumineuses*, *Ombellifères*, etc. Du reste, le *Plantago alpina* vient aussi bien sur les terrains primitifs et les schistes ou les grès de diverses origines que sur les calcaires durs et peu décomposables.

» Le *Plantago alpina* apparaît vers 1200<sup>m</sup> d'altitude et s'élève à 2500<sup>m</sup> et même au delà, jusqu'aux localités où la végétation herbacée ne peut plus former de gazons continus.

» Dans les Alpes et l'Isère, les pâtres connaissent le *Plantago alpina* et attribuent la qualité des pâturages qui en sont pourvus aux vertus nutritives de cette plante, qui donne aux vaches, affirment-ils, un lait crémeux, favorable à l'engraissement des moutons.

» Il existe dans le massif montagneux du Pelvoux, au voisinage des glaciers, des pâtures dont le sol, presque dénudé, produit cependant encore le *Plantago alpina* en abondance. Malgré la rareté de l'herbe, ces terrains sont recherchés par les pâtres de Provence pour l'estivage des moutons transhumants, et c'est même à la surcharge en bétail de cette nature qu'est due la profonde dégradation des terrains du bassin du Vénéon. (Ce bassin est le *Cirque de la Bérarde* d'Élie de Beaumont, qui l'a appelé ainsi du nom du hameau qui en occupe le centre.) Or les pâtures des flancs extérieurs de ce bassin sont bien moins recherchées et sont aussi mieux conservées; le *Plantago alpina* y est rare.

» Dans les Pyrénées, la qualité des pâturages offre des contrastes non

moins frappants, suivant qu'ils sont pourvus ou non de cette plante. Dans l'Ariège, où les bons pâturages sont assez rares, on peut citer comme pâturages à *Plantago alpina*, hautement appréciés des habitants, les pâturages d'Orlu, près d'Aix-les-Thermes; mais surtout le pâturage de la Soulane, vers les sources de l'Ariège, sur le territoire de la république d'Andorre. La commune de Mèrens, dans la vallée haute de l'Ariège, bien qu'ayant à sa disposition des milliers d'hectares de pâtures plus que suffisants pour son bétail, affirme cependant chaque année ce petit pâturage dont les habitants croient ne pas pouvoir se passer. L'abondance du *Plantago alpina* y est extraordinaire.

» Le *Plantago alpina* forme des rosettes dont les feuilles, le plus souvent presque appliquées à terre, ne peuvent guère être atteintes par les vaches, qui broutent seulement les hampes fleuries; le mouton n'éprouve pas cette difficulté. Mais on peut encore douter que la qualité des pâturages à *Plantago alpina* tienne aux vertus alimentaires de cette plante, plutôt qu'à l'ensemble de conditions favorables en dehors desquelles le *Plantago alpina* ne se trouve point. »

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

---

ERRATA.

---

(Séance du 5 février 1894.)

Note de M. J.-J. Landerer. Sur la théorie des satellites de Jupiter :

Page 282, ligne 9, au lieu de 1892, lisez 1893.

Même page, ligne 17, au lieu de 1794, lisez 1894.

---

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux es, l'une par ordre alphabétique de matières. L'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel art du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixe ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

**On souscrit, dans les Départements,**

chez Messieurs :		chez Messieurs :
n..... Michel et Médan.	Lorient.....	Banual.
er..... Gavault St-Lager.		M <sup>re</sup> Texier.
ens..... Jourdan.		Bernoux et Gamin
		Georg.
ers..... Courtin-Becquet.	Lyon.....	Méret
		Chamad.
onne..... Germain et Grassin.		Ville
		Bnat
ançon..... Lachese.	Marseille.....	Cilas.
		Coutlet.
deaux..... Jérôme.	Montpellier.....	Martial Place.
urges..... Jarquard.		Jacques
		Grosseau Maupin
st..... Avard.	Nancy.....	Sidot freres.
		Loiseau.
ea..... Dutru.	Nantes.....	M <sup>re</sup> Veloppé
		Batma.
mbery..... Muller (G.)	Nice.....	Visconti et C <sup>re</sup>
erbourg..... Renaud.	Nîmes.....	Thibaud.
rmont-Ferr..... Lefourmer.	Orléans.....	Lazeray.
		Blanchier.
ion..... E. Robert.	Poitiers.....	Draunaud.
		Philon t Hervé.
ua..... J. Robert.	Rennes.....	Girard (M <sup>re</sup> )
		Langlois
enoble..... V <sup>o</sup> Uzel Caroll	Rochefort.....	Lestruzant.
		Chevalier
ia Rochelle..... Baer.	S <sup>t</sup> -Etienne.....	Pastide.
re Havre..... Massil.	Toulon.....	Bunche
		Gumel.
lle..... Perrin.	Toulouse.....	Privat.
		Boisselier
		Perreat.
		Suppligeon
		Grand.
		Lemaître.

**On souscrit, à l'Étranger,**

chez Messieurs :		chez Messieurs :
Amsterdam.....		Dubau.
		Hachette et C <sup>re</sup> .
		Nutt.
Athènes.....		V. Beck.
Barcelona.....		Libr. Gutenberg.
		Capdeville.
Berlin.....		Gonzales e Lujos.
		F. Fe.
Berne.....		Immolara frères
Bologne.....		Hopli.
		Gautier.
Bruxelles.....		Furchheim.
		Margliieri di Gus-
		Pellerano.
Bucharest.....		Jovson et Pfeiffer.
		Stechert.
Budapest.....		Westermann.
Cambridge.....		Rousseau.
Christiania.....		Parker et C <sup>re</sup> .
Constantinople.....		Glaesen.
Copenhague.....		Magalhaes
Florence.....		Évnae.
Gand.....		Garnier.
Genes.....		Bocca frères.
		Loescher et C <sup>re</sup> .
Geneve.....		Kramers et fils.
		Samson et Wallin
La Haye.....		Zinslering.
		Wolff.
Lausanne.....		Bocca frères.
		Brero.
Leipzig.....		Clausen.
		Rosenberg et Sellier
		Gebethner et Wollf
		Drucker.
		Frick.
		Gerold et C <sup>re</sup> .
Livorno.....		Meyer et Zeller.

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

Tomes 1 <sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix.....	15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1 <sup>er</sup> Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix.....	15 fr.
Tomes 62 à 91. — (1 <sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix.....	15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

**Tom I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A.-J.-J. SOULIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 30 planches; 1856. .... 15 fr.

**Tom II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences sur le concours de 1855, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 27 planches; 1861. .... 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

TABLE DES ARTICLES. Séance du 19 février 1894.



MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

	Pages		Pages
M. EMILE PICARD. — Sur les équations li-	379	M. H. POINCARÉ. — Sur certains développements en séries, que l'on rencontre dans la théorie de la propagation de la chaleur.	383

NOMINATIONS.

M. DE PIETRA SANTA. — La fièvre typhoïde à Paris, période décennale de décroissance (1884-1893); ses exacerbations automno-hivernales.	388
--	-----

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. PARIOT adresse un Mémoire intitulé « Ville de Grasse; statistique médicale ».	389	conserves de viande de bœuf, préparées par le procédé qu'il a indiqué.	389
M. GOURAS adresse deux échantillons de			

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire PERPIGUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, divers Ouvrages de MM. <i>F. Becker</i> et H. <i>Foerster</i> , de M. <i>Ferd. von Müller</i> .	389	de deux pendules reliées par un fil élastique.	391
M. le Secrétaire PERPIGUEL annonce à l'Académie la perte que vient de faire les Sciences mathématiques, dans la personne de M. <i>Eugene Catalan</i> .	390	M. A. BROSDIE. — Nouvelle méthode simplifiée pour le calcul des courants alternatifs polyphasés.	394
M. E. MAUMÉ prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Chimie.	390	M. CH. A. ZINOWI. — L'objectif aplanétique symétrique.	397
M. J. WEINLECK. — Note accompagnant des photographies agrandies de quelques-uns des plus grands cratères de la Lune.	390	MM. G. HERMEL et G. BESANCON. — Sur la température des hautes régions de l'atmosphère.	399
M. G. BRACHMAN. — Observations de la nouvelle planète (A. Courty, 1893), de VIER 11), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest).	391	M. MAX LE BLANC. — Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des électrolytes.	401
MM. E. PICARD et F. GOLBY. — Observations de la planète (1893, AV), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.	391	M. BRUNOT. — Observations relatives à la Note précédente de M. <i>Max Le Blanc</i> des limites de l'électrolyse.	401
M. P. FAUCHON. — Résultats des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le quatrième trimestre de 1893.	391	M. H. E. CHATELAIN. — Sur la fusibilité des mélanges isomorphes de quelques carbonates doubles.	405
M. H. VOÛL. — Sur les tétraèdres conjugués par rapport à une quadrique et dont les arêtes sont tangentes à une autre quadrique.	392	M. G. CHARPY. — Sur la transformation allotropique du fer sous l'influence de la chaleur.	408
M. J. ENRI. — Sur une dégénérescence du groupe projectif général.	397	M. DE LORÉVANT. — Constitution de l'urémie.	411
M. L. LECOURT. — Sur le mouvement de deux points reliés par un ressort.	398	MM. A. BEHAR et E. GAUCY. — Sur les éthylphénols.	411
M. LUCAS DE LA RIVE. — Sur un système	398	M. P. DU MELLER. — Sur la multifotiation des sucres.	411
ERRATA.		M. P. FULFONAN. — Sur les affinités réciproques des Myxosporidies.	418
		MM. P. A. DANGEARD et MAURICE LÉGER. — Recherches sur la structure des Mucorinées.	419
		M. F. GUINIB. — Sur le rôle du <i>Plantago alpina</i> dans les pâturages de montagne.	423
			434

3029

1894

PREMIER SEMESTRE.

—

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====  
TOME CXVIII.  
=====

N° 9 (26 Février 1894).

—

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus habituels des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire, s'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Comptes rendus* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Comptes rendus* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés d'en déposer au Secrétariat au plus tard le samedi qui précède la séance, avant 5<sup>h</sup>. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 26 FÉVRIER 1894,

PRÉSIDENTE DE M. LOEWY.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, DES BEAUX-ARTS ET DES CULTES** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Aimé Girard*, pour remplir, dans la Section d'Économie rurale, la place devenue vacante par suite du décès de M. *Chambrelet*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **AIMÉ GIRARD** prend place parmi ses Confrères.

*Notice sur les travaux de Jean-Louis-Armand de Quatrefages de Bréau,*  
par M. **EDMOND PERRIER**.

« Jean-Louis-Armand de Quatrefages de Bréau naquit le 10 février 1810 à Bertezenne, au pied de l'Aigoual, un des plus hauts sommets des Cé-

vennes, non loin de la petite ville de Valleraugue, qui a également donné à l'Académie des Sciences le général Perrier. Fort curieux de science dès son enfance, il fit de brillantes études au collège royal de Tournon, et, au moment de les terminer, suivit à Strasbourg un de ses maîtres, Sornin, qui venait d'y être nommé professeur d'Astronomie. C'est là qu'il prit ses grades et que, sous l'influence de son maître, il conquit le doctorat ès Sciences mathématiques avec deux thèses : l'une *Sur la théorie d'un coup de canon* (1829); l'autre, *Sur le mouvement des aérolithes considérés comme des masses disséminées dans l'espace par l'impulsion des volcans lunaires* (1830). Deux ans après, il était docteur en Médecine, et allait pratiquer à Toulouse, où il transportait l'opération de la lithotritie. Un moment il suppléa, dans la chaire de Chimie de la Faculté des Sciences de cette ville, le professeur Boisgiraud (1835); mais son premier Mémoire d'Histoire naturelle, *Sur l'embryogénie des Planorbes et des Lymnées*, date de l'année précédente, et fut suivi, en 1835, d'un autre travail *Sur la vie interbranchiale des Anodontes*; ces recherches le firent désigner pour occuper, à titre de chargé de cours, la chaire de Zoologie de la Faculté. Bientôt cependant il se détermina à venir habiter Paris, où il devint rapidement docteur ès Sciences naturelles; sa thèse *Sur les caractères zoologiques des Rongeurs, et sur leur dentition en particulier*, et un Mémoire sur les Rongeurs fossiles (1840), sont les seuls travaux qu'il ait publiés sur l'Histoire naturelle des animaux supérieurs. Sur les conseils de Henri Milne-Edwards, il se consacra presque exclusivement, dès 1841, à l'étude des Invertébrés marins, et visita, pour les étudier sur place, un grand nombre de localités de nos côtes : les îles Chausey (1841), Saint-Vaast-la-Hougue (1842), l'île de Bréhat (1845), les côtes de Sicile (1850), La Rochelle (1852). Il a raconté ces voyages dans un livre qui a passionné tous les jeunes savants : *les Souvenirs d'un naturaliste* (1854).

» En abordant ces recherches, M. de Quatrefages se proposait surtout de déterminer comment dans chaque embranchement du Règne animal, l'organisme se dégradait ou se simplifiait peu à peu et quelles étaient les lois de cette simplification. De là, un choix méthodique de sujets d'étude qui mit bientôt entre ses mains les plus brillants résultats.

» Dans l'embranchement des Rayonnés, sa première découverte fut celle d'une fort curieuse Anémone de mer des îles Chausey, fougiseuse et transparente comme du cristal, l'*Edwardsia* (<sup>1</sup>), devenue le type d'un sous-

---

<sup>1</sup>) *Mémoire sur les Edwardsia* (*Annales des Sciences naturelles*, 2<sup>e</sup> série, t. XVIII, 1842).



ordre des Coralliaires, résultant d'une sorte d'arrêt de développement des Anémones de mer normales. Dans la même campagne M. de Quatrefages découvrait encore une bizarre Zoophyte, l'*Éleuthérie dichotome* (1), qu'il décrit comme un type nouveau de Polype libre, intermédiaire entre deux classes longtemps réputées fort éloignées, celles des Hydres et des Méduses, et qui est, en réalité, une Méduse marcheuse, produite par des Polypes hydriques du genre *Clavatella* comme les Méduses en cloche sont produites par d'autres Polypes, c'est-à-dire à la façon dont les fleurs naissent sur les végétaux.

» La *Synhydra parasita* (2) met pour la première fois le jeune naturaliste en présence de ces singulières colonies de Polypes, où l'on trouve à la fois, chacun avec une forme qui lui est propre, des *individus nourriciers*, des *individus reproducteurs*, des *individus préhenseurs*, des *individus sensitifs*, des *individus défensifs* (3). Plus tard, M. de Quatrefages devait rencontrer dans la Physalie, grand Polype nageur, bien connu des marins sous le nom de *galère*, un sujet d'études analogues, mais autrement vaste et autrement attachant, en raison du nombre et de la variété de formes des individus qui demeurent unis, comme aussi de leur étroite solidarité. Au moment où M. de Quatrefages publiait son *Mémoire sur l'organisation des Physalies* (4), les zoologistes étaient absolument partagés d'opinion sur la façon dont il fallait envisager ces animaux et ceux qui constituent avec eux la classe des Siphonophores. Devait-on voir en chacun d'eux autant d'organismes associés que l'on y observait de parties distinctes? Au contraire, fallait-il considérer chaque Physalie comme un individu unique, et ses diverses parties si semblables cependant à des Polypes ou à des Méduses, comme de simples organes? M. de Quatrefages mit en quelque sorte d'accord les deux Écoles, en démontrant que « chez les animaux composés, il existe de nombreux intermédiaires entre l'individu bien caractérisé et l'organe faisant » partie d'une individualité complexe », et que l'on a autant de raisons pour voir dans la Physalie une colonie d'animaux que pour y voir une unité individuelle. C'était préparer le moment où l'on pourrait dire que les colonies animales ne sont qu'un acheminement vers la constitution

(1) *Mémoire sur l'Éleuthérie dichotome* (*ibid.*).

(2) Signalée quelque temps auparavant par M. P.-J. Van Beneden sous le nom d'*Hydractinia lactea*, mais imparfaitement décrite.

(3) *Annales des Sciences naturelles*, 1843.

(4) *Annales des Sciences naturelles*, 2<sup>e</sup> série, t. II; 1854.

d'individualités complexes par la fusion graduelle d'individualités plus simples. M. de Quatrefages comparait d'ailleurs l'organisation des Physalies à celles des grandes Méduses, telles que les Rhizostomes; Hæckel a depuis repris cette idée qui est devenue la base de sa théorie de la constitution des Siphonophores, bien connue sous le nom de *Medusum-Theorie*.

» Abordant les Échinodermes, M. de Quatrefages constate en passant que « la petite Ophiure grisâtre de nos côtes » est vivipare (1); mais il est de suite attiré par les Échinodermes dégradés, formant l'ordre des *Échinodermes sans pieds* de Cuvier. Ces animaux fousseurs ont un corps mou, vermiforme, dont les parties extérieures affectent cependant la même disposition générale que celles des animaux rayonnés. Parmi eux, M. de Quatrefages étudie les Synaptés, les Échiures, les Siponeles, les Thalassèmes, et, devant ses recherches, l'ordre des Échinodermes sans pieds s'évanouit. Les Synaptés sont de vrais Échinodermes, des Holothuries, mais parvenues à un tel degré de dégradation, que par certains traits de leur organisation, par les caractères de leurs fibres musculaires notamment, elles touchent presque aux polypes du genre *Edwardsia* (2). Au contraire, les Échiures, les Siponeles, les Thalassèmes, malgré leur physionomie de Rayonnés, ont la structure interne des animaux articulés. Ils établissent un *pont* entre deux grands embranchements de Cuvier; il faut constituer pour eux une classe nouvelle qui vient prendre rang après la classe des Annélides, et, pour désigner cette classe, M. de Quatrefages, soulignant ainsi le caractère philosophique de ses recherches, emprunte justement au grec le nom de γέφυρα, qui veut dire pont (3). La classe des Géphyriens est demeurée dans la science.

» C'est encore la recherche féconde, comme on voit, des types dégradés qui conduit l'ingénieux chercheur à s'occuper des plus petits des Mollusques marins, sans coquille, qui forment l'ordre des Nudibranches de Cuvier. L'organisation de quelques-uns de ces Mollusques lui inspire toute une théorie de la structure des organismes dégradés qui a suscité les plus vifs débats et qui a été souvent présentée avec des exagérations auxquelles son auteur ne s'est certes pas abandonné, la théorie du *phlébentérisme*. D'après cette théorie, lorsque l'appareil respiratoire et surtout l'appareil

(1) *Comptes rendus*, t. XV, 1842.

(2) *Annales des Sciences naturelles*, 2<sup>e</sup> série, 1842, t. XVII.

(3) *Mémoires sur l'Échiure de Gartner* (*Annales des Sciences naturelles*, 3<sup>e</sup> série, 1847).

circulatoire viennent à se simplifier, des dispositions spéciales de l'appareil digestif lui permettraient de suppléer à l'insuffisance des deux autres (1). On pourrait aujourd'hui citer dans tous les embranchements du Règne animal des exemples de cette suppléance.

» Dégradés par rapport aux autres Mollusques, les Nudibranches phlébentérés sont loin de demeurer au même degré de simplification; peu à peu leur organisation se réduit à son tour et semble fournir alors un terme de passage entre l'embranchement des Mollusques et celui des Articulés, comme les Géphyriens en avaient déjà fourni un entre les Articulés et les Rayonnés. En décrivant l'organisation des *Pelta* (2), M. de Quatrefages émet l'opinion qu'il pourra être quelque jour difficile de distinguer les plus inférieurs des Nudibranches des plus élevés des Vers plats de la classe des Planaires ou Turbellariés. Nous avons déjà vu Hæckel prendre à M. de Quatrefages l'idée de comparer les Physalies aux Méduses; un autre naturaliste allemand reprendra de même l'idée de lier les Mollusques Nudibranches aux Planaires. Von Jehring, dans son grand Mémoire sur le système nerveux des Mollusques, divise, en effet, la classe réputée jusque-là si homogène des Gastéropodes en deux séries indépendantes, renfermant l'une, celle des *Arthrocochlédés*, des Gastéropodes à sexes séparés qui descendraient des Vers annelés, l'autre celle des *Platycochlédés* des Gastéropodes hermaphrodites qui descendraient des Planaires.

» Les animaux longtemps réputés comme les plus dégradés des Échinodermes nous avaient conduits aux Annélides; les Mollusques nous y ramènent à leur tour. On comprend maintenant que cette classe si polymorphe soit devenue l'objet des études de prédilection de M. de Quatrefages. Ici l'appareil circulatoire sanguin est presque aussi parfait que chez les Vertébrés, mais *l'appareil lymphatique* fait entièrement défaut; par quoi est-il remplacé? M. de Quatrefages lui trouve un suppléant dans la *cavité générale* (3) du corps, dont il est aujourd'hui si souvent question sous le nom de *cœlome*. Cette cavité est presque entièrement remplie par les viscères chez les Vertébrés; chez les Annélides les viscères n'en occupent, au contraire, qu'une faible partie; ils baignent dans un liquide

(1) *Comptes rendus*, 25 novembre 1844. — *Voyage en Sicile*, 2<sup>e</sup> partie (Note Sur le phlébentérisme).

(2) *Annales des Sciences naturelles*, 3<sup>e</sup> série, t. I, 1844.

(3) *Mémoire sur la Cavité générale du corps des Invertébrés* (*Annales des Sciences naturelles*; 3<sup>e</sup> série, t. XIV; 1850.)

spécial qui la remplit, dans lequel flottent d'innombrables corpuscules analogues aux corpuscules lymphatiques, le *liquide cavitaire* dont M. de Quatrefages a été le premier à signaler l'importance et les fonctions multiples. La cavité générale, les lacunes et les sinus dans lesquels elle se subdivise chez les Echinodermes, les Arthropodes et les Mollusques, le système vasculaire et le système lymphatique qui, suivant les cas, leur font suite, ne forment, en somme, qu'un seul et même ensemble dont les diverses parties ont été plus ou moins modifiées par des adaptations secondaires; voilà des idées qui tendent de plus en plus à s'établir, et pour lesquelles l'éminent professeur du Muséum a été un véritable précurseur.

» La classe des Annélides de Cuvier sort d'ailleurs de ses mains entièrement transformée (1). Il y découvre deux modes de structure absolument différents de l'appareil génital; dans un premier groupe, les éléments reproducteurs sont produits dans presque tous les segments du corps et les sexes sont séparés; dans un second, les éléments ne se développent que dans un petit nombre de segments et les deux sortes d'éléments sont réunis chez le même individu qui est, par suite, hermaphrodite. A ces différences correspondent des différences presque absolues d'habitat : les Annélides unisexuées habitent la mer; les Annélides hermaphrodites habitent presque toutes les eaux douces. Il est donc légitime d'établir deux classes distinctes aux dépens de l'ancienne classe des Annélides : les Marines conserveront leur ancienne dénomination; aux autres, dont les plus grandes ont toujours le sang rouge, M. de Quatrefages donnera le nom d'*Erythrèmes* : ce sont les Vers de terre et les Sangsues (2).

» Des différences analogues dans la structure de l'appareil génital des Vers plats, réunis jadis dans la classe des Turbellariés, entraînent de même la division de cette classe en deux autres correspondant aux Planaires et aux Némertes de Cuvier.

» M. de Quatrefages ne s'en tient pas d'ailleurs à ces constatations générales. Il étudie dans le plus grand détail, et comme personne ne l'avait fait avant lui, les Annélides marines, signale un grand nombre de traits nouveaux de leur organisation, réussit à pratiquer chez elles des fécondations artificielles, suit pas à pas le développement de leurs œufs, constate qu'ils

(1) De 1843 à 1857, M. de Quatrefages a publié plus de trente Notes ou Mémoires sur les Annélides.

(2) *Note sur l'anatomie des Sangsues et des Lombrics* (*Annales des Sciences naturelles*, 3<sup>e</sup> série, t. VIII, 1847, et t. XIII, 1852).

sont, avant l'arrivée du spermatozoïde, le siège de mouvements qui accusent leur vitalité propre et peuvent aller jusqu'à un commencement de segmentation, décrit la formation et l'expulsion de ces corpuscules devenus célèbres sous le nom de *globules polaires* et démontre qu'ils n'ont rien à faire avec la vésicule germinative. Si ces faits n'ont pas absolument conservé la signification qu'on pouvait leur attribuer vers 1850, ils n'en sont pas moins exacts et de haute importance. Les résultats de toutes ces recherches ont été consignés par M. de Quatrefages dans son dernier grand ouvrage de Zoologie, l'*Histoire des Annelés* <sup>(1)</sup> qu'on a pu critiquer, mais qu'on n'a pas encore remplacée.

» Enfin, lors de son voyage en Sicile, M. de Quatrefages complète ses études sur les types dégradés en s'adressant aux Vertébrés; il réussit à se procurer, en assez grand nombre pour en faire une étude approfondie des spécimens du plus suggestif d'entre eux, le fameux *Amphioxus*; il signale les affinités avec les Mollusques acéphales et les Annélides de ce Vertébré si simplifié « qu'il appartient à peine au groupe des Vertébrés <sup>(2)</sup> ». Plus tard il voulut comparer *de visu* cette organisation à celle d'un autre poisson dégradé, l'Ammocète ou jeune Lamproie <sup>(3)</sup>.

» De ce vaste ensemble de recherches, il ressort cette conclusion générale que les embranchements de Cuvier ne sont pas aussi rigoureusement délimités qu'on a pu le croire un moment. De l'un à l'autre il existe partout des passages; M. de Quatrefages l'a bien nettement vu l'un des premiers, et le nombre de ces passages n'a fait que s'accroître depuis ses mémorables travaux.

» Si intéressants que soient de tels résultats généraux, la Science perdrait une grande part de son prestige s'il ne découlait de ces résultats mêmes des conséquences pratiques. M. de Quatrefages ne l'oublie jamais. Il vient, à peine, d'opérer la fécondation artificielle des œufs de Hermelles, inutiles Annélides, et des Tarets, Mollusques nuisibles, il entrevoit aussitôt qu'on pourra tirer parti de ce mode de fécondation pour créer des bancs, en quelque sorte artificiels, d'Huîtres <sup>(4)</sup> et d'autres Mollusques comes-

(1) *Suites à Buffon de Roret*, 3 vol.; 1865.

(2) *Mémoire sur le système nerveux et l'Histologie des Branchiostomes ou Amphioxus* (*Annales des Sciences naturelles*, 3<sup>e</sup> série, t. IV, 1845).

(3) *Sur l'Anatomie de l'Ammocète* (*Société Philomathique*, 1849).

(4) *Note sur la propagation des Huîtres et sur les fécondations artificielles* (*Comptes rendus*, t. XXVIII, 1847).

tibles, et qu'on arrivera sans doute un jour « à semer du poisson comme on sème du grain ». Des Mollusques lamellibranches, les Tarets, perforent et détruisent les pilotis et les bois des navires; des Insectes, les Termites, rongent dans les Landes et dans la Charente les poutres des constructions, les meubles des appartements, les livres des Bibliothèques et les réduisent en poussière avant qu'aucune trace de leurs irréparables dégâts ait paru au dehors; une ruineuse épidémie détruit, dans le midi, les Vers à soie : M. de Quatrefages, partout sur la brèche, signale d'utiles moyens de limiter l'action malfaisante de tous ces ennemis de nos demeures ou de nos richesses. Il s'occupe même un moment de la question de l'élevage des Sangsues (1). Il ne trouve pas toujours les solutions définitives, mais il contribue du moins de tout son pouvoir à les préparer. S'il est prêt pour l'étude de ces problèmes, c'est d'ailleurs qu'au lieu de s'adresser pour ses recherches à la nature morte, il a toujours pris corps à corps la nature vivante.

» Les organismes dont il pénètre si habilement la structure ne sont pas pour lui des machines inertes, mais des êtres actifs dont tous les modes d'activité l'intéressent. Il étudie, par exemple, les contractions de leurs muscles, et donne, comme on pouvait le faire de son temps, les règles de cette contraction; chemin faisant, une coïncidence le frappe. Chez certains animaux, chaque contraction musculaire est accompagnée d'un éclair lumineux. Or, la nuit, sur les bords de la mer, tout brusque mouvement de l'eau provoque un jaillissement d'étincelles, et parfois les crêtes de toutes les vagues s'illuminent à perte de vue. C'est le phénomène si souvent décrit de la phosphorescence de la mer. M. de Quatrefages, après avoir fait une étude approfondie des Noctiluques, les plus communs des animaux marins lumineux, montre qu'ils ne sont pas la seule cause de cette phosphorescence aux aspects variés, reconnaissant chacun une cause distincte. D'une manière plus générale, la production de lumière par les animaux lui semble due à l'altération de certaines sécrétions, à certaines combustions lentes, enfin à la contraction même de la substance vivante, comme l'indiquent les éclairs qui jaillissent brusquement de certaines

(1) *Note sur un moyen de mettre les approvisionnements de bois de la Marine à l'abri de la piqûre des Tarets* (Comptes rendus, t. XXVI, 1848). — *Mémoire sur la destruction des Termites au moyen d'injections gazeuses* (Annales des Sciences naturelles, 3<sup>e</sup> série, t. XX, 1853). — *Questionnaire relatif à l'élevage des Sangsues* (Bulletin de la Société Zoologique d'acclimatation, t. II, 1885).

Ophiures, de plusieurs Annélides et surtout des Noctiluques. M. Raphaël Dubois a depuis montré que ces causes diverses de production de lumière pouvaient être ramenées à la décomposition de certaines substances phosphorées, par un ferment produit tantôt par des bactéries, tantôt par les éléments mêmes de l'organisme lumineux.

» Malgré leur diversité, les travaux dont nous venons de faire une revue rapide se rattachent tous à un même plan de recherches, à une même idée générale. C'est qu'en effet, une intelligence façonnée par l'étude des Sciences mathématiques et par celle des Sciences physiques, conserve le besoin incessant de découvrir entre les phénomènes une continuité qui permette de voir dans leur succession un enchaînement de causes et d'effets. Plus que tout autre, parmi les naturalistes de son temps, M. de Quatrefages était préparé à ressentir ce besoin; nous l'avons vu chercher à relier entre eux successivement tous les embranchements de Cuvier; nous allons le retrouver aux prises avec deux grandes synthèses : celle des phénomènes de la *génération*, celle des faits sur lesquels peut s'appuyer la doctrine de l'espèce.

» Dans ces deux synthèses, M. de Quatrefages demeure fidèle aux idées et aux méthodes qui rallièrent, avant 1859, la presque totalité des naturalistes. Ce qu'il recherche avant tout, dans son beau livre *Les métamorphoses de l'homme et des animaux* (1862), ce n'est pas une *explication* des phénomènes si complexes de la génération et du développement embryogénique, c'est simplement la *détermination d'un plan unique* auquel tous ces phénomènes puissent être ramenés; c'est aussi la *fin commune* vers laquelle ils tendent, malgré leurs apparences variées. Une découverte capitale, celle de la génération alternante chez les Annélides (<sup>1</sup>), lui suggère l'idée que tous les phénomènes de génération peuvent être rattachés à un même phénomène initial qui n'est autre que le phénomène de l'*accroissement du corps*.

» *Tout animal s'accroît; l'accroissement est toujours accompagné de modifications profondes dans la forme du corps.* Voilà la règle générale que M. de Quatrefages établit d'une manière rigoureuse dans la première partie de son Livre. Comment se fait-il que l'on distingue cependant des *animaux à développement direct*, des *animaux à métamorphoses*, des *animaux à génération alternante*? Voilà ce que l'illustre savant fait ingénieusement

---

(<sup>1</sup>) *Mémoire sur la génération alternante des Syllis* (*Annales des Sciences naturelles*, 4<sup>e</sup> série, t. II; 1854).

converger, dans la seconde, vers une même *fin* : la *conservation de l'espece*. A mesure que la puissance organique s'affaiblit, les chances de destruction augmentent pour chaque espèce animale; il n'est possible de compenser la prodigieuse destruction d'individus dont sont affectées les espèces faibles qu'en augmentant, dans une proportion correspondante, leur puissance de multiplication; ce résultat est réalisé d'abord en diminuant le volume des œufs, ce qui permet d'aceroître leur nombre, ensuite en augmentant la puissance reproductrice de l'œuf.

» Les espèces puissantes ont de gros œufs, riches en matières nutritives; à l'abri des enveloppes de ces œufs, les embryons grandissent jusqu'à ce qu'ils aient atteint leur forme définitive; ils n'éprouvent après leur éclosion que des changements de dimensions; le développement est *direct*. Les espèces plus exposées aux chances de destruction ont des œufs plus nombreux, mais ne contenant que peu de matières nutritives; l'embryon éclôt à une période de son évolution où il a encore à subir des transformations que les animaux à développement direct avaient éprouvées dans l'œuf; ce sont ces transformations qui ont pu sembler longtemps un phénomène nouveau, celui des *métamorphoses*. Enfin, un pas de plus : l'œuf ne produit qu'un être temporaire, uniquement chargé de réaliser lui-même, par un simple accroissement de son corps, les formes adultes qui perpétueront l'espèce : l'œuf a acquis ainsi la puissance d'engendrer non pas seulement un individu, mais toute une génération d'individus; cet *engendrement de générations*. M. de Quatrefages le traduit par le mot de *généagenèse*.

» L'année 1855 marque un changement complet dans la direction des études de M. de Quatrefages : professeur au lycée Henri IV depuis 1850; membre de l'Académie des Sciences depuis 1852, il fut à cette époque nommé professeur d'Anthropologie au Muséum. Du jour où M. de Quatrefages devenait anthropologiste, la question de l'espèce dominait nécessairement tout son enseignement. Quelle place l'Humanité doit-elle occuper dans la Nature? Ne forme-t-elle qu'une seule et même espèce? Cette espèce est-elle indépendante ou dérive-t-elle de quelque autre espèce animale? M. de Quatrefages pense que la *religiosité*, qui n'est au fond que le besoin de remonter aux causes, c'est-à-dire la *raison* même, est un trait suffisamment caractéristique de l'intelligence humaine pour faire de l'Homme un être exceptionnel, et il constitue pour lui le *Règne humain*, dans lequel il l'isole du reste des êtres vivants. Il se déclare en outre partisan de l'unité de l'espèce humaine, et il ne pense pas que l'on puisse faire dériver cette



espèce d'aucune espèce animale connue. Ce sont là des idées parfaitement conformes aux traditions bibliques; mais, en les défendant, M. de Quatrefages n'en conserve pas moins toute son indépendance de savant; témoin la part qu'il a prise à la démonstration de l'ancienneté de l'Homme depuis la découverte de la fameuse mâchoire de Moulin-Quignon. L'un des premiers, il accepta que l'antique débris recueilli par Boucher de Perthes remontait à l'âge quaternaire, et, dans l'un de ses derniers livres (1), il ne fait aucune difficulté d'admettre qu'un Homme tertiaire ait pu exister; il fait reculer, par conséquent, l'apparition de l'Homme dans un passé prodigieusement lointain, en égard aux évaluations des anciens historiens. De même, ce sera l'éternel honneur de sa carrière académique que d'avoir revendiqué pour la synthèse, dans les Sciences naturelles, la place qui lui revient, et d'avoir proclamé, lui, l'adversaire déclaré de toutes les doctrines transformistes, qu'un homme d'aussi puissante stature que Darwin ne pouvait demeurer en dehors de l'Académie des Sciences.

» D'ailleurs, ses idées sur la nature de l'Homme, il prend le plus grand soin de ne les appuyer que sur des arguments tout à fait scientifiques. Pour établir l'unité de l'espèce humaine, il s'efforce de préciser, aussi complètement que le permettent nos connaissances actuelles, les différences fondamentales de ce qu'on doit appeler *race* et de ce que l'on doit nommer *espèce*, et il expose sa doctrine dans une série de beaux livres : *Unité de l'espèce humaine* (1861); *L'Espèce humaine* (1877); *Histoire générale des Races humaines* (1887-1889), etc. Si l'espèce humaine est une, il faut montrer comment, partie d'une région limitée du Globe, elle est parvenue à en envahir toute la surface, et l'éminent auteur de *Crania ethnica* (2), de la *Race prussienne* (1871), des *Pygmées* (1887) et de tant d'autres belles études d'anthropologie conte, non sans émotion, l'exode des Kalmonks du Volga et *les migrations des Polynésiens* (1866).

» Enfin, la question de l'origine de l'espèce humaine le conduit à discuter à fond cette grande question du transformisme à laquelle il n'a cessé de penser jusqu'à la fin de sa vie. C'est le sujet de deux Ouvrages de haute importance. Le premier, *Charles Darwin et ses précurseurs français*, a paru en 1870; au nom de la famille de l'illustre maître, je demande la permission de déposer, comme un hommage posthume, les premiers exemplaires

(1) *Histoire générale des races humaines*. p. 89; 1889.

(2) Publié en collaboration avec M. le Dr Hamy.

du second, les *Émules de Darwin*, sur le bureau de l'Académie. C'est l'œuvre des derniers jours, le testament scientifique du Confrère que vous avez perdu ; et il demeure comme un témoin de la rare pénétration, de l'absolue netteté d'intelligence, de la merveilleuse faculté d'assimilation qu'a su garder jusqu'à passé quatre-vingts ans cet esprit si élevé.

» La difficulté que rencontrent les théories transformistes est celle d'accorder, sans sortir du domaine scientifique, deux catégories de faits en apparence contradictoires. La variation des formes spécifiques paraît, en effet, très nettement résulter des trois propositions suivantes, qui sont hors de toute conteste :

» 1<sup>o</sup> Les êtres vivants de la période actuelle n'ont qu'une ressemblance éloignée avec ceux des périodes précédentes, et l'on peut dire qu'aucune des espèces actuelles n'existait durant la période secondaire, aucune espèce secondaire durant la période primaire.

» 2<sup>o</sup> Il y a une continuité absolue entre les diverses périodes géologiques et rien n'indique qu'à aucun moment de leur durée il y ait eu discontinuité dans la succession des formes vivantes.

» 3<sup>o</sup> Nous ne connaissons qu'un seul mode de formation des corps vivant à la surface du globe, la génération, et ce serait aller contre les principes fondamentaux de la Science que de supposer gratuitement, contrairement à tous les faits observés, qu'il en ait existé d'autres.

» Les faits forcent donc à admettre que les formes vivantes actuelles, si différentes qu'elles soient des formes anciennes, en proviennent par une suite ininterrompue de générations ; la réalité du transformisme est, par cela même, invinciblement et scientifiquement démontrée.

» D'autre part, il est également incontestable que, dans la nature actuelle, il existe des lignées de formes vivantes que leurs étroites ressemblances conduisent à considérer comme les rameaux d'une même souche et qui sont cependant complètement isolées les unes des autres, parce que les êtres appartenant à deux de ces lignées sont incapables de contracter des unions fécondes, ou parce que les produits de leur union sont eux-mêmes stériles, ou parce que ces produits sont condamnés à engendrer des êtres dont la descendance perd rapidement tout caractère mixte et revient complètement à l'une des formes parentes. Ces lignées isolées sont ce que nous nommons les *espèces*. Quoique susceptibles de varier dans des limites qui leur sont propres, elles conservent cependant leur indépendance réciproque ; jusqu'ici, on n'a d'ailleurs réussi à briser aucune d'elles en lignées nouvelles, incapables de se mêler. C'est en cela, et en

cela seulement, que consiste ce qu'on a appelé la *fixité des espèces*. Cette *fixité* ainsi définie n'est nullement incompatible avec la *variabilité* que démontre l'histoire des âges géologiques; il n'y a là qu'une simple opposition de mots.

» Si les naturalistes ont été pendant longtemps partagés en deux camps au sujet de la question de l'espèce, c'est que les uns oublient les trois propositions qui donnent au transformisme une base absolument scientifique et proclament l'*invariabilité des formes spécifiques*; tandis que les autres, dépassant les conséquences qui se dégagent du passé et du présent des œuvres de la vie, prétendent expliquer comment se sont brisées les lignées primitives, comment se sont constituées les espèces actuelles. Là commence la confusion; là se mêlent les hypothèses et les faits dans un chaos déjà presque inextricable. M. de Quatrefages combat toutes ces doctrines; il aura rendu à la Science un dernier et réel service, en démasquant tout ce qu'elles présentent d'illusoire. Peu frappé des trois propositions fondamentales qui résument tous les enseignements de la Paléontologie, l'éminent naturaliste, dans l'intimité de son âme, ne croit certainement pas au transformisme, mais il se déclare prêt à l'accepter le jour où les données sur lesquelles on l'appuie lui paraîtront incontestables. Ce qu'il proscrit, dans ses derniers Livres, avec une admirable rigueur de raisonnement, c'est la substitution de la métaphysique à la Science, de l'hypothèse à l'observation et à l'expérience. Au nom de la Science, il repousse l'évolution prédestinée, soutenue sous des formes diverses par Mivart, Naudin, Owen, Thury, Gübler, Kœlliker; au nom de l'observation et de l'expérience, il repousse les hypothèses plus que hardies, auxquelles s'est abandonné Hæckel dans des livres célèbres; il reproche à Lamarck de n'avoir nulle part distingué l'espèce de la race, et d'avoir méconnu, par conséquent, la question fondamentale du transformisme; il constate l'insuffisance signalée déjà par Romanes, Carl Vogt et autres de la grande doctrine darwinienne de la sélection naturelle, et s'il conclut, avec quelque mélancolie, en disant de l'origine des espèces: « *Nous ne savons pas* », il se garde de fermer la porte aux découvertes futures. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation des vibrations d'une membrane.*

Note de M. H. POINCARÉ.

« On sait quelle est l'importance de l'équation

$$\Delta u + ku = 0$$

( où  $k$  est une constante ) dans un grand nombre de questions de Physique mathématique. Le pas le plus important qui ait été fait dans l'étude de cette équation est dû à M. Schwarz (*Festschrift zum Jubelgeburtstage des Herrn Weierstrass*). Ses résultats ont été complétés par notre Confrère, M. Picard, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 16 octobre 1893. J'ai eu moi-même l'occasion de m'en occuper dans un Mémoire publié dans le t. XII de l'*American Journal of Mathematics*. Il me semble qu'une lumière nouvelle peut sortir du rapprochement des résultats obtenus ainsi dans des voies différentes : c'est ce que je vais chercher à expliquer brièvement.

» Soit, dans l'espace, un domaine quelconque D dont la frontière sera constituée par une certaine surface  $\Sigma$ . Soit  $d\tau$  un élément de volume de ce domaine. Soient  $f$  une fonction quelconque définie à l'intérieur de ce domaine et  $\xi$  une constante arbitraire. Cherchons à former une fonction  $v$  satisfaisant à l'équation

$$(1) \quad \Delta v + \xi v + f = 0$$

à l'intérieur de D et s'annulant à la frontière.

» Cherchons, à l'exemple de M. Schwarz, à développer  $v$  suivant les puissances de  $\xi$  et posons

$$(2) \quad v = v_0 + v_1 \xi + v_2 \xi^2 + \dots$$

Nous aurons, pour déterminer les  $v_i$  (qui doivent s'annuler à la frontière), la suite d'équations

$$(3) \quad \Delta v_0 + f = 0, \quad \Delta v_{i+1} + v_i = 0.$$

Formons les intégrales de M. Schwarz

$$W_{m,n} = \int v_m v_n dt, \quad V_{m,n} = \int \left( \frac{dv_m}{dx} \frac{dv_n}{dx} + \frac{dv_m}{dy} \frac{dv_n}{dy} + \frac{dv_m}{dz} \frac{dv_n}{dz} \right) d\tau,$$

étendues à tous les éléments  $d\tau$  du domaine D.

» Bien que les fonctions  $v_n$  ne soient pas toujours positives, les propriétés de ces intégrales subsistent, et l'on a

$$W_{m,n} = V_{m,n} = W_{0,m+n} = W_{m+n},$$

en écrivant, pour abrégé,  $W_{m+n}$  au lieu de  $W_{0,m+n}$ .

» De plus, ces intégrales sont toutes positives, et l'on a

$$(4) \quad \frac{W_1}{W_0} < \frac{W_2}{W_1} < \frac{W_3}{W_2} < \dots$$

Enfin on peut trouver un nombre  $Q$  ne dépendant que du domaine  $D$  et tel que l'on ait

$$|v_n| < Q \sqrt{W_{2n-2}}.$$

Il résulte de là que, si

$$\lim \frac{W_{n+1}}{W_n} = \frac{1}{g},$$

la série (2) convergera *uniformément* pour

$$|\xi| < g$$

et satisfera à la question.

» Pour aller plus loin, j'invoquerai un théorème que j'ai démontré dans l'*American Journal of Mathematics* (t. XII, p. 253 à 259).

» Soit

$$\varphi = \alpha_1 \varphi_1 + \alpha_2 \varphi_2 + \dots + \alpha_p \varphi_p,$$

$$A = \int \varphi^2 d\tau, \quad B = \int \left[ \left( \frac{d\varphi}{dx} \right)^2 + \left( \frac{d\varphi}{dy} \right)^2 + \left( \frac{d\varphi}{dz} \right)^2 \right] d\tau.$$

On peut toujours (quelles que soient les fonctions  $\varphi_i$ ) choisir les coefficients  $\alpha$  de telle façon que le rapport

$$\frac{B}{A}$$

soit plus grand qu'un nombre positif  $l_p$  qui ne dépend que du domaine  $D$  et du nombre entier  $p$  et qui croît définitivement avec  $p$ .

» Faisons alors

$$f = \alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2 + \dots + \alpha_p f_p;$$

d'où

$$v_n = \alpha_1 v_{n,1} + \alpha_2 v_{n,2} + \dots + \alpha_p v_{n,p}.$$

Nous pourrions alors choisir les  $\alpha$  de telle façon que

$$\frac{V_{n,n}}{W_{n,n}} = \frac{W_{2n-1}}{W_{2n}} > l_p.$$

» Considérons les coefficients  $\alpha$  comme les coordonnées homogènes d'un point dans l'espace à  $p - 1$  dimensions; nous pouvons choisir ce point de telle sorte que

$$\frac{W_1}{W_0} < \frac{W_2}{W_1} < \dots < \frac{W_{2n}}{W_{2n-1}} < \frac{1}{l_p}.$$

» Si ce point satisfait à cette condition, il appartiendra à un certain domaine  $S_n$ ; le domaine  $S_{n+1}$  sera intérieur à  $S_n$ ; donc *tous les domaines*  $S_n$



l'on a

$$\Delta P_i + \xi P_i = H f_i = 0.$$

» D'ailleurs  $P_i$  s'annule à la frontière. Soit  $k$  un pôle de  $u_i$ , c'est-à-dire un zéro du polynôme  $H$ . Si nous faisons  $\xi = k$ , il restera

$$\Delta P_i + k P_i = 0.$$

» L'existence de fonctions satisfaisant à l'équation

$$\Delta u + ku = 0$$

se trouve donc démontrée.

» Ces résultats s'appliquent évidemment au cas d'un domaine à deux dimensions, c'est-à-dire au problème des vibrations d'une membrane. On peut, en ce qui concerne ce problème, les énoncer ainsi: M. Schwarz a démontré l'existence du son fondamental d'une membrane; M. Picard celle de la première harmonique; je démontre celle des harmoniques supérieures.

» Ces résultats s'étendraient encore au cas où la condition à la limite n'est pas la même et où, au lieu de s'écrire

$$u = 0,$$

elle s'écrirait

$$\frac{du}{dn} + hu = 0,$$

c'est-à-dire au problème du refroidissement d'un corps solide. »

MÉCANIQUE. — *Sur un moyen d'obtenir un mouvement circulaire uniforme au moyen de deux mouvements vibratoires*; par M. MARCEL DEPREZ.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans la séance du 19 février dernier, une Note de M. Lecornu sur le mouvement de deux points reliés par un ressort. Ce problème présente beaucoup de cas particuliers. Ainsi on peut supposer que l'un des points, le point A par exemple, est soumis à une force fonction du temps ou de l'espace, ou de ces deux variables en même temps, et l'on demande la loi du mouvement du point B. Mais il me paraissait surtout intéressant lorsque le point A est animé d'un mouvement vibratoire, et je demandai à M. Lecornu, qui s'était déjà occupé avec succès de questions analogues, s'il croyait que dans ce cas il

fût possible de communiquer au point B, par l'intermédiaire du ressort qui le réunit au point A, un mouvement vibratoire de même période et de même amplitude, mais ayant avec le premier une différence de phase d'un quart de période. Ce problème étant résolu, il devenait en effet facile de composer (soit optiquement par les procédés de Lissajous, soit mécaniquement au moyen d'organes cinématiques, que j'ai imaginés et appliqués il y a longtemps à l'indicateur de Watt) ces deux mouvements vibratoires sur un seul point qui serait ainsi animé d'un *mouvement circulaire uniforme* engendré par un moyen complètement différent de tous ceux qui ont été mis en œuvre jusqu'à présent.

» M. Lecornu voulut bien s'occuper de ce problème et trouva la solution qui figure aux *Comptes rendus* de la dernière séance. Il me signala d'abord la nécessité d'introduire dans la question une force résistante proportionnelle à la vitesse du point B et sans laquelle le résultat cherché ne pourrait être atteint. On retrouve ainsi la force amortissante dont M. Cornu a étudié les effets dans ses belles recherches sur la synchronisation des mouvements pendulaires.

» Mais ce qui rend la solution de M. Lecornu très intéressante, c'est la confirmation complète qu'elle vient apporter aux travaux de M. Cornu dans le cas où la force synchronisante, au lieu d'être très petite, comme l'a supposé M. Cornu, est au contraire d'une intensité quelconque. En effet, dans le problème qui nous occupe actuellement, le ressort agissant sur le point B supposé libre lui imprimerait, en général, une durée de vibration très différente de celle du point A, et c'est cependant cette dernière durée qui finit par prévaloir.

» Il est nécessaire cependant, pour que les phases diffèrent d'un quart de période, que la période vibratoire du ressort soit égale à celle de A. Cette condition est facile à remplir. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète AV (Courty, 1894 février 11), faites à l'Observatoire de Paris; par MM. O. CALLANDREAU et G. BIGOURDAN.*

Dates 1894.	Étoile.	Gr.	Planète — Étoile		Nombre de compar.	Observ.
			$\Delta R.$	$\Delta$ Décl.		
Févr. 23 . . .	<i>a</i>	9	0. 9,54 <sup>m</sup>	-1. 12,6 <sup>s</sup>	1:1	G. B.
23 . . .	<i>a</i>	9	0. 7,67	+1. 18,6	9:12	G. B.



Dates 1894.	Étoile.	Gr.	Planète — Étoile		Nombre de compar.	Obs. par.
			$\Delta R.$	$\Delta$ Décl.		
23 . . . . .	<i>a</i>	9	$+0^m.6^s.90$	$+1.21,0$	4:4	G. B.
23 . . . . .	<i>a</i>	9	$+0.6,11$	$+1.21,4$	4:4	O. C.
24 . . . . .	<i>a</i>	9	$-0.49,44$	$+1.5,7$	9:6	O. C.
24 . . . . .	<i>a</i>	9	$-0.54,05$	$+1.18,7$	12:16	G. B.

*Positions de l'étoile de comparaison.*

Dates 1894.	Étoile.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Févr. 23 . . .	<i>a</i> 2156 BD + 23	$9^h.46^m.53^s.66$	$+1,93$	$-23.7.2,0$	$-2,5$	Weisse <sub>2</sub> (n° 946)
24 . . . . .	<i>a</i> 2156 BD + 23	$9.46.53,66$	$+1,93$	$-23.7.2,0$	$-2,5$	

*Positions apparentes de la planète.*

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Févr. 23 . . . . .	$7^h.58^m.8^s$	$9.47.5,13$	$1,533_n$	$+23.8.12,1$	$0,676$
23 . . . . .	$8.48,23$	$9.47.3,26$	$1,413_n$	$+23.8.18,1$	$0,640$
23 . . . . .	$9.8,52$	$9.47.2,49$	$1,394_n$	$+23.8.20,5$	$0,627$
23 . . . . .	$9.31,45$	$9.47.1,70$	$1,326_n$	$+23.8.23,9$	$0,614$
24 . . . . .	$9.56,30$	$9.46.6,15$	$1,212_n$	$+23.11.5,2$	$0,599$
24 . . . . .	$10.5,37$	$9.46.1,54$	$1,855$	$+23.11.18,2$	$0,583$

» *Remarques.* — 1894, février 24. La planète est de 12<sup>e</sup> grandeur.

» Les observations de M. Callandreaux (O. C.) ont été faites à l'équatorial de la tour de l'Est, et celles de M. Bigourdan (G. B.) à l'équatorial de la tour de l'Ouest. »

**MÉMOIRES PRÉSENTÉS.**

M. G. KORNÉIK adresse, de Kempen (Posnanie), un Mémoire contenant une démonstration du théorème de Fermat.

( Commissaires : MM. Picard, Poincaré ).

## CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPETUEL** annonce à l'Académie que le Tome CXVI des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. l'**INSPECTEUR GÉNÉRAL** de la Navigation adresse les États des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au Pont Royal et au Pont de la Tournelle pendant l'année 1893.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application de la méthode des approximations successives aux équations différentielles ordinaires du premier ordre.*  
NOTE de M. **ERNEST LINDELÖF**, présentée par M. Picard.

« 1. Considérons une équation différentielle du premier ordre

$$(1) \quad \frac{dy}{dx} = f(x, y).$$

» Nous supposons que la fonction  $f(x, y)$  soit finie et continue pour toutes les valeurs réelles de  $x$  et  $y$  satisfaisant aux inégalités  $|x| < a$ ,  $|y| < b$ . De plus, on aura pour  $|y'| < b$ ,  $x$  et  $y$  restant dans les mêmes intervalles,

$$(2) \quad |f(x, y') - f(x, y)| < k|y' - y|,$$

$k$  étant une constante positive.

» Pour trouver l'intégrale de l'équation (1) qui s'annule pour  $x = 0$  on aura, d'après la méthode de M. Picard (1), à former une suite de fonctions  $y_1, y_2, \dots, y_n$ , définies par les équations

$$\frac{dy_1}{dx} = f(x, 0), \quad \frac{dy_2}{dx} = f(x, y_1), \quad \dots, \quad \frac{dy_n}{dx} = f(x, y_{n-1}),$$

les constantes d'intégration étant déterminées en sorte que ces fonctions s'annulent toutes pour  $x = 0$ . M. Picard démontre que la série

$$(3) \quad y_1 + (y_2 - y_1) + (y_3 - y_2) + \dots + (y_n - y_{n-1}) + \dots$$

converge uniformément et représente l'intégrale cherchée lorsque  $x$  reste

(1) *Traité d'Analyse*, II, p. 301; *Sur l'application de certaines méthodes d'approximations successives à l'étude de certaines équations différentielles ordinaires* (*Journal de Mathématiques*, p. 217; 1893).

dans l'intervalle  $(-h \text{---} +h)$ ,  $h$  étant la plus petite des trois quantités

$$(4) \quad a, \quad \frac{b}{M}, \quad \frac{1}{k},$$

$M$  désignant la valeur maxima de  $|f(x, y)|$  pour  $|x| < a$  et  $|y| < b$ .

» En modifiant un peu la démonstration de M. Picard, on peut montrer que le dernier terme,  $\frac{1}{k}$ , de la suite (4) peut être supprimé.

» Soit, en effet,  $M_0$  la valeur maxima de  $|f(x, 0)|$  pour  $|x| < a$  et désignons par  $h_1$  la plus petite des quantités  $a$  et  $\frac{b}{M}$ . Tant que  $|x| < h_1$ , les valeurs de  $y_1, y_2, \dots$  resteront comprises entre les limites  $-b$  et  $+b$  et l'on aura par suite

$$|y_1| = \left| \int_0^x f(x, 0) dx \right| < \frac{M_0}{k} |kx|,$$

$$|y_2 - y_1| = \left| \int_0^x [f(x, y_1) - f(x, 0)] dx \right| < \int_0^{|x|} k |y_1| dx < \frac{M_0}{k} \frac{|kx|^2}{2!},$$

$$|y_n - y_{n-1}| = \left| \int_0^x [f(x, y_{n-1}) - f(x, y_{n-2})] dx \right| < \int_0^{|x|} k |y_{n-1} - y_{n-2}| dx < \frac{M_0}{k} \frac{|kx|^n}{n!},$$

» La série (3) sera donc certainement convergente et représentera l'intégrale cherchée dans tout l'intervalle  $(-h_1 \text{---} +h_1)$  (1).

» On peut encore remplacer la limite  $\frac{b}{M}$  par une autre qui sera, dans bien des cas, moins restreinte que celle-là. Les inégalités précédentes nous montrent, en effet, qu'on aura  $|y_i| < b$  ( $i = 1, 2, \dots$ ), pourvu qu'on ait

$$|x| < a, \quad \frac{M_0}{k} (e^{k|x|} - 1) < b,$$

conditions qui sont remplies dans l'intervalle  $(-h_2 \text{---} +h_2)$ ,  $h_2$  étant la plus petite des quantités

$$a \quad \text{et} \quad \frac{1}{k} \log \left( 1 + \frac{kb}{M_0} \right).$$

On peut donc affirmer que la série (3) converge dans l'intervalle

$$(-h_2 \text{---} +h_2).$$

(1) Depuis que cette Note a été présentée à l'Académie, j'ai appris que ce même résultat a déjà été trouvé, quoique par une voie moins directe, par M. I. Bendixson à Stockholm (*Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens förhandlingar*, le 8 novembre 1893).

» Il est bien évident que ce dernier intervalle sera, dans certains cas, plus large que l'intervalle  $(-h_1 \text{ --- } +h_1)$ .

» 2. Le champ de convergence de la série (3) est, en général, limité. On peut cependant indiquer des cas assez étendus où cette série sera toujours convergente. Alors l'intégrale restera finie et, ce qui nous intéresse le plus, sera représentée par un même développement pour toute valeur de  $x$ . C'est ce qui aura lieu dans les deux cas suivants.

» (a). La fonction  $f(x, y)$  est continue dans tout le plan, et l'on peut déterminer, pour la partie du plan comprise entre deux droites quelconques parallèles à l'axe des  $y$ , un nombre  $k$  tel que l'inégalité (2) ait lieu (le nombre  $k$  pouvant, d'ailleurs, tendre vers l'infini). Soit, par exemple, l'équation

$$\frac{dy}{dx} = A(x) + B(x)y + C(x) \frac{y}{\sqrt{1+y^2}},$$

$A(x)$ ,  $B(x)$ ,  $C(x)$  étant des fonctions quelconques continues pour toute valeur de  $x$ .

» (b). La fonction  $f(x, y)$  est continue dans tout le plan; il existe un nombre  $k$  relatif à un domaine fini quelconque; dans la bande limitée par deux parallèles quelconques à l'axe des  $y$ , le module de  $f(x, y)$  reste inférieur à un nombre fixe.

» 3. Considérons maintenant le cas suivant. Soit  $f(x, y)$  une fonction continue et positive pour  $x > 0$ ,  $y > 0$ , et supposons que, pour une valeur quelconque  $x_1$  de  $x$ , on puisse trouver une valeur  $y_1$  telle que, dans le triangle formé par les droites

$$(5) \quad y = 0, \quad x = x_1, \quad y = \frac{y_1}{x_1}x,$$

on ait  $f(x, y) < \frac{y_1}{x_1}$ . D'ailleurs, à tout domaine fini il correspondra un nombre  $k$ . Ces conditions supposées remplies, la série (3) sera convergente pour toute valeur positive de  $x$  et représentera l'intégrale de (1) s'annulant pour  $x = 0$ .

» Considérons comme application l'équation suivante

$$(6) \quad \frac{dy}{dx} = C + \frac{y^2}{a+x^2},$$

où  $C$  et  $a$  sont des constantes positives. Dans le triangle formé par les droites (5), le second membre a pour valeur maxima, en posant  $\frac{y_1}{x_1} = z$ ,

$$C + \frac{z^2}{1 + \frac{a}{x_1^2}},$$

quantité plus petite que  $C + \alpha^2$  et qui tend vers cette limite lorsque  $x$  tend vers l'infini. Donc, pour que l'intégrale dont il s'agit soit finie et continue pour toute valeur positive de  $x$ , il faut et il suffit qu'on puisse trouver une valeur réelle de  $z$  satisfaisant à l'inégalité  $\alpha^2 + C \leq z$ , condition qui est réalisée pour  $C \leq \frac{1}{4}$ . Pour ces valeurs de  $C$ , la courbe intégrale est située tout entière entre les deux droites

$$y = 0 \quad \text{et} \quad y = \left(\frac{1}{2} - \sqrt{\frac{1}{4} - C}\right)x.$$

» 4. Pour terminer, voici encore un théorème assez général :

» Soit  $f(x, y)$  une fonction continue et positive pour  $x > 0, y > 0$ , et qui va constamment en croissant ou bien constamment en décroissant lorsque  $y$  croît. Je suppose d'ailleurs qu'il existe un nombre  $k$  relatif à un domaine fini quelconque. Si l'équation (1) admet une intégrale finie et continue pour  $x > 0$ , celle-ci nous sera nécessairement fournie par les approximations successives dont la suite sera convergente pour toute valeur positive de  $x$ .

» Nous nous sommes borné, dans cette étude, au cas d'une seule équation et nous n'avons considéré que l'intégrale qui s'annule pour  $x = 0$ . Cependant, il est évident que les résultats précédents s'étendent à un système d'un nombre quelconque d'équations et à des valeurs initiales quelconques des variables. »

*Observations sur la Communication précédente :*

par M. ÉMILE PICARD.

« Si l'on applique les approximations successives au cas où, dans l'équation

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y)$$

la fonction  $f$  est holomorphe en  $x$  et  $y$  à l'intérieur des cercles  $C$  et  $C'$  de rayons  $a$  et  $b$  décrits des points  $x = 0$  et  $y = 0$  comme centres et a pour module maximum  $M$  dans ces cercles, l'intégrale se trouve représentée par la série

$$(\Sigma) \quad y_1 + (y_2 - y_1) + \dots + (y_n - y_{n-1}) + \dots,$$

dont chaque terme est holomorphe à l'intérieur du cercle ayant l'origine pour centre et un rayon  $h$ , en désignant par  $h$  la plus petite des deux quantités

$$(1) \quad a \quad \text{et} \quad \frac{h}{M}.$$

» En appliquant ici l'heureuse modification faite par M. Lindelöf dans la Note précédente, on voit très facilement que la série ( $\Sigma$ ) représentera à l'intérieur du cercle de rayon  $h$  une fonction holomorphe, et de cette façon se trouve établi que le rayon du cercle de convergence de l'intégrale s'annulant pour  $x = 0$  est au moins égal à la plus petite des quantités (1). J'ai établi autrefois ce résultat, mais d'une manière moins rapide (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1888). On sait que le calcul des limites conduit à un rayon plus petit. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mode de combustion des explosifs balistiques usuels*. Note de M. P. VIELLE, présentée par M. Sarrau.

« Les matières explosives utilisées dans les applications balistiques se présentent sous la forme de grains ou de masses compactes dont les dimensions varient dans de larges limites, suivant le type de l'explosif et suivant l'arme à laquelle il est destiné.

» Le mode de fonctionnement le plus simple que puissent présenter de semblables matières est celui dans lequel la combustion se propage par des surfaces parallèles aux surfaces primitives du grain : dans ce cas, en effet, la quantité de matière brûlée à chaque instant peut s'exprimer en fonction des dimensions primitives du grain et de la vitesse élémentaire de combustion normale supposée connue.

» Inversement, si, dans une transformation quelconque, la quantité de matière brûlée est connue en fonction du temps et de la pression, la valeur de la vitesse élémentaire de combustion s'obtiendra en fonction des mêmes variables et cette donnée jointe à la force de la substance évaluée, soit théoriquement, soit par la mesure des pressions en vase clos, définit complètement l'explosif au point de vue balistique.

» L'enregistrement de la loi de développement des pressions produites en vase clos par la combustion d'un explosif permet d'obtenir la loi des

( 459 )

quantités brûlées dans des conditions particulièrement simples, parce que, dans ce cas, la pression ne dépend à chaque instant que de la fraction  $x$  de la charge brûlée. La loi d'Abel ou de Clausius

$$P = \frac{r\Delta}{1 - z\Delta},$$

se transforme en effet lorsqu'on y remplace  $\Delta$ , densité moyenne des produits de la combustion, par sa valeur en fonction de  $x$ , dans l'expression

$$x = \frac{1 - \frac{P}{P_0}}{1 - \frac{\Delta_0}{\delta} \frac{P}{P_0}}$$

où  $P_0$  représente la pression maximum finale et  $\Delta_0$  la densité moyenne des produits correspondant à l'entière combustion de la charge,  $P$  la pression à un instant quelconque,  $z$  le covolume et  $\delta$  la densité de l'explosif.

» Le tracé fournissant  $P$  en fonction du temps,  $x$  et, par suite, la vitesse élémentaire peuvent être exprimés au moyen de l'une ou l'autre de ces variables.

» L'application de cette méthode est subordonnée à la vérification de l'exactitude de l'hypothèse concernant le mode de combustion par surfaces parallèles qui lui sert de base.

» Cette vérification s'obtient en comparant les lois de combustion en vase clos de charges égales formées de grains géométriquement semblables découpés à la scie dans une même matière explosive. On démontre, en effet, que, si une matière explosive brûle par surfaces parallèles, les charges ainsi constituées donnent en vase clos des lois de développement des pressions en fonction du temps qui ne diffèrent que par l'échelle des temps, qui est réduite dans le rapport de similitude.

» Il en résulte qu'en particulier les rapports des durées totales de combustion, de même que les rapports inverses des tangentes aux points des tracés où les pressions sont les mêmes, sont égaux au rapport de similitude.

» Tel est le criterium que nous nous sommes proposé d'appliquer tout d'abord au mode de combustion des poudres usuelles sous les pressions de plusieurs milliers d'atmosphères, qui sont les pressions normales du fonctionnement balistique.

» Ces poudres se divisent en deux catégories : la première se compose des poudres noires ou brunes de l'ancien armement, formées d'un mélange

de salpêtre, soufre et charbon, moulé sous forme de grains parallélépipédiques ou prismatiques à canal central, dont les côtés atteignent 3<sup>cm</sup> à 4<sup>cm</sup> pour les poudres destinées aux canons de gros calibre; la deuxième catégorie comprend les poudres colloïdales introduites dans les armements européens postérieurement à l'année 1884; ces poudres, constituées en tout ou partie par du coton-poudre gélatiné par des dissolvants appropriés, se présentent sous la forme de filaments ou de lanières dont une dimension au moins présente toujours une valeur très faible par rapport aux dimensions des poudres noires qu'elles remplacent au point de vue balistique.

» Les Tableaux suivants renferment les résultats de quelques-unes des très nombreuses expériences comparatives que nous avons effectuées :

*Poudres noires ou brunes.*

Nature de la poudre.	Densité de chargement.	Pression maxima en kilogr. par centimètre carré.	Rapport de similitude des charges.	Durées observées de (en millièmes de seconde).	Rapport.	$\frac{dp}{dt}$ maximum (en tonnes par seconde).	Rapport inverse.
Poudre française $\frac{30}{19}$ . . . . .	0,4	1600	2,0	$\left\{ \begin{array}{l} 7,64 \\ 7,95 \end{array} \right\}$	0,9	$\left\{ \begin{array}{l} 498,0 \\ 460,0 \end{array} \right\}$	0,9
Poudre française $\frac{26}{34}$ . . . . .	0,6	3000	3,7	$\left\{ \begin{array}{l} 10,56 \\ 8,86 \end{array} \right\}$	1,2	$\left\{ \begin{array}{l} 212,5 \\ 206,8 \end{array} \right\}$	1,0
Poudre allemande pris- matique brune PRH. }	0,6	3000	3,2	$\left\{ \begin{array}{l} 23,75 \\ 16,55 \end{array} \right\}$	1,4	$\left\{ \begin{array}{l} 220,3 \\ 267,6 \end{array} \right\}$	1,2
Poudre chinoise pris- matique brune . . . . . }	0,6	3000	2,0	$\left\{ \begin{array}{l} 15,86 \\ 16,04 \end{array} \right\}$	1,0	$\left\{ \begin{array}{l} 254,4 \\ 248,8 \end{array} \right\}$	1,0

» Il résulte de ces nombres que les poudres noires ou brunes de l'ancien armement, utilisées tant en France qu'à l'étranger, sont loin de présenter, même approximativement, la combustion par surfaces parallèles; les rapports des durées totales de combustion ou des tangentes aux points des tracés où la pression est la même restent constamment très voisins de l'unité, alors que le rapport de similitude des grains comparés s'élève à 3,7. Les tracés obtenus dans chaque couple d'expériences sont sensiblement superposables et montrent que ces poudres se désagrègent, sous l'influence de pressions très faibles, en éléments dont les dimensions sont sans rapport susceptible d'être évalué *a priori* avec les dimensions primitives du grain.



*Poudres colloïdales.*

Nature de la poudre.	Densité de charge-ment.	Pression maxima.	Rapport de similitude.	Durées observées.	Rapport.	$\frac{dp}{dt}$ maximum.	Rapport inverse.
Échantillon poudre au coton-poudre pur (type des poudres allemandes).....	0,2	2400 <sup>kg</sup>	4,0	$\left\{ \begin{array}{l} 18,55 \\ 4,35 \end{array} \right\}$ <sup>ms</sup>	4,3	$\left\{ \begin{array}{l} 240,0 \\ 1091,0 \end{array} \right\}$	4,5
Échantillon coton-poudre nitraté, poudre BN industrielle française.....	0,2	1900	2,0	$\left\{ \begin{array}{l} 41,95 \\ 19,52 \end{array} \right\}$	2,1	$\left\{ \begin{array}{l} 68,2 \\ 139,8 \end{array} \right\}$	2,0
Balistine Nobel (Bilbao).....	0,2	2600	3,0	$\left\{ \begin{array}{l} 18,60 \\ 7,16 \end{array} \right\}$	2,6	$\left\{ \begin{array}{l} 201,1 \\ 558,4 \end{array} \right\}$	2,8
Échantillon type de la cordite anglaise..	0,2	2600	3,0	$\left\{ \begin{array}{l} 5,50 \\ 1,83 \end{array} \right\}$	3,0	$\left\{ \begin{array}{l} 658,7 \\ 238,6 \end{array} \right\}$	3,6

» Il résulte de ces nombres que les poudres colloïdales modernes satisfont avec une grande exactitude au criterium de la combustion par surfaces parallèles, et l'on peut dire que ce sont les premières matières fonctionnant suivant ce mode qui aient été introduites dans les approvisionnements de guerre. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois fondamentales de la chaleur.*

Note de M. G. MOURET, présentée par M. Mallard.

« Sadi Carnot a établi, en 1824, un principe qui rattache les phénomènes de la chaleur et ceux du mouvement. Plus tard, la connexion a été complétée par le principe de l'équivalence. Ce principe et le principe de Carnot sont des principes de la Thermodynamique, science des relations entre la chaleur et le travail. L'un et l'autre supposent établies au préalable et prises pour données les lois spéciales aux phénomènes thermiques. Or, si les résultats expérimentaux dont ces lois devraient indiquer le caractère général et abstrait sont maintenant tous rassemblés, il s'en faut qu'ils aient reçu leur meilleur mode d'expression. Les théories, celle du calorique, bien qu'aujourd'hui condamnée, la théorie cinétique, pour le moment en grande faveur, prennent encore souvent le pas sur l'exposé méthodique des faits et viennent compromettre la rigueur des raisonnements. L'enchevêtrement, dans un même corps de doctrine, des lois et notions de la chaleur et de celles, plus générales, de la Thermodynamique, con-

tribue grandement à accroître les difficultés d'interprétation des phénomènes constatés.

» Sans entrer ici dans un exposé systématique complet, qui paraîtra ultérieurement, nous voulons indiquer sommairement comment la science de la chaleur, débarrassée de toute considération sur le travail ou l'énergie, débarrassée aussi de toute hypothèse, peut être assise, à la façon de la Mécanique rationnelle, sur un petit nombre de lois générales qui, résumant tous les phénomènes thermiques connus de l'ordre considéré, permettent de prévoir, par de pures déductions mathématiques, ce qui se passera dans chaque cas particulier, et servent de base à une définition rationnelle des deux notions fondamentales (outre celle de température définie par l'équilibre thermique), la notion d'entropie et la notion de quantité de chaleur.

» Les changements que subissent les corps de température et pression uniformes, à un état physique et chimique invariable, ou en équilibre à ce point de vue, se classent en deux groupes inconciliables et en quelque sorte opposés : 1° les changements réversibles des corps isolés thermiquement ou changements adiabatiques; 2° les changements, réversibles ou non, pouvant tirer leur cause d'une différence de température avec le milieu. Ces derniers changements sont susceptibles de se déterminer mutuellement, lorsque certaines corrélations se trouvent établies entre les corps, sièges des changements, corrélations qui sont d'ailleurs de deux sortes; ou directes par conduction, auquel cas elles sont irréversibles, les changements corrélatifs s'effectuant dans des sens déterminés strictement par le sens des écarts de températures; ou indirectes, réalisables grâce à la machine décrite par Carnot, et alors elles sont réversibles.

» Considéré au point de vue des corrélations réversibles, l'enchaînement par cette voie, de changements non adiabatiques se déterminant mutuellement est soumis à une loi fondamentale que j'ai déjà eu l'occasion d'énoncer dans un travail antérieur (<sup>1</sup>), à savoir que si les corps d'un système ne sont pas, par l'effet des corrélations réversibles, tous revenus à leur état initial, *deux d'entre eux au moins ont subi des changements de sens inverse.*

» En s'appuyant sur cette loi, on reconnaît immédiatement que deux successions adiabatiques distinctes d'un même corps ne peuvent provenir d'un même état initial, que deux changements réversibles à des tempéra-

---

(<sup>1</sup>) *Sadi Carnot et la science de l'énergie (Revue générale des Sciences du 15 juillet 1892).*

tures différentes, compris entre ces deux successions, c'est-à-dire appartenant, toute question de sens mise à part, à un même cycle de Carnot, sont *équivalents*. Nous entendons par là qu'ils sont susceptibles de déterminer respectivement par voie réversible un même changement dans tout autre corps. Voilà l'origine véritable de la notion de l'*entropie*, grandeur qui par définition reste constante pendant un changement adiabatique, et dont les variations représentées par l'un quelconque (puisque'ils sont tous équivalents) des changements réversibles non adiabatiques correspondants, sont par là *directement* mesurables, sans qu'il y ait à considérer des quantités de chaleur, ni à mesurer des températures. Le nombre de fois qu'il faut répéter un certain changement pris comme unité, par exemple, la fusion de 1<sup>kg</sup> de glace à 0°, pour déterminer dans un corps quelconque, *et par voie réversible*, une succession de changements qui fassent parvenir ce corps de l'état initial A à l'état final B, est la mesure de la variation d'entropie entre ces deux états A et B.

» Considérés au point de vue de la corrélation irréversible par conduction, les changements non adiabatiques, grâce à une loi de conservation parallèle à la précédente, offrent, à ce second point de vue, une autre espèce de rapport, équivalence et inéquivalence, sur laquelle reposent directement, de la manière qui vient d'être indiquée pour les variations d'entropie, la notion de *quantité de chaleur* et la mesure directe de cette quantité.

» De plus, la succession de changements en corrélation irréversible donne lieu à la loi fondamentale suivante due à Clausius : *Dans tout système isolé thermiquement et hors d'équilibre sous n'importe quel rapport, la transformation irréversible qui s'accomplit lorsque le système est abandonné à lui-même est accompagnée d'un accroissement de l'entropie totale du système* (1).

» Comme corollaire, d'ailleurs vérifiable directement par l'expérience, la quantité de chaleur mise en jeu par une variation donnée d'entropie est d'autant plus grande que la température est plus élevée, en sorte que dans le cycle de Carnot il y a, suivant le sens, création ou destruction de chaleur (résultat de démonstration complètement indépendant de l'exac-

---

(1) Nous devons à M. Aries un autre énoncé que voici : Dans tout système subissant une transformation irréversible, l'un des corps au moins a absorbé définitivement de la chaleur. Cet énoncé ne faisant pas intervenir explicitement l'entropie, la vérification expérimentale directe paraît plus facilement réalisable.

titude du principe de l'équivalence). On peut ainsi comparer des écarts de température par les quantités correspondantes de chaleur détruite ou créée dans une variation donnée d'entropie, et de là dérive la notion de température absolue de William Thomson, avec son équivalent analytique, qui est la relation bien connue

$$dQ = T dS.$$

» La première des lois fondamentales énoncées dans cette Note se rattache à la notion de *l'interdépendance* des phénomènes, ou *interaction* des forces de la nature, notion mise en relief par Robert Mayer, Helmholtz, Ernst Mach, etc., et sur laquelle nous avons appelé l'attention, dans nos études relatives à l'origine et à la formation des notions mathématiques (*Revue philosophique*, n<sup>os</sup> 187, 188, 197, 211). M. Lippmann par son principe de la conservation de l'électricité, M. Le Chatelier dans une Note récente présentée ici même (26 juin 1893) ont aussi signalé des relations qui viennent à l'appui d'une manière si générale et si féconde d'envisager les phénomènes mécaniques, physiques et chimiques.

» Ces trois lois sur la conservation de l'entropie dans les opérations réversibles, sur la conservation de la chaleur dans la conduction, et sur l'augmentation de l'entropie dans les opérations irréversibles, ne paraissent pas susceptibles d'être déduites d'une loi plus générale. Il faut donc les considérer comme les lois fondamentales de la chaleur. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un moyen de compenser la force électromotrice d'une pile hydro-électrique*. Note de M. J. SCHÜRR, présentée par M. Mascart.

« La force électromotrice d'une pile est modifiée, comme on le sait, par la formation de couples locaux, dus aux impuretés métalliques des électrodes. Est-il possible d'obtenir, à l'aide d'autres couples locaux, des différences de potentiel variables à volonté et capables de compenser les variations de la force électromotrice de la pile? Les recherches suivantes contribueront peut-être à la résolution de ce problème.

» Décrivons d'abord l'appareil employé. Il consiste en un vase cylindrique en verre, ayant 8<sup>cm</sup> de diamètre et une égale hauteur, dans lequel on introduit le liquide à expérimenter. On le fixe, d'une manière invariable, sur un cercle horizontal en bois, portant 360°, et mobile sur un point vertical qui se trouve dans le prolongement de l'axe géométrique du vase.

Deux index ont été mis sur la partie immobile de l'appareil, vis-à-vis des extrémités d'un même diamètre du cercle. Ils déterminent avec l'axe un plan invariable dans l'espace. C'est dans ce plan que l'on place deux électrodes, reliées entre elles, soit directement dans le liquide, soit à l'extérieur par un fil métallique. Elles constituent une pile à circuit fermé. Nous l'appellerons *le couple local*; le plus souvent, l'une des électrodes était en charbon et l'autre en zinc, soutenues par un support isolant, indépendant du vase. Il était possible de les déplacer dans un sens horizontal, ou dans un sens vertical.

» On relie enfin les deux bornes d'un électromètre capillaire à deux électrodes en cuivre, plongeant dans le liquide, et fixées d'une manière définitive contre la surface intérieure du verre, dans deux positions diamétralement opposées par rapport à l'axe.

» Il importe de déterminer leur différence de potentiel, avant l'emploi du couple local et aussitôt après. Si l'on trouve, par exemple,  $0^{\text{volt}},03$  dans le premier cas, et  $0^{\text{volt}},02$  dans le second, et que l'expérience ait duré une heure, on pourra admettre que la différence de potentiel a diminué de  $0^{\text{volt}},01$  d'une manière uniforme pendant ce temps. On en tiendra compte.

» 1<sup>o</sup> On met de l'eau ordinaire dans le vase et l'on y plonge les électrodes charbon-zinc (reliées extérieurement par un fil conducteur) à une distance de 1<sup>cm</sup> des électrodes-bornes en cuivre. Aussitôt l'électromètre accuse une différence de potentiel telle que la borne la plus rapprochée du charbon soit négative. Elle diminue ensuite et atteint une valeur sensiblement constante, après une durée de vingt minutes environ. Si l'on remplace l'eau par une solution saturée de sulfate de zinc, sans rien changer à la disposition précédente, on obtient une valeur constante après cinq minutes; mais cette valeur limite est beaucoup plus faible que la première, elle n'en vaut que le  $\frac{1}{7}$ , en moyenne.

» Quand on fait varier la nature du liquide, ainsi que celle des électrodes, on remarque toujours que la différence de potentiel augmente :

» (a) Avec la résistance spécifique du liquide;

» (b) Avec la grandeur de la surface immergée des électrodes, d'abord rapidement, puis très lentement. Avec l'eau et le couple charbon-zinc, on obtient facilement une variation de  $0^{\text{volt}},10$  à  $0^{\text{volt}},80$ . Avec des liquides très conducteurs, la variation est au contraire très faible.

» 2<sup>o</sup> Déplaçons horizontalement les électrodes du couple, dans le plan des index, de manière que leurs distances à l'axe du vase deviennent

égales, successivement à 1<sup>cm</sup>, 2<sup>cm</sup>, 3<sup>cm</sup>. L'électromètre indique une nouvelle série de variations de potentiel, la hauteur immergée des électrodes restant la même. On a trouvé, dans l'exemple choisi, les nombres 0<sup>volt</sup>, 10, 0<sup>volt</sup>, 31, 0<sup>volt</sup>, 75. Pour des liquides très conducteurs, ces variations sont sensiblement nulles.

» 3<sup>o</sup> Laissons maintenant les électrodes charbon-zinc dans une position fixe, par exemple à une distance de 1<sup>cm</sup>, 8 de l'axe du vase pour chacune d'elles, et imprimons une rotation à celui-ci. Les électrodes-bornes en cuivre, qui en sont solidaires, tournent en même temps.

» On observe une dernière série de variations pour la différence de potentiel aux bornes de l'appareil. C'est ainsi que, pour une certaine hauteur du liquide, nous avons obtenu les valeurs 0<sup>volt</sup>, 30, 0<sup>volt</sup>, 215, 0<sup>volt</sup>, 15, 0<sup>volt</sup>, 08, 0 volt pour les angles correspondants : 0°, 30°, 45°, 60°, 90°.

» Pour une hauteur de liquide un peu moindre, nous avons eu les valeurs : 0<sup>volt</sup>, 25, 0<sup>volt</sup>, 18, 0<sup>volt</sup>, 12, 0<sup>volt</sup>, 6, 0 volt pour les angles correspondants : 0°, 30°, 45°, 60°, 90°.

» Il est intéressant de remarquer que, si l'on désigne par  $E_0$  la différence de potentiel aux bornes, lorsque les quatre électrodes sont dans un même plan, et si l'on désigne par  $\omega$ , après rotation, l'angle du plan des électrodes-bornes avec celui des électrodes du couple, on a sensiblement la relation, pour la nouvelle valeur  $E_\omega$  :

$$E_\omega = E_0 \cos^2 \omega.$$

» Pour qu'elle soit applicable, il suffit que la valeur  $E_0$  reste invariable dans une série d'expériences, comme on doit le vérifier. Il en résulte que, si la quantité  $E_0$  subit une très lente diminution dans un espace de temps relativement long, il sera encore possible d'appliquer la relation précédente dans un temps relativement court.

» 4<sup>o</sup> Nous nous sommes servi de ces résultats pour la mesure des forces électromotrices des piles usuelles en circuit ouvert. Nous avons intercalé notre compensateur dans le circuit, avec un nombre convenable de piles Daniell, les extrémités du circuit étant reliées aux bornes d'un électromètre capillaire. La rotation du vase produira le même effet que la pression compensatrice de l'électromètre.

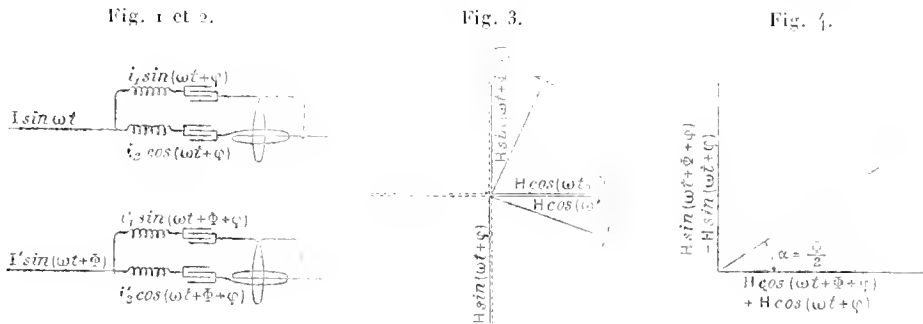
» 5<sup>o</sup> Remplaçons les électrodes-bornes en cuivre par des électrodes-bornes, l'une en zinc, par exemple, l'autre en cuivre. Avant l'introduction du couple local charbon-zinc, on aura une pile ordinaire en circuit ouvert. Après son introduction, et suivant sa direction, on aura une force électro-

motrice nouvelle. Nous compléterons ces résultats dans une prochaine Communication. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la différence de phase entre deux courants alternatifs sinusoïdaux de même période.* Note de M. ALBERT HESS, présentée par M. A. Cornu.

« En cherchant une méthode qui permet de déterminer directement l'angle de différence de phase entre deux courants sinusoïdaux, j'ai été conduit aux résultats suivants :

» Avec chacun des courants  $I \sin \omega t$  et  $I' \sin(\omega t + \Phi)$ , ( $2\pi \frac{t}{T} = \omega$ ), on crée un champ magnétique tournant. Il suffit, à cet effet, de faire passer chaque courant dans deux bobines à axes perpendiculaires et faisant partie de deux circuits dérivés à inductance telle que les courants qui y circulent présentent entre eux une différence de phase d'un quart de période (voir *fig. 1 et 2*). On règle les courants dans les bobines de façon qu'ils



aient même amplitude :  $i_1 = i_2 = i'_1 = i'_2$ , et l'on dispose les circuits de manière que les deux champs tournent en sens opposés (*fig. 3*). En les faisant agir au même point, les deux champs tournants donnent alors une résultante fixe dans l'espace, et dont l'orientation fait avec l'origine un angle égal à la demi-différence de phase. On a, en effet (*fig. 4*),

$$\tan z = \frac{H \sin(\omega t + \Phi + \varphi) - H \sin(\omega t + \varphi)}{H \cos(\omega t + \Phi + \varphi) + H \cos(\omega t + \varphi)} = \tan \frac{\Phi}{2}.$$

» L'orientation de ce champ fixe peut être déterminée à l'aide d'une petite aiguille de fer doux suspendue au centre d'action du champ <sup>(1)</sup>.

(1) La détermination de  $\Phi$  par la moitié de sa valeur lève l'indétermination que comporterait une semblable aiguille.

» L'angle  $\Psi$  serait évidemment nul si l'on faisait passer le même courant dans les deux paires de circuits II' mis en série. Cette remarque définit expérimentalement l'origine géométrique de cet angle.

» Si l'on mettait en dérivation ces deux paires de circuits on arriverait, après réglage, au même résultat; mais, si cette disposition est moins commode pour déterminer l'origine, elle offre l'avantage de déterminer le *signe* de la dérivation correspondante. En effet, en intercalant respectivement à l'entrée de chaque paire II' des bobines BB' de même résistance apparente et de self-induction inégale, on crée une différence de phase de signe connu.

» Dans la pratique, la création d'une différence de phase d'un quart de période entre deux courants alternatifs exige l'emploi de condensateurs. On peut éviter d'employer ces appareils en usant d'un artifice qui constitue en même temps un moyen intéressant pour obtenir un champ magnétique tournant d'intensité constante à l'aide de deux courants à différence de phase quelconque.

» Si l'on a deux courants créant respectivement des champs  $h \sin \omega t$  et  $h \sin(\omega t + \Psi)$ , il suffit de composer ces derniers précisément sous cet angle  $\Psi$  pour que leur résultante soit constante; elle a, en effet, pour valeur

$$H = [h^2 \sin^2 \omega t + h^2 \sin^2(\omega t + \Psi) - 2h^2 \sin \omega t \sin(\omega t + \Psi) \cos \Psi]^{\frac{1}{2}} = h \sin \Psi.$$

» Pour  $\Psi = 90^\circ$  on est ramené au cas précédent.

» Dans les deux dispositifs décrits ci-dessus, les quatre champs magnétiques qu'il s'agit de composer doivent avoir même amplitude. On peut les régler de trois façons différentes, soit en faisant varier : 1° la résistance du circuit; 2° le nombre de spires actives des bobines; 3° la distance des bobines au centre d'intersection des champs.

» Si, au lieu de courants, on préférerait se servir dans cette méthode de mesure de différences de potentiel, on pourrait avoir recours aux champs électrostatiques formés entre des armatures de condensateurs, que l'on composerait d'après le même principe. »

CHIMIE. — *Action de la chaleur sur les azotites doubles alcalins des métaux du groupe du platine : Composés du ruthénium.* Note de MM. A. JOLY et E. LEIDÉ, présentée par M. Troost.

« Nous avons montré antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1259) comment l'emploi de l'azotite de potassium permettait de séparer des mé-

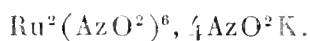


taux communs et de séparer entre eux quelques-uns des métaux du groupe du platine et d'effectuer rapidement l'analyse qualitative de leurs alliages. Nous sommes même en mesure d'établir qu'il est possible d'appliquer l'azotite de potassium concurremment avec l'électrolyse, pour le dosage précis du platine, du palladium et du rhodium alliés entre eux ou à d'autres métaux.

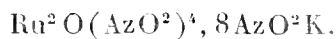
» Mais l'étude des azotites des métaux du groupe du platine est intéressante à un autre point de vue. On pouvait prévoir que ces composés, riches en oxygène et faciles à décomposer à basse température, permettraient de préparer des composés oxygénés difficiles à obtenir par d'autres méthodes : c'est ce que l'expérience a vérifié. Nous commencerons cette étude par le ruthénium, dont les composés oxygénés compris entre le peroxyde  $\text{RuO}_4$  et le bioxyde  $\text{RuO}_2$  ont été étudiés en détail, ce qui n'est pas le cas des composés oxygénés du rhodium et de l'iridium.

» *Azotites ruthénium-potassium.* — Deux azotites doubles de ruthénium et de potassium ont été décrits antérieurement (A. JOLY et VÈZES, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 667). Une nouvelle étude de ces composés nous conduit à modifier légèrement leurs formules.

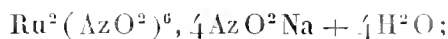
» 1° Sel *rouge-orangé*, très soluble, formé en liqueur neutre, l'azotite alcalin étant employé en quantité strictement suffisante pour effectuer la transformation du chlorure :



» 2° Sel *jaune* très peu soluble dans l'eau, formé en liqueur alcaline, en présence d'un excès d'azotite alcalin, anhydre ou retenant  $\text{H}^2\text{O}$  suivant qu'il est préparé à 100° ou à froid :



» *Azotites ruthénium-sodium.* — Ces composés n'ont pas encore été décrits. En ajoutant progressivement de l'azotite de sodium à une dissolution de sesquichlorure de ruthénium, à 60° ou 80°, jusqu'à ce que la liqueur soit neutre, on obtient une liqueur jaune orangé qui laisse déposer des cristaux du sel



c'est le seul composé que l'on obtienne en opérant ainsi.

» Les cristaux jaune orangé, dichroïques sont des prismes clinorhombiques (H. Dufet); ils sont très solubles dans l'eau et peuvent être purifiés

par des cristallisations répétées sans subir d'altération. Chauffé avec de l'acide chlorhydrique étendu, le sel perd les quatre cinquièmes de son azote et donne le chlorure nitrosé  $\text{Ru} \cdot \text{AzO} \cdot \text{Cl}^3, 2 \text{NaCl}$ ; additionnée de potasse et saturée de chlore, sa dissolution laisse dégager le ruthénium à l'état de peroxyde volatil. On vérifie ainsi aisément l'absence de tout métal étranger appartenant au groupe du platine.

» Nous avons pu réaliser la préparation de 5<sup>ks</sup> à 6<sup>ks</sup> de ce sel en transformant en chlorures doubles sodiques (60<sup>ks</sup>), puis en azotites des résidus de préparation de l'iridium riches en ruthénium. On a éliminé par filtration à la trompe un azotite mixte rhodium-iridium-sodium peu soluble dans un excès de sel marin, et dans les eaux mères le ruthénium s'est concentré et a déposé les cristaux de l'azotite précédent. On voit que l'on peut appliquer la réaction de l'azotite de sodium à la séparation d'un métal qui n'existait qu'en petite quantité dans la matière première.

» *Action de la chaleur.* — L'action de la chaleur a porté sur le sel potassique  $\text{Ru}^2\text{O}(\text{AzO}^2)^3, 8 \text{AzO}^2\text{K}$  et sur le sel sodique  $\text{Ru}^2(\text{AzO}^2)^6, 4 \text{AzO}^2\text{K}$ .

» *Sel potassique.* — A 360° et à 440° dans le vide, décomposition brusque, explosive; en quelques minutes, on recueille un mélange d'azote et de bioxyde d'azote. En reprenant par l'eau bouillante, on a une liqueur renfermant de l'azotite alcalin et ne contenant plus trace de ruthénium, et un produit noir de composition  $3 \text{Ru}^2\text{O}^5, \text{K}^2\text{O}$ . L'un de nous avait obtenu antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 694), en décomposant l'heptaruthénate de potassium  $\text{RuO}^4\text{K}$  par la chaleur, à 440°, un composé  $6 \text{Ru}^2\text{O}^5, \text{K}^2\text{O}$ . Ces faits établissent nettement le rôle acide du corps  $\text{Ru}^2\text{O}^5, \text{H}^2\text{O}$  ou  $\text{Ru}^2\text{O}^6 \text{H}^2$  (*acide hyporuthénique*), qui se forme lorsque le peroxyde  $\text{RuO}^3$  se décompose spontanément en présence de l'eau, à la température ordinaire, mais dont on n'isole d'ailleurs ainsi que des sels acides.

» 2° *Sel sodique.* — Dans la vapeur de soufre ou dans la vapeur de mercure, le sel sodique donne le composé  $3 \text{Ru}^1\text{O}^3, \text{Na}^2\text{O}$ . Rappelons que le corps  $\text{Ru}^1\text{O}^3, \text{H}^2\text{O}$  se produit lorsqu'on décompose le peroxyde  $\text{RuO}^3$  par l'eau bouillante; comme cet acide se détruit à 440° :



le produit de la décomposition de l'azotite ne peut être un mélange de l'oxyde alcalin avec le composé oxygéné du ruthénium; on a donc affaire à un composé défini. Ici encore, on n'a qu'un sel acide ou plus exactement qu'un sel d'un anhydride intermédiaire.

» Au rouge sombre, la décomposition est plus brutale; il reste du bioxyde  $\text{RuO}_2$  retenant seulement une trace d'alcali après lavage à l'eau bouillante; si la température est telle qu'il y ait fusion de l'azotite alcalin, la majeure partie du ruthénium passe, en vertu d'une réaction secondaire, à l'état de ruthénate  $\text{RuO}_4\text{K}_2$  soluble dans l'eau, qu'il colore en jaune-orangé, en présence d'un excès d'alcali formé simultanément. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérisie des acides nitro-benzoïques.*

Note de M. OEHLSNER DE CONINCK.

« Dans trois Communications qui ont paru aux *Comptes rendus*, aux mois de mars et d'avril 1893, j'ai montré que, si l'on détermine les coefficients ( $\alpha$ ) de solubilité relative <sup>(1)</sup> des acides amido-benzoïques isomériques, on arrive à la conclusion que *ces isomères se ressemblent deux à deux*.

» L'étude, faite au même point de vue, des acides nitrobenzoïques isomériques, a pleinement confirmé les premiers résultats.

» Voici les nombres trouvés :

» 1° Eau distillée.

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 19^{\circ}, 8$	$t = + 19^{\circ}, 8$	$t = + 20^{\circ}, 4$
$\alpha = \left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{sr}}, 0680 \\ 0^{\text{sr}}, 0678 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{sr}}, 0319 \\ 0^{\text{sr}}, 0312 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{sr}}, 0035 \\ 0^{\text{sr}}, 0040 \end{array} \right.$
$t = + 20^{\circ}, 5$	$t = + 20^{\circ}, 5$	$t = + 20^{\circ}, 5$
$\alpha = \left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{sr}}, 0684 \\ 0^{\text{sr}}, 0686 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{sr}}, 0320 \\ 0^{\text{sr}}, 0308 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{sr}}, 0040 \\ 0^{\text{sr}}, 0044 \end{array} \right.$

» Ces coefficients représentent la moyenne d'un grand nombre de déterminations effectuées, dans des conditions aussi semblables que possible, au moyen du procédé Diacon et du procédé ordinaire. Dans mon travail sur les acides amido-benzoïques, j'ai indiqué les précautions que j'avais observées pour rendre les expériences bien comparables (*Comptes rendus*, mars 1893); aussi n'y reviendrai-je pas ici.

---

(1) J'appelle  $\alpha$  la quantité d'acide dissoute dans 10<sup>cc</sup> du solvant, au bout de deux heures.

» 2° Eau alcoolisée (alcool 1 vol., eau 3 vol.).

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 11^{\circ}, 8$	$t = + 15^{\circ}, 7$	$t = + 14^{\circ}, 7$
$\alpha = 0^{\text{sr}}, 0640$	$0^{\text{sr}}, 0520$	$0^{\text{sr}}, 0055$

» 3° Éther ordinaire purifié.

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 11^{\circ}$	$t = + 10^{\circ}, 2$	$t = + 12^{\circ}, 5$
$\alpha = 2^{\text{sr}}, 1580$	$2^{\text{sr}}, 5175$	$0^{\text{sr}}, 2260$

» 4° Benzine rectifiée.

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 10^{\circ}, 6$	$t = + 11^{\circ}$	$t = + 12^{\circ}, 8$
$\alpha = 0^{\text{sr}}, 0294$	$0^{\text{sr}}, 0795$	$0^{\text{sr}}, 0017$

» 5° Ligroïne légère rectifiée.

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 11^{\circ}, 8$	$t = + 10^{\circ}, 6$	$t = + 8^{\circ}$
$\alpha =$ très faibles traces.	$0^{\text{sr}}, 0013$	insoluble.

» 6° Sulfure de carbone rectifié.

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 9^{\circ}, 4$	$t = + 8^{\circ}, 5$	$t = + 10^{\circ}, 3$
$\alpha = 0^{\text{sr}}, 0012$	$0^{\text{sr}}, 0100$	$0^{\text{sr}}, 0007$

» 7° Chloroforme pur.

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 11^{\circ}$	$t = + 10^{\circ}, 4$	$t = + 10^{\circ}, 4$
$\alpha = 0^{\text{sr}}, 0455$	$0^{\text{sr}}, 5678$	$0^{\text{sr}}, 0066$

» L'examen comparé de ces divers coefficients conduit aux remarques suivantes :

» Dans l'eau et dans l'eau alcoolisée, les isomères *ortho* et *méta* sont facilement solubles, tandis que l'isomère *para* est très peu soluble.

» Dans l'éther, la ressemblance est du même ordre; dans le chloroforme et la benzine, elle se dégage moins nettement.

» Dans la ligroïne légère et dans le sulfure de carbone, l'isomère *méta* est le plus soluble, et ce sont les isomères *ortho* et *para* qui se rapprochent, soit par leur insolubilité, totale ou presque totale, soit par leurs solubilités tout à fait minimales.

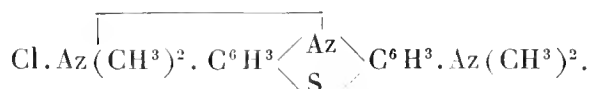
» Je continue cette étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des dérivés de la série des oxazines et des eurhodines* (1). Note de M. CHARLES LAUTH, présentée par M. Schützenberger.

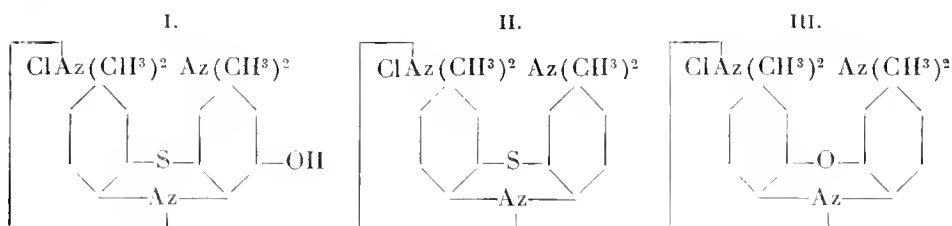
« Les recherches classiques de M. Bernthsen sur les matières colorantes sulfurées (thionines) que j'ai découvertes en 1876 ont fait adopter pour la préparation de ces corps le procédé qui consiste à oxyder le mercaptan

sulfoné de l'amidodiméthylaniline  $\text{C}^6\text{H}^3 \begin{array}{l} \diagup \text{Az}(\text{CH}^3)^2 \\ \text{---S.SO}^3\text{H} \\ \diagdown \text{AzH}^2 \end{array}$  en présence d'amines

tertiaires; c'est ainsi qu'avec la diméthylaniline on obtient le bleu méthylène



» Il m'a paru intéressant de remplacer dans cette réaction la diméthylaniline par le diéthyl ou le diméthyl-métamidophénol pour tenter d'obtenir ainsi un bleu méthylène hydroxylé, ou, dans le cas où ce corps ne se produirait pas, d'étudier la stabilité relative des deux groupes S.SO<sup>3</sup>H et OH, de vérifier en un mot par l'expérience lequel des trois corps suivants se formerait :



» *Expérience.* — 30<sup>es</sup> de chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline ont été réduits

(1) Collège de France : laboratoire de M. Schützenberger.

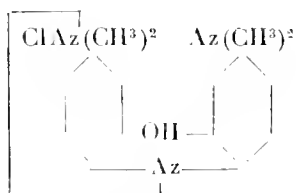
avec 23<sup>es</sup> de zinc et 80<sup>es</sup> ClH et étendus de 1500<sup>es</sup> d'eau; puis on a mercaptanisé avec 35<sup>es</sup> d'hyposulfite de sodium, 12<sup>es</sup> de bicarbonate et 2<sup>es</sup> de cristaux de soude. Le mercaptan a été additionné de 15<sup>es</sup> de diéthylamidophénol dissous dans l'acide acétique ou chlorhydrique et le tout a été oxydé par 14<sup>es</sup> de bichromate saturé par 5<sup>es</sup> de cristaux de soude. La liqueur très fortement colorée en bleu est portée à l'ébullition et le précipité qui se forme à ce moment est filtré et lavé; on le purifie par une dissolution dans l'acide chlorhydrique faible et bouillant; après précipitation par ClNa, on re-lisout dans CO<sup>3</sup>Na<sup>2</sup> faible et bouillant; on reprécipite par ClNa + Cl<sup>2</sup>Zn; enfin, on reprend par l'alcool bouillant. La matière colorante sensiblement pure est obtenue par l'évaporation de la solution alcoolique.

» C'est une couleur bleu violet, assez soluble dans l'eau et l'alcool; très peu soluble dans CO<sup>3</sup>Na<sup>2</sup> en violet rouge; l'ammoniaque le dissout mieux, l'éther n'enlève que des traces de produit à cette solution ammoniacale. Elle se dissout dans l'acide sulfurique concentré en violet très rouge, dans ClH concentré en vert olive; les acides faibles la dissolvent en bleu pur. Ces colorations sont caractéristiques et distinguent le nouveau produit de toutes les autres matières colorantes.

» Il teint la soie, la laine et le coton préparé au tannin en violet bleu.

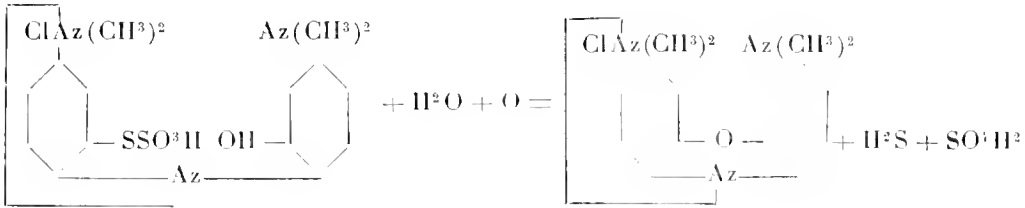
» Calciné avec AzO<sup>3</sup>K + CO<sup>3</sup>K<sup>2</sup> il n'a donné aucun précipité par Cl<sup>2</sup>Ba: il ne renferme donc pas de soufre. Ce n'est pas un corps de la série de la thionine et il faut admettre pour sa composition la formule III ci-dessus. C'est une oxazine.

» Le corps ne renfermant pas de soufre, on devait chercher à l'obtenir par l'oxydation d'un simple mélange d'amidodiméthylaniline et de diéthylamidophénol; on obtient en effet dans ces conditions, et en opérant à froid, une substance bleue, mais très différente de la première; elle est très soluble dans les alcalis, complètement altérée par les acides, détruite par l'ébullition avec l'eau seule qui la transforme en un produit rouge (réaction comparable à celle du bleu toluylène?); enfin, par l'ébullition avec l'acétate d'aniline, en présence de bichromate elle se transforme en une safranine. Ces propriétés caractérisent ce produit comme une indamine.



» Je n'ai pas réussi à la transformer en oxazine, mais la formation de

cette indamine m'a permis de préciser les circonstances de la formation de l'oxazine bleu violet. Lorsqu'on oxyde le mélange de mercaptan et de diéthylamidophénol, il se forme tout d'abord une indamine thio-sulfonée (il est facile, en effet, d'y constater la présence du soufre); par ébullition avec l'eau en présence d'un oxydant, il y a élimination de  $S \cdot SO^3H$  qu'on retrouve dans les eaux mères sous forme de sulfure et de sulfate (ou de sulfate seul si la dose d'oxydant est suffisante) en même temps que l'oxygène de l'hydroxyle se fixe sur les deux noyaux.

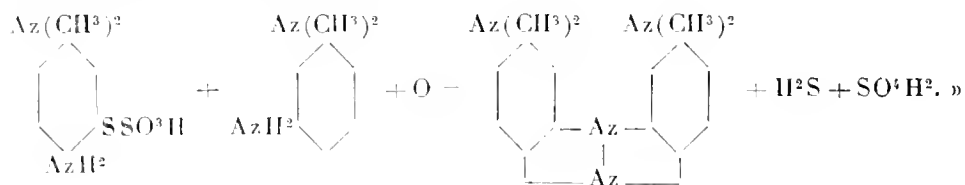


» Cette réaction est du même genre que celle qui donne naissance au bleu méthylène, et l'analogie est assez frappante pour rendre très vraisemblable la formule que je propose.

» A la vérité, le corps que je viens de décrire est différent de celui qu'on obtient par l'action de la nitrosodiméthylaniline sur le diéthylamidophénol; mais le fait que ce dernier ne se forme que difficilement et en petite quantité, l'irrégularité bien connue de l'action de la nitrosodiméthylaniline, l'absence enfin de preuves concluantes en faveur de la constitution des divers corps obtenus avec cette nitroso, me portent à penser que la réaction que j'ai signalée donne naissance à une vraie oxazine.

» Les faits suivants viennent à l'appui de cette manière de voir. Lorsqu'on oxyde une molécule de métamidodiméthylaniline en présence d'une molécule du mercaptan sulfoné de paramidodiméthylaniline et qu'après une demi-heure d'ébullition on épuise le produit de la réaction par de la soude très faible, on obtient une dissolution rouge d'où l'on retire, après saturation et précipitation à l'aide de  $\text{ClNa}$  et de  $\text{Cl}^2\text{Zn}$ , une matière colorante rouge violacé qui présente les propriétés caractéristiques des eurhodines : avec  $\text{ClH}$  elle donne une solution bleue, avec  $\text{SO}^2\text{H}^2$  une solution verte; ces deux couleurs sont ramenées à la nuance primitive par l'addition d'eau; la solution aqueuse rouge violacé n'est pas modifiée par l'ammoniaque. Le corps obtenu est sans nul doute l'eurhodine tétramé-

thylée, et la réaction qui lui donne naissance, analogue à celle qui a donné naissance à l'oxazine est la suivante :



CHIMIE ANIMALE. — *Analyse d'un fromage avarié; extraction d'une ptomaine nouvelle.* Note de M. CHARLES LEPIERRE, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai eu l'occasion d'examiner, au point de vue chimique, un gros fromage de lait de brebis, qui avait produit des troubles digestifs graves chez les personnes qui en avaient consommé. Après m'être assuré de l'absence de tout poison minéral, j'ai soumis plus de 1<sup>kg</sup> à une étude approfondie, en m'inspirant des travaux de MM. Duclaux (1) et Armand Gautier (2). L'analyse chimique ordinaire m'a donné, pour 100 : eau 18,0, caséine insoluble 32,8, matières grasses 30,3, cendres totales 5,2, dont 1,55 insolubles et fixes, acide lactique 1,3, sucre de lait 0,8, caséone, tyrosine, leucine, etc. 11,6 (par différence).

» Ces résultats indiquent un fromage mûr, étant donnée l'espèce.

» J'ai alors fait un traitement complet en vue de l'extraction de quelque alcaloïde ou de quelque toxine de nature albuminoïde, en suivant les méthodes de M. Armand Gautier. N'ayant rien modifié à ces procédés, je me bornerai à indiquer les résultats.

» Les albumines d'un côté, les albumoses de l'autre ne m'ont fourni que des résultats négatifs à l'expérimentation physiologique sur cobayes. L'agent toxique ne paraît donc pas être une de ces innombrables substances albuminoïdes mal définies que la Chimie bactériologique enregistre tous les jours; et d'autant plus que toutes les précautions avaient été prises pour éviter ou atténuer leur altérabilité.

(1) DUCLAUX, *le Lait*.

(2) ARMAND GAUTIER, *Cours de Chimie et Comptes rendus*, 23 mai 1892.



» J'ai été plus heureux dans la recherche des ptomaïnes et, dans le groupe des bases précipitant par l'acétate de cuivre à froid (Armand Gautier), j'ai pu séparer quelques décigrammes d'une base bien cristallisée, répondant à la formule  $C^{16}H^{21}Az^2O^1$  (1).

» Elle est inodore, amère, légèrement acide à la phthaléine, peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool; son chlorhydrate est très soluble et cristallise en grandes aiguilles; le chloroplatinate et le chloraurate sont cristallisables (ce dernier avec légère réduction). Pouvoir rotatoire spécifique  $(\alpha)_D = +11^{\circ},3$  dans l'eau. Les sels précipitent par le phosphomolybdate de sodium acide, par l'acide picrique, par l'iode ioduré; pas de précipité avec le tannin.

» La trop petite quantité de substance ne m'a pas permis d'en ébaucher la constitution.

» Mélangée aux aliments d'un cobaye, elle provoque de la diarrhée; cependant 5<sup>cc</sup> de chlorhydrate injectés (après dissolution dans 1<sup>cc</sup> d'eau stérilisée) dans la veine de l'oreille d'un lapin moyen n'ont pas occasionné de troubles appréciables.

» Les autres groupes de bases créés par M. Armand Gautier ne m'ont fourni que des résidus insignifiants, et d'où je n'ai pu retirer aucun produit pur; toutefois, dans le groupe des bases ne précipitant pas par l'acétate de cuivre, j'ai pu constater la formation de petites quantités de pyrrol par distillation avec de la baryte.

» A ma connaissance, c'est la première analyse de ptomaïnes extraites de fromages avariés. Brieger (1) a bien trouvé de la neuridine et de la triméthylamine dans la putréfaction des fromages mous, mais dans des conditions très différentes de celles de la maturation anaérobie des fromages; je n'ai pu retrouver que le dernier de ces corps, la neuridine disparaissant après quelques jours de fermentation putride. Vaughan (2) a également indiqué sommairement sous le nom de *tyrotoxine* un principe cristallisable non analysé, extrait d'un fromage toxique. Je dois ajouter que deux essais, faits avec des fromages de même espèce et de différents âges et par le même traitement, ne m'ont donné aucun alcaloïde se rapprochant de celui que je décris. L'action toxique de certains fromages semble produite,

(1) *Analyse* : matière, 65<sup>r</sup>, 116<sup>g</sup>. Trouvé pour 100 : C, 62,37; H, 7,65. Théorie pour 100 : C, 62,54; H, 7,49. Matière, 0,1241. Trouvé pour 100 : Az, 8,96. Théorie pour 100 : Az, 9,12.

(2) BRIEGER, *Microbes et ptomaïnes*, p. 79.

(3) VAUGHAN, *Zeitsch. phys. Chem.*, t. X, p. 146.

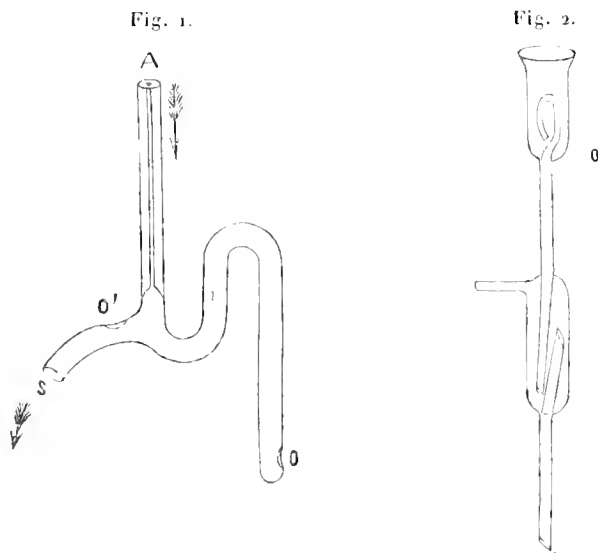
d'après cette étude et les travaux de M. Metchnikoff <sup>(1)</sup>, à la fois aux principes éliminés par les microbes et à ces microbes eux-mêmes <sup>(2)</sup>. »

CHIMIE. — *Sur quelques appareils de laboratoire.* Note de M. **ANDRÉ BIDET**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie divers appareils de Chimie, pouvant offrir certains avantages au point de vue de leur application dans les laboratoires.

» *Siphon régulateur de niveau* (fig. 1). — Il se compose d'un tube en S sur lequel est soudé, un peu au-dessus de la courbure inférieure, le tube latéral O'S.

» La branche C plonge dans le vase où l'on veut obtenir le niveau constant, par



exemple un bain-marie. L'eau arrive d'une façon continue par la branche A et peut s'écouler directement par le tube de sortie S, ou se rendre dans le vase en suivant la branche B.

» La courbure inférieure forme une sorte de cuvette toujours remplie de liquide. Si le niveau de l'eau du bain-marie s'abaisse au-dessous de cette cuvette, les bran-

---

<sup>(1)</sup> METCHNIKOFF, *Ann. de l'Institut Pasteur*, 1893.

<sup>(2)</sup> Travail du laboratoire de Minéralogie de l'Université de Coimbra (Portugal).

ches B et C constituent un siphon fonctionnant dans le sens B, C et amenant l'eau de la cuvette dans le récipient; le niveau, au contraire, vient-il à s'élever, la branche B devenant la plus longue, le siphon marche en sens inverse et l'eau s'écoule par le tube de trop-plein S.

» Ce tube porte l'ouverture O' afin de rester toujours tube de trop-plein et de ne jamais devenir branche de siphon.

» Le trou O de la branche C a été placé latéralement dans le but d'empêcher les bulles gazeuses produites par l'ébullition de se réunir au sommet de la courbure supérieure et de provoquer ainsi le désamorçage.

» *Tube de sûreté arrêtant les projections* (fig. 2). — Cet appareil, par sa disposition, permet d'introduire un liquide tel que l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique et sert en même temps au dégagement des gaz par le tube soudé latéralement.

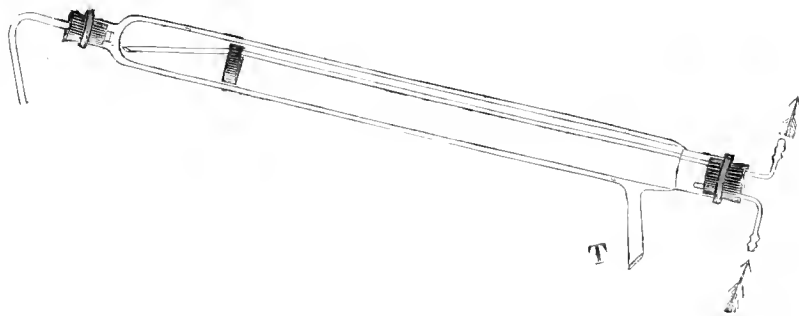
» Il peut être adapté à une tubulure au moyen d'un bouchon percé d'un seul trou.

» Si un excès de pression vient à se produire, le liquide du réservoir cylindrique est refoulé dans l'entonnoir supérieur; mais, comme le tube d'écoulement est recourbé en forme de crosse, il ne pourra se produire de projections au dehors.

» Lorsque la pression cesse, le liquide contenu dans l'entonnoir s'écoule par le trou O et peut retourner ainsi au réservoir cylindrique.

» *Réfrigérant à circulation d'eau intérieure* (fig. 3). — Dans les réfrigérants ordinaires, les vapeurs sont condensées dans un tube de faible diamètre placé au centre d'un manchon rempli d'eau froide.

Fig. 3.



» L'appareil (fig. 3) présente une disposition inverse. Il est formé de deux tubes concentriques soudés l'un à l'autre à l'une des extrémités; dans le tube intérieur circule le courant d'eau froide et l'espace annulaire sert au passage des vapeurs qui s'y condensent et s'écoulent à l'état liquide par la tubulure T. La surface réfrigérante, grâce à cette disposition, est considérablement augmentée.

» Ce réfrigérant simple peut recevoir un second manchon extérieur permettant d'obtenir ainsi un appareil à double circulation d'eau.

» *Appareil commutateur pour réfrigérants* (fig. 4). — Certaines opérations chimiques exigent l'emploi successif du réfrigérant à reflux et du réfrigérant descendant.

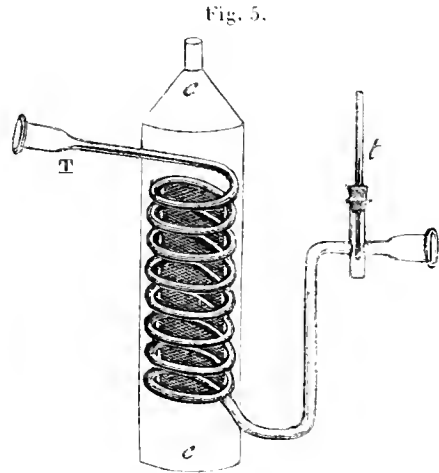
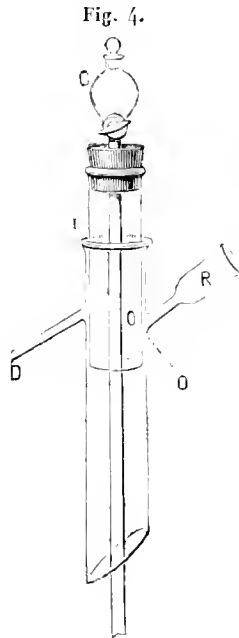
» Il y aurait souvent intérêt à éviter l'interruption nécessitée par le changement de dispositif; l'appareil représenté (fig. 4) répond à cette idée.

» Il se compose d'un tube extérieur E portant deux tubulures, l'une R en forme

d'entonnoir pour communiquer avec un réfrigérant à reflux, l'autre D pouvant s'adapter au réfrigérant descendant; à l'intérieur du tube E glisse à frottement doux un second tube I plus court, percé vers le bas d'une ouverture O. Ces deux tubes sont réunis par une bague en caoutchouc.

» Lorsqu'on veut faire marcher l'appareil dans le sens ascendant, il faut tourner le tube I de manière à placer le trou O devant la tubulure à entonnoir; dans le cas contraire, par un nouveau mouvement de rotation, on amène cette même ouverture O devant la tubulure D communiquant avec le réfrigérant descendant.

» La partie supérieure du tube I peut recevoir, à l'aide d'un bouchon, un thermomètre, un entonnoir à brome ou tout autre accessoire.



» *Surchauffeur de vapeurs* (fig. 5). — Cet appareil a été spécialement construit en vue d'obtenir dans un laboratoire de la vapeur d'eau surchauffée.

» Il se compose d'un serpentín en cuivre placé dans un manchon cylindrique en tôle c, c, terminé à la partie supérieure en cône ouvert.

» La vapeur d'eau arrive par la tubulure T, circule dans les spires du serpentín, s'y échauffe et sort par la tubulure opposée portant le thermomètre t.

» On dispose un brûleur à gaz à la partie inférieure du cylindre et, pour éviter toute déperdition de chaleur, la partie centrale du serpentín est garnie d'une toile métallique enroulée sur elle-même. Le système ainsi formé est rapidement porté au rouge au moyen d'un seul bec Bunsen et peut fournir facilement de la vapeur à une température supérieure à 300°. L'emploi d'un brûleur à trois becs permet d'obtenir des températures notablement plus élevées.

» L'appareil est également utilisé pour surchauffer d'autres vapeurs pourvu que

celles-ci n'attaquent pas le métal du serpentín ; il est peu encombrant et, dans des dimensions voisines de 20<sup>m</sup> de hauteur, donne les résultats signalés ci-dessus. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'odeur de l'acide benzoïque (Remarques sur les corps inodores)*. Note de M. JACQUES PASSY.

« J'ai montré dans une Note précédente<sup>(1)</sup> que, dans la série normale des acides gras, l'odeur, après avoir subi régulièrement certaines variations périodiques, disparaît à partir du quatorzième terme. Si l'on examine l'un de ces termes inodores, l'acide stéarique, par exemple, on remarque : 1° que l'acide lui-même est inodore, 2° que l'aldéhyde est inodore, 3° que l'alcool est inodore, 4° enfin que si l'on engage cet acide dans une combinaison, si l'on forme, par exemple, les éthers éthyliques ou méthyliques, ces éthers sont inodores. La propriété odorante semble donc complètement et définitivement abolie pour nous.

» Soit, au contraire, l'acide benzoïque : 1° l'acide est inodore, 2° l'aldéhyde est odorant, 3° l'alcool est odorant ; 4° si l'on engage l'acide benzoïque dans une combinaison, éthers éthyliques ou méthyliques, par exemple, ces éthers sont odorants. De plus, l'odeur de ces éthers est, sans confusion possible, l'odeur benzylique.

» Ces faits m'ont amené à reprendre l'étude de l'acide benzoïque. Cet acide se prête bien à une purification complète, puisqu'on peut faire cristalliser nettement soit cet acide lui-même, soit les benzoates alcalins, dans un grand nombre de dissolvants.

» L'acide dont je me suis servi provenait de quatre sources différentes.

» 1° Oxydation du toluène ; 2° oxydation spontanée de l'essence d'amandes amères naturelle au contact de l'air ; 3° extraction du benjoin ; 4° urine des herbivores. Ces acides ont été, après purification des benzoates, soumis à des cristallisations répétées, dans l'eau et dans l'alcool.

» Les résultats obtenus avec ces quatre échantillons ont été identiques, ce qui est encore une garantie de pureté, les mêmes impuretés ne pouvant provenir de traitements aussi différents.

» On constate : que l'acide benzoïque cristallisé est inodore, ainsi que l'indiquent tous les traités de Chimie ; mais il n'est inodore qu'à l'état *cristallisé*. Il suffit de le diluer pour qu'il manifeste un parfum analogue à celui des autres composés benzoïques, alcools, aldéhydes, éthers.

---

(1) *Comptes rendus*, 1<sup>er</sup> mai 1893.

- » L'expérience peut être réalisée de plusieurs façons :
- » 1<sup>o</sup> En entraînant l'acide par la vapeur d'eau. Si l'on chauffe dans une capsule une solution aqueuse d'acide benzoïque, la chambre se remplit d'un parfum caractéristique.
- » 2<sup>o</sup> En le diluant dans l'alcool. Une solution à  $\frac{1}{1000}$  par exemple, évaporée spontanément sur un verre de montre, ou mieux, sur un morceau de papier à filtrer, lui communique le même parfum.
- » 3<sup>o</sup> Par olfaction dans l'eau. On a cru pendant longtemps qu'en introduisant dans les narines une solution d'un corps odorant, l'odeur n'est pas perçue. M. Arohnsohn (1), dans un travail fort intéressant, a montré qu'il n'en est rien, et que si l'on remplace l'eau pure, qui désorganise les cellules olfactives, par la solution physiologique de chlorure de sodium à 0,6 pour 100, préalablement amenée à la température du corps, l'olfaction s'accomplit parfaitement. Dans ces conditions, une solution d'acide benzoïque à  $\frac{1}{1000}$ , introduite dans une douche nasale, est perçue avec son odeur caractéristique.
- » Les mêmes expériences réussissent avec l'acide cinnamique.

» Ainsi l'acide benzoïque est odorant. Le fait que cet acide, à l'état pur et cristallisé est inodore, n'est pas exceptionnel; tous les parfums, lorsqu'ils ne sont pas sensiblement volatils à la température de l'expérience, sont inodores; il en est ainsi pour la vanilline, la coumarine, et toutes ces matières odorantes si puissantes de la série aromatique (2). La seule différence, c'est que l'acide benzoïque ne prend pas spontanément, avec la même facilité, ce qu'on peut appeler l'état odorant.

» *Conclusions.* — De cette Note, et de la précédente, on peut conclure que les corps inodores se partagent en deux catégories :

- » 1<sup>o</sup> Ceux qui sont, pour nous, en dehors des limites de perceptibilité (*exemple* : acides gras, au delà du 1<sup>er</sup> terme);
- » 2<sup>o</sup> Ceux qui ne sont pas, dans les conditions de l'expérience, susceptibles de prendre l'état odorant (*exemple* : acide benzoïque, acide cinnamique, etc.). »

---

(1) ED. AROHNSOHN, *Experimentelle Untersuchungen zur Physiologie des Geruchs*. Thèse de Doctorat, Leipzig, 1886.

(2) J'ai eu l'occasion de sentir chez M. de Laine une boîte de plusieurs kilogrammes de vanilline pure, qui ne présentait qu'une odeur presque insensible de vieux papier; quantité suffisante cependant pour parfumer des millions de mètres cubes d'air.

ANATOMIE ANIMALE. — *Anatomie des glandes salivaires des Philantidæ.*

Note de M. BORDAS, présentée par M. Edmond Perrier.

« En étudiant l'appareil digestif des *Philanteurs*, Dufour dit qu'il a reconnu chez le *Philanthus coronatus* un appareil salivaire très bien caractérisé. « La glande salivaire du *Philanthus*, dit-il, ne diffère pas de celle » des autres Hyménoptères. Elle consiste, pour chaque côté, en une » grappe rameuse ou arbusculée d'utricules allongés, grêles, diaphanes et » flexueux. Cette grappe, en grande partie logée dans la tête, lui a paru » divisée en deux grappillons principaux. »

» Voilà tout ce qui a été écrit sur les glandes salivaires des *Philanthidæ*. Dans l'étude que nous allons faire, nous allons montrer : 1° qu'on a confondu deux systèmes glandulaires absolument distincts, les *glandes thoraciques* et les *glandes supracérébrales* et 2° qu'il existe, chez tous les genres de cette famille, outre ces deux glandes, quatre autres groupes glandulaires, ce qui fait en tout six paires de glandes.

» Ces six paires de glandes sont :

» 1° Les *glandes salivaires thoraciques* qui présentent chez les *Philanthus coronatus*, *Ph. triangulatus*, *Ph. apivorus*, *Ph. allioni*, etc., un développement assez restreint, attendu que le thorax est occupé par une puissante musculature. On peut néanmoins les ramener, pour leur étude, à deux grappes principales : l'une située à l'angle postérieur et externe du prothorax et l'autre sur la ligne médiane et en avant du mésothorax. Les deux faisceaux glandulaires sont unis entre eux par un conduit cylindrique qui présente, dès son origine, quelques rares rameaux terminés par des utricules pluricellulaires et passe à la partie supérieure du premier espace intersegmentaire thoracique. Cette glande est constituée par des *acini* différents de tout point, par leur forme, de ceux que nous avons étudiés chez les *Sphégiens*, les *Cra-bronides*, etc. Ils sont très allongés, cylindriques, à contour irrégulier, parfois même entortillés sur eux-mêmes ou recourbés à angle droit. Au centre, existe un mince canal à direction très irrégulière et limité par une membrane chitineuse. Le *canal efférent* de la glande prend naissance dans l'espace compris entre les deux grappes, se dirige obliquement vers l'œsophage, pénètre dans la tête et va finalement s'ouvrir dans un renflement ovoïde postpharyngien. Ici, les deux conduits ne se fusionnent pas, comme cela a lieu chez les *Apidae* et les *Vespidæ*.

» 2° Les *glandes supracérébrales* présentent chez les *Philanthidæ* un développement maximum, car elles recouvrent non seulement la face supérieure du cerveau et des nerfs optiques, mais elles entourent complètement toute la partie postérieure du pharynx et contournent, même en arrière, les ocelles pour s'étendre jusque sur les faisceaux musculaires fixés dans la région occipitale de la tête. Elles ne sont séparées

de la lamelle chitineuse frontale que par une mince membrane. Les *acini* qui constituent cette glande sont très nombreux et groupés en une masse compacte sans laisser entre eux d'espace intercellulaire apparent. De chacun d'eux part un canalicule excréteur qui s'ouvre dans un conduit plus large et sinueux. Tous les conduits ainsi disposés vont s'ouvrir dans un prolongement digitiforme du *canal efférent*. Ce dernier prend naissance au confluent de ces appendices lamelleux et, après un court trajet, va déboucher à la partie postérieure du pharynx, au-dessus d'un renflement cordiforme de ce dernier organe.

» 3° Les *glandes mandibulaires* sont très développées chez les *Philanthus triangularatus*, *Ph. coronatus*, etc., et s'étendent de la partie antérieure des glandes supra-cérébrales jusqu'au milieu de la portion cylindrique et rétrécie de la mandibule. Extérieurement, elles sont limitées par l'extrémité antérieure des yeux et les parois latérales de la tête ou joues et intérieurement par une lamelle chitineuse oblique qui, partant de la base des mâchoires supérieures, se dirige vers le trou occipital. Cette glande est constituée par des lobules monocellulaires, sphériques ou ovoïdes et de dimension variable. Ils sont pourvus d'un canalicule excréteur qui s'ouvre dans une vésicule centrale de laquelle part le *conduit efférent*. Ce dernier, après un très court trajet, va s'ouvrir à la face interne de la base de la mandibule.

» 4° Les *glandes sublinguales* sont situées dans une large dépression creusée dans le tiers antérieur de la lame qui forme le plancher buccal. Elles sont limitées en avant et sur les côtés par une lamelle chitineuse disposée en croissant et prolongée en arrière par deux tiges servant à soutenir les parois latérales du pharynx. La glande a la forme d'un fer à cheval et comprend trois parties : une partie médiane et deux parties latérales. Ces deux dernières, les plus volumineuses, sont en contact avec la lamelle chitineuse. La glande, d'une couleur blanchâtre, est constituée par de grosses cellules sécrétrices polygonales dont les canalicules excréteurs, réunis en touffes, vont s'ouvrir isolément entre les deux appendices chitineux, non loin de l'orifice buccal.

» 5° *Glandes linguales*. — Ces glandes sont remarquables par leur forme, leur couleur et la facilité avec laquelle on les isole. Elles sont situées en arrière de la languette et de chaque côté de deux appendices foliacés (*galea*) de la mâchoire supérieure. Elles sont étroitement réunies par leurs faces internes, simulant ainsi une glande unique et cylindrique de 0<sup>mm</sup>,5 de longueur sur 0<sup>mm</sup>,2 de large. Les glandes sont constituées par de nombreux *acini* pourvus de canalicules qui vont déboucher dans un tube central. Ce dernier, après un court trajet, s'ouvre un peu en arrière de la languette.

» 6° *Glandes maxillaires*. — Ces glandes, qu'on ne peut apercevoir chez tous les Hyménoptères, soit à cause de leur extrême petitesse, soit à cause de leur fusion avec les glandes linguales, sont, chez les *Philanthidae*, très nettement séparées de ces dernières et très apparentes. Chaque glande est divisée en deux parties par un étranglement médian : l'une inférieure et l'autre supérieure, située au-dessous de la *galea*. Ces glandes présentent un aspect granuleux et leurs cellules vont déboucher, par l'intermédiaire d'un canalicule capillaire, dans un conduit plus large qui s'ouvre sur la ligne médiane du menton. »



BOTANIQUE. — *Sur les caractères internes de la graine des Vignes et leur emploi dans la détermination des espèces et la distinction des hybrides.* Note de M. GUSTAVE CHAUVEAUD, présentée par M. Duchartre.

« L'étude des parties internes de la graine des Vignes révèle un certain nombre de caractères qui s'ajoutent utilement aux caractères extérieurs employés d'ordinaire exclusivement. L'examen des parties internes exige, il est vrai, une manipulation plus ou moins compliquée, mais en revanche il peut fournir des indications que l'on ne saurait tirer de la différenciation externe. C'est ainsi que cet examen nous a permis, dans plusieurs circonstances, d'acquérir une certitude qui nous manquait auparavant. Ces caractères différenciels sont offerts par les diverses parties qui constituent la graine, à savoir : le *tégument*, l'*amande* et l'*embryon*.

» 1° Le tégument du pépin de raisin est constitué essentiellement par une *couche scléreuse* très dure. Suivant les espèces, cette couche présente des modifications caractéristiques qui portent sur sa *forme* (en coupes transversale et longitudinale), sur son *épaisseur*, sur le *mode de cloisonnement* et la *forme de la cavité* de ses cellules.

» 2° Quand on enlève le tégument, on met à nu l'amande dont le contour diffère plus ou moins selon l'espèce considérée, du contour présenté par la graine intacte. C'est surtout la *forme de l'extrémité radiculaire* qui présente à cet égard les variations les plus typiques.

» 3° L'embryon peut aussi fournir des indications précieuses tant par la *forme* que par les *dimensions relatives de ses parties* (axe, cotylédons).

» Nous ferons remarquer toutefois que, quand on utilise pour la détermination des espèces les caractères dont nous parlons, il est indispensable d'examiner plusieurs graines de la même plante, afin d'éviter les exagérations individuelles qui peuvent se présenter. Ceci dit, montrons par un exemple ce que peut donner l'application de ces caractères :

» Choisissons, pour les comparer entre elles, les graines de *Vitis riparia* et de *V. rupestris* (*Fortworth*). Les caractères extérieurs fournissent, pour distinguer ces graines, une série de nuances difficiles à décrire plutôt que des différences bien tranchées.

» Il en est autrement des caractères internes. En effet :

» 1° L'épaisseur de la couche scléreuse atteint au plus 200<sup>µ</sup> (*V. riparia*); elle dépasse toujours 300<sup>µ</sup> (*V. rupestris*).

» 2° L'extrémité radulaire de l'amande présente un bec *épais, court et arrondi* (*V. riparia*); ce bec est *grêle, long et très aigu* (*V. rupestris*).

» 3° Les cotylédons *brusquement élargis* dès leur base *dépassent beaucoup* le diamètre de l'axe (*V. riparia*); ils se confondent peu à peu avec l'axe dont ils *dépassent à peine* le diamètre en largeur (*V. rupestris*).

» 4° Enfin l'axe est *plus court* que les cotylédons (*V. riparia*); il est beaucoup *plus long* que les cotylédons (*V. rupestris*).

» De ces divers caractères, un seul, le premier par exemple, permet d'établir à coup sûr le diagnostic différentiel. Il suffit pour cela de limer les graines après les avoir fixées entre les mors d'un étau ou d'une pince. La différence d'épaisseur de la couche scléreuse, qui est, en général, dans le rapport du simple au double, est appréciable à l'œil nu; à la loupe, cette différence devient tout à fait frappante.

» Mais où les caractères internes acquièrent une importance encore plus grande, c'est quand il s'agit de graines hybrides, et alors il convient de distinguer deux cas :

» 1° *Les graines proviennent d'une plante hybride.*

» Considérons, par exemple, le n° 107 (Millardet), qui est un hybride de *V. rupestris*, fécondé par *V. cordifolia*. Ses graines, par l'aspect extérieur, se rapprochent beaucoup des graines du *V. cordifolia*, dont elles diffèrent surtout par une légère atténuation de la *chalaze* et du *raphé*.

» L'épaisseur du tégument accuse l'influence du *V. rupestris*.

» L'amande accuse encore plus nettement l'influence de la mère, car, comme chez cette dernière, l'extrémité radulaire est terminée par un bec long et aigu, s'écartant ainsi beaucoup du père, dont l'extrémité radulaire s'atténue brusquement sous un angle droit ou obtus, sans former un bec distinct.

» L'embryon présente un mélange de caractères empruntés aux deux générateurs. En effet, les cotylédons rappellent complètement ceux du père, tandis que l'axe par sa forme et par sa longueur dénote une influence très marquée de la mère.

» 2° *Les graines proviennent directement d'une hybridation artificielle.* — Dans ce cas, les caractères externes sont empruntés à la mère. Certains auteurs, il est vrai, admettent que l'on peut distinguer à l'extérieur les graines ainsi hybridées des graines pures récoltées sur le même pied, mais la plupart des hybridateurs sont de l'avis contraire, ce qui démontre bien l'insuffisance de la différenciation externe.

» C'est en effet dans les parties profondes de la graine que l'on peut constater sûrement les modifications apportées par le fait de l'hybridation, et c'est surtout l'embryon qui fournit à cet égard des renseignements cer-

tains. Les modifications qu'il présente sont d'ailleurs des plus variées. Par exemple, dans les graines récoltées sur une variété de *V. vinifera*, le *Servant*, fécondé par le *V. Berlandieri*, on trouve certains embryons de forme allongée avec des cotylédons presque rectangulaires, ce qui est le caractère propre des Vignes françaises, tandis que d'autres sont trapus à cotylédons cordiformes, ressemblant complètement à l'embryon du *V. Berlandieri*. Un grand nombre d'autres embryons présentent un mélange des caractères du père et de la mère dans les proportions les plus variées; aussi entre les formes extrêmes est-il possible d'intercaler une quantité de formes intermédiaires (1).

» C'est là la première constatation que l'on puisse faire des caractères acquis par l'hybridation. Il est intéressant de rechercher si, par des observations longtemps suivies, il est possible d'arriver à déduire de l'examen de la graine les propriétés que possédera la plante qui en sortira. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Reproduction artificielle des avens.*

Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Une dalle de calcaire placée horizontalement étant réduite à coups de masse en trois ou quatre fragments, par deux fissures verticales se recoupant mutuellement, on rapproche les débris et l'on dirige sur le point d'intersection des fissures un courant d'eau aiguillée d'un peu d'acide chlorhydrique. La dalle est soutenue de façon que le liquide corrosif, après avoir circulé dans toute l'épaisseur de la pierre, s'écoule sans difficulté. Après quelques jours de ce régime, on trouve le calcaire traversé par un conduit vertical, dont tous les détails de forme coïncident avec ceux que M. Martel a si complètement décrits dans les *avens* des Causses et dans les gouffres des régions calcaires.

» Cette expérience se rattache, pour moi, à une série d'essais concernant l'imitation artificielle des puits naturels et d'autres cavités des roches calcaires (2). Il résulte de ces études que la forme des perforations verticales

(1) Un certain nombre des graines hybridées qui ont servi à cette étude ont été adressées à mon collaborateur M. D. Bethmont par M. Millardet qui les a mises à notre disposition avec une obligeance extrême.

D'autres ont été envoyées de même par M. Castel, de Carcassonne.

(2) STANISLAS MEUNIER, *Comptes rendus*, 29 mars 1875.

produites dans les roches solubles varie avec le sens dans lequel le liquide acide a fait sentir son action.

» En attaquant un banc calcaire par-dessus, on y fait des *entonnoirs* à pointe inférieure, reproduisant l'allure des poches à fer en grains, à phosphorite ou à bauxite. En opérant en sens contraire, c'est-à-dire par un jet ascendant qui attaque le calcaire par sa face inférieure, on excave des *éteignoirs* à pointe supérieure, comme en présentent, par exemple, les pierres soumises à l'eau ascendante de Bourbonne-les-Bains (1).

» On a émis des doutes sur la légitimité de mes conclusions générales, et M. de Grossouvre en particulier les a contestées (2). En revanche, j'ai été heureux d'en trouver une confirmation dans les coupes données par M. Huet à l'égard des exploitations métallifères du Laurium. On y rencontre du calcaire corrodé au contact d'assises schisteuses qui ont guidé les eaux métallifères. Or, toutes les fois que le calcaire est au toit du schiste, c'est-à-dire que la corrosion s'est faite de bas en haut, les amas remplissent des poches en éteignoir à pointe supérieure; toutes les fois que le calcaire est au mur de la roche imperméable, et que, par suite, il a été attaqué de haut en bas, les poches sont en entonnoir à pointe inférieure.

» Plus récemment, MM. de Launay et Martel (3) m'ont opposé une objection nouvelle, tirée de la forme fréquente des *avens*. Ici, en effet, la dissolution s'est faite et se continue incontestablement de haut en bas, et cependant la forme est fréquemment en cône reposant sur la base. Mais, en considérant ces formes comme contraires à la théorie que j'ai exposée, on ne paraît pas avoir remarqué que, les *avens* aboutissant à de grandes cavités souterraines, celles-ci assurent l'écoulement immédiat des eaux superficielles, auxquelles ils ont procuré une issue. Dès lors, aucune des conditions réalisées dans les poches ne se trouve reproduite, et il est facile de comprendre que le maximum d'usure des puits doit tendre à se produire vers le bas, à cause des matériaux solides (sables et argile) charriés le long des parois par les eaux descendantes. Aussi l'expérience, disposée comme je l'ai indiquée plus haut, donne-t-elle des *avens* et de tous leurs détails une reproduction complète. »

(1) DAUBRÉE, *Formation contemporaine de diverses espèces cristallisées à Bourbonne*: 1876.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 287.

(3) *Ibid.*, t. XIX, p. 142.

MÉTÉOROLOGIE. — *L'ouragan de cinq jours, du 8 au 12 février 1894, en Bohême.* Extrait d'une Lettre de M. **CH.-V. ZENGER** à M. A. Cornu.

« ... L'ouragan qui se déchainait sur Prague et la Bohême entière dans la nuit du 7 au 8 février atteignait son maximum de force dans la nuit du 8 au 9 février, dévastait aussi l'Autriche, l'Allemagne, le Danemark, l'Angleterre, la Suède et la Norvège.

» Le barographe de M. Richard a enregistré deux ondes complètes, du 7 au 12 février, avec des dentelures caractéristiques.

» Le minimum de la dépression (712<sup>mm</sup>,4), est arrivé le 12 entre 4<sup>h</sup> et 5<sup>h</sup> de l'après-midi, après l'ouragan, comme en 1889 (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 471). ... Après avoir rappelé les orages électriques, cyclones ou tremblements de terre qui ont eu lieu pendant la même période en Europe, en Amérique et à Madagascar, M. Zenger constate qu'à cette époque le Soleil offrait des taches et facules nombreuses et étendues, qui ont passé du 11 au 12 au méridien central du Soleil, et il ajoute :

» C'est donc bien l'influence du Soleil (le jour de la période étant le 7 février) et des essaims météoriques des 7 et 10 février qui a produit ces perturbations phénoménales : les forts ouragans du 7 au 8 février 1889 et du 10 au 13 février 1892 montrent la périodicité de ces grands phénomènes de la nature ; car, rapportés à l'ouragan du 7 au 12 février 1894, ils correspondent respectivement comme date à 95 et 58 demi-rotations solaires de 12<sup>JOURS</sup>,6. »

M. **DE CAMARASA** adresse une Note relative à l'équilibre du treuil.

M. **E. MAUMENÉ** adresse une Note « Sur un nouvel acide du soufre ».

M. **DAUBRÉE** appelle l'attention de l'Académie sur un Mémoire imprimé en langue russe, sous le titre « La Voie maritime de l'Europe en Sibérie », par M. *Schokalski*, capitaine de la Marine de Russie, bibliothécaire au Ministère de la Marine. (Extrait de la *Revue maritime*.)

« Après un aperçu historique des recherches entreprises pour la découverte d'un passage maritime d'Europe en Sibérie, l'auteur examine particulièrement les expéditions de ce genre qui ont eu lieu de nos jours. Il

conclut de cet examen les conditions diverses qui assureront la navigation à travers les mers de la Russie septentrionale et dans la baie d'Hudson ; il pose des règles générales auxquelles devront obéir les navigateurs.

» A la fin du Mémoire, on trouve une liste des navires qui ont pris la route de la Sibérie depuis 1874, et parmi lesquels se trouvent déjà un certain nombre de navires de commerce. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 FÉVRIER 1894.

*Les hôpitaux modernes au XIX<sup>e</sup> siècle*, par C. TOLLET, ingénieur, officier de la Légion d'honneur. Paris, 1894; 1 vol. in-4<sup>o</sup>. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé à la Section de Médecine et Chirurgie.)

*Société de Géographie. Comptes rendus des séances*, 1894. N<sup>o</sup> 2. Séance du 19 janvier 1894. Paris; 1 br. in-8<sup>o</sup>.

*Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Paris, 1893; 1 br. in-4<sup>o</sup>.

*L'Aérophile*. Revue mensuelle illustrée de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent. Directeur : GEORGES BESANÇON. Première année, 1893. Paris; 1 vol. gr. in-4<sup>o</sup>.

*Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse*. Neuvième série. Tome V. Toulouse, Doula loure-Privat; 1893.

*Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1894*. Janvier. Cracovie, 1894; 1 fasc. in-8<sup>o</sup>.

*Archives italiennes de Biologie*, sous la direction de A. Mosso, professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XX, fasc. II-III. Turin, Hermann Lœscher; 1 vol. in-8<sup>o</sup>.

*Annuario della R. Accademia dei Lincei 1894*, CCXCI della sua fondazione. Roma, 1894; 1 vol. in-16.

---

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux fois l'année, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

**On souscrit, dans les Départements,**

	chez Messieurs :		chez Messieurs :
Angers.....	Michel et Médan.	Lorient.....	Baumal.
Bordeaux.....	Gavault St-Lager.		M <sup>me</sup> Texier.
Brest.....	Jourdan.		Bernaux et Cunin.
Caen.....	Ruff.	Lyon.....	Georg.
Compiègne.....	Courtin-Hecquet.		Méret.
Dieppe.....	Germain et Grassin.		Chanard.
Épernay.....	Lachèse.	Marseille.....	Vitte.
Le Mans.....	Jérôme.		Ruat.
Montpellier.....	Jacquard.	Montpellier.....	Calas.
Nancy.....	Avrard.		Coulet.
Nantes.....	Dathu.	Moulins.....	Martial Place.
Nîmes.....	Muller (G.).		Jacques.
Orléans.....	Renaud.	Nancy.....	Grosjean-Maupin.
Paris.....	Lefourmier.		Sudot frères.
Reims.....	F. Robert.	Nantes.....	Louveau.
Rouen.....	J. Robert.		M <sup>me</sup> Veloppé.
Strasbourg.....	V <sup>e</sup> Uzel Caroff.	Nice.....	Barma.
Toulouse.....	Baer.		Viseconti et C <sup>o</sup> .
Valenciennes.....	Massif.	Nîmes.....	Thibaud.
	Perrin.	Orléans.....	Luzeray.
	Henry.	Paris.....	Blanchier.
	Marguerie.		Drumaud.
	Rousseau.	Rennes.....	Plibon t Hervé.
	Bibou-Colloy.	Rochefort.....	Girard (M <sup>me</sup> ).
	Lamarche.	Rouen.....	Langlois.
	Ratel.		Lestringant.
	Damidot.	St Étienne.....	Chevalier.
	Lauverjat.	Toulon.....	Bastide.
	Crepin.		Bunche.
	Drevet.	Toulouse.....	Guet.
	Gratier.		Privat.
	Foucher.		Boisseher.
	Bourdignon.	Tours.....	Pericat.
	Dombre.		Supphigeon.
	Lefebvre.	Valenciennes.....	Gard.
	Quarré.		Lemaître.

**On souscrit, à l'Étranger,**

	chez Messieurs :		chez Messieurs :
Amsterdam.....	Feikema Caarelsen et C <sup>o</sup> .	Londres.....	Dulan.
Athènes.....	Beck.		Hachette et C <sup>o</sup> .
Barcelone.....	Verdager.		Nutt.
Berlin.....	Asher et C <sup>o</sup> .	Luxembourg.....	V. Büek.
	Dames.		Libr. Gutenberg.
	Friedlander et fils.	Madrid.....	Capdeville.
Berne.....	Mayer et Müller.		Gonzalés e Injos.
	Schmid, Francke et C <sup>o</sup> .		F. Fé.
Bologne.....	Zanichelli.	Milan.....	Dumolard freres.
	Ramlot.		Hœpli.
Bruelles.....	Mayolez et Audiarte.	Moscou.....	Gautier.
	Lebègue et C <sup>o</sup> .		Furelheim.
Bucharest.....	Haimann.	Naples.....	Margheri di Gus.
	Ranisteanu.		Pellerano.
Budapest.....	Kilian.	New-York.....	Byrsen et Pfeiffer.
Cambridge.....	Deighton, Bell et C <sup>o</sup> .		Stechert.
Christiania.....	Gammermeyer.		Westermann.
Constantinople.....	Otto Keil.	Odessa.....	Rousseau.
Copenhague.....	Høst et fils.	Oxford.....	Parker et C <sup>o</sup> .
Florence.....	Loescher et Secher.	Palerme.....	Clausen.
Gand.....	Hoste.	Porto.....	Magalhaès.
Genève.....	Beuf.	Prague.....	Rivnac.
	Cherbuliez.	Rio-Janeiro.....	Garnier.
	Georg.	Rome.....	Bocca frères.
	Stapelmoehr.		Loescher et C <sup>o</sup> .
La Haye.....	Belinfante frères.	Rotterdam.....	Kramers et fils.
	Benda.	Stockholm.....	Samson et Wallin.
Lausanne.....	Payot.		Zinserling.
	Barth.	St-Petersbourg.....	Wolff.
	Brockhaus.		Bocca frères.
Leipzig.....	Lorentz.	Turin.....	Brero.
	Max Rube.		Clausen.
	Twietmeyer.		Rosenberg et Seller.
	Desoer.	Varsovie.....	Gebethner et Wolff.
	Gausé.	Vérone.....	Drucker.
Liège.....		Vienne.....	Frick.
			Gerald et C <sup>o</sup> .
		Zurich.....	Meyer et Zeller.

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

Tomes 1 <sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix.....	15 fr.
Tomes 32 à 64. — (1 <sup>er</sup> Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix.....	15 fr.
Tomes 62 à 91. — (1 <sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix.....	15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

<b>Mé I :</b> Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERRÈS et A.-J.-J. SOUILLÉ. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856.....	15 fr.
<b>Mé II :</b> Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEK. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise par celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BROOKS. In-4°, avec 27 planches; 1861.....	15 fr.

On trouve à la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

# N<sup>o</sup> 9.

## TABLE DES ARTICLES. Séance du 26 février 1894.)

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

#### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

	Pages.		Pages.
M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, DES BEAUX-ARTS ET DES CULTES adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. <i>Aime Girard</i> .....	43	.....	
M. FLOU PÉRIER. — Notice sur les travaux de <i>Jean-Louis-Armand de Quatrefages de Breau</i> .....	45	.....	
M. H. POINCARÉ. — Sur l'équation des vibrations d'une membrane.....	46	M. MARCEL DEPRIZ. — Sur un moyen d'obtenir un mouvement circulaire uniforme au moyen de deux mouvements vibratoires.....	45
		MM. O. CALLANDREAU et G. BIGOURDAN. — Observations de la nouvelle planète <i>AV</i> (Courtis), (1894 février 11), faites à l'Observatoire de Paris.....	45

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. KORNÉIK adresse un Mémoire contenant une démonstration du théorème de Fermat.....	453
---	-----

### CORRESPONDANCE.

M. LE SECRÉTAIRE PÉRIODIQUÉ annonce à l'Académie que le tome CXXI des <i>Comptes rendus</i> est en distribution au Secrétariat.....	454	.....	
M. FISSAULTER GENERAL de la Navigation adresse les États des crues et diminutions de la Seine, observés chaque jour au Pont Royal et au Pont de la Tournelle pendant l'année 1893.....	454	.....	
M. F. LINCOLN. — Sur l'application de la méthode des approximations successives aux équations différentielles ordinaires du premier ordre.....	454	.....	
M. EM. PICARD. — Observations sur la Communication de M. <i>Lindelöf</i> .....	455	.....	
M. P. VILLER. — Mode de combustion des explosifs balistiques usuels.....	458	.....	
M. G. MOULLET. — Sur les lois fondamentales de la chaleur.....	460	.....	
M. J. SARTRE. — Sur un moyen de compenser la force électromotrice d'une pile hydro-électrique.....	464	.....	
M. ALB. HESS. — Mesure de la différence de phase entre deux courants alternatifs sinusoidaux de même période.....	467	.....	
MM. A. JOYE et E. LEBOU. — Action de la chaleur sur les azotures doubles alcalins des métaux du groupe du platine : composés du ruthénium.....	468	.....	
M. OCHSNER DE GÖNINGER. — Sur l'isomérisation.....	469	.....	
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.....	469	.....	
.....		des acides nitrobenzoïques.....	471
		M. CH. LAURIT. — Sur les dérivés de la série des oxazines et des eurhodines.....	473
		M. CH. LEPRERE. — Analyse d'un fromage avané; extraction d'une ptomaine nouvelle.....	475
		M. A. BUIE. — Sur quelques appareils de laboratoire.....	478
		M. J. PASSY. — Sur l'odeur de l'acide benzoïque (Remarques sur les corps mo-dores).....	481
		M. BOISSY. — Anatomie des glandes salivaires des <i>Phylanthidae</i> .....	483
		M. G. CHAUVAUD. — Sur les caractères internes de la graine des Vignes et leur emploi dans la détermination des espèces et la distinction des hybrides.....	485
		M. STANISLAS MUEBER. — Reproduction artificielle des <i>accens</i> .....	487
		M. CH. V. ZINGER. — L'éclairage de cinq jours, du 8 au 15 février 1894, en Bohême.....	489
		M. DE CAMARASA adresse une Note relative à l'équilibre du trembl.....	489
		M. E. MAUMONT adresse une Note « Sur un nouvel acide du soufre.....	489
		M. DARPU appelle l'attention de l'Académie sur un Mémoire de M. <i>Schobalski</i> , intitulé « La Voie maritime de l'Europe en Sibirie.....	489
		.....	490



1894

PREMIER SEMESTRE.

3027  
1

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====  
TOME CXVIII.  
=====

N° 10 (5 Mars 1894).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
Quai des Grands-Augustins, 55

—  
1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 18 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

## ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part desinent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM les Secrétaires perpétuels sont priés de le proposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5<sup>h</sup>. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

## ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé, mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

## ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

## ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

## ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 5 MARS 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LOEWY.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

*Notice sur les travaux de l'amiral Mouchez;*

par M. O. CALLANDREAU.

« En rappelant aujourd'hui devant vous la mémoire de l'amiral Mouchez, je n'ai pas l'intention de retracer dans tous ses détails une carrière de plus de cinquante ans vouée au service du pays, et dont la Marine a surtout le droit de revendiquer l'honneur. Je voudrais seulement montrer ce que la Science doit à la vive intelligence de M. Mouchez, à son activité infatigable et à sa vaillante énergie.

» Dès sa seconde campagne, de 1840 à 1844, dans les mers de la Chine, de l'Inde et de l'Océanie, à bord de la *Favorite*, M. Mouchez prélude aux travaux qui l'occuperont pendant la plus grande partie de sa vie. Attaché comme aspirant au service des chronomètres, et chargé de faire toutes les observations astronomiques relatives à la marche des montres et aux

coordonnées géographiques des stations, il est frappé de l'insuffisance des méthodes hydrographiques alors en usage. On se servait encore des levés sous voiles datant des voyages de découvertes des siècles précédents, et les instructions nautiques du *Voyage de Néarque*, le commandant de la flotte d'Alexandre, étaient l'un des meilleurs documents à consulter pour naviguer entre les Indes et le golfe Persique. Le levé d'une côte semblait une opération longue et compliquée, presque interdite à des officiers prenant part à une campagne active. Il lui parut qu'il n'était pas impossible d'exécuter rapidement des cartes hydrographiques propres à servir d'instruments de navigation.

» Poursuivant son idée, après l'expérience acquise dans une autre campagne de trois ans à bord du *Cassard*, dans la mer des Antilles, M. Mouchez fait exécuter, à ses frais, en 1849, par Brunner, une lunette méridienne portative qui doit permettre de faire des observations de *culminations lunaires* pendant les voyages de circumnavigation. La méthode des distances lunaires, la seule employée auparavant, ne pouvait fournir la longitude qu'à 25 ou 30 secondes de temps près. La lunette portative permettait d'avoir, au moyen de culminations lunaires observées dans de bonnes conditions, une longitude approchée à 3 ou 4 secondes de temps. De cet accroissement de précision allait profiter la construction des cartes hydrographiques, que M. Mouchez a levées, en très grand nombre, sans avoir presque jamais eu de mission spéciale, en utilisant simplement, comme il le dit, les loisirs de ses stations lointaines. Un peu plus tard (1855-1856), pour assurer au marin astronome la possibilité d'observer les astres, la Lune surtout, à tout moment favorable, il fait construire par Brunner, toujours à ses frais, un second instrument plus grand, plus complet que le premier, muni d'un cercle de hauteur et d'un cercle azimutal. C'est avec cet altazimut qu'il a déterminé un grand nombre de coordonnées géographiques, en particulier celles de l'île Saint-Paul, lors de l'expédition pour le passage de Vénus sur le Soleil.

» On ne saurait enfin passer sous silence le petit théodolite si bien utilisé dans les stations à terre pour obtenir le détail topographique.

» M. Mouchez aimait à parler de ses campagnes hydrographiques et à montrer ses beaux atlas. La précision et la fécondité de son procédé si simple et si facile, employé d'abord par nécessité, l'étonnaient toujours. Il s'animait en disant comment il suffisait de s'établir en un petit nombre de stations élevées, de manière à pouvoir embrasser d'un coup d'œil les détails de la côte, les groupes d'îles, etc., en même temps que les points

remarquables du territoire; de mesurer les coordonnées des points à relever, tout en faisant les observations astronomiques nécessaires pour avoir les coordonnées de la station; enfin de compléter l'ensemble de ces résultats par des vues détaillées des côtes, prises du mouillage.

» Les occasions de mettre ses méthodes en pratique ne lui manquèrent pas.

» En 1862, il est appelé au commandement du d'*Entrecasteaux*, et reçoit la mission d'aller au Brésil explorer le dangereux écueil des Abrolhos et d'en dresser une carte pour faciliter le nouveau service des paquebots des Messageries maritimes. Deux ans après, comme commandant de l'avis à vapeur le *Lamothe-Piquet*, il est encore envoyé au Brésil, et, dans un court espace de deux ans, il complète la reconnaissance des mille lieues de côtes de ce pays entre l'Amazone et la Plata.

» Avec la franchise qui était un trait de son caractère, M. Mouchez ne donnait pas la carte du Brésil comme un travail définitif; mais il pouvait en être fier: c'était un témoignage éclatant de son activité, de son énergie et de l'entraînement auquel il avait soumis les officiers et le personnel du *Lamothe-Piquet*.

» De 1867 à 1870, M. Mouchez, qui dans l'intervalle avait été promu capitaine de vaisseau, fut chargé de lever les côtes de l'Algérie, travail qu'il reprit et compléta en 1873 et 1876, au cours d'une campagne nouvelle, non sans quelques incidents dus à l'hostilité des Bédouins de la Grande Syrte et de la Tripolitaine. Sans souci de sa sécurité, il abordait avec sa baleinière n'importe où, puis se lançait à la recherche des stations les plus convenables, suivi de son fidèle secrétaire et du porteur du théodolite, qui avaient souvent peine à le suivre, tellement il était rebelle à la fatigue. Un jour même il lui arriva d'être surpris par un fort parti de pillards bédouins, venus non en curieux mais avec des intentions menaçantes. Il s'en fallut de peu que le commandant Mouchez ne fût enlevé. L'intervention opportune d'un ancien turco le sauva; mais les hommes de la baleinière, qui se baignaient, se virent enlever leurs vêtements, et le commandant dut rejoindre son bord avec un équipage réduit au plus simple appareil.

» Quand l'Académie organisa les expéditions pour l'observation du passage de Vénus, le 9 décembre 1874, le commandant Mouchez, marin et astronome, se trouvait tout désigné pour en faire partie. Il a raconté les émouvantes péripéties de la mission de l'île Saint-Paul dans une lecture faite devant les cinq Académies en octobre 1875.

» Plein de confiance dans un heureux hasard et surtout dans sa ferme volonté de tout faire pour réussir, il quitte Maurice pour Saint-Paul, le 9 septembre, malgré les avis des pêcheurs qui fréquentent l'île chaque année, et lui affirment qu'il n'est pas possible de débarquer dans cette saison.

» Le 23 septembre, à l'approche de la nuit, l'ancre est jetée à l'entrée du cratère de l'ancien volcan dans lequel la mer a fait irruption. Mais trois jours s'étaient à peine écoulés qu'une tempête terrible se déchaîne : la *Dives* est emportée par l'ouragan loin du mouillage et pendant trois jours sa position est critique. Après la tempête, le commandant Mouchez revient à Saint-Paul, avec une seule ancre, et non sans peine; le débarquement est effectué sans perdre une minute et tout est préparé en vue de l'observation du 9 décembre.

» On est au 8 décembre, c'est-à-dire à la veille du passage : le temps est devenu si mauvais qu'on ne peut faire la répétition générale de l'observation avec tout le personnel à son poste. Cependant on continue à travailler; on termine, à minuit, la préparation des 250 plaques daguerriennes pour le lendemain, bien que tout paraisse absolument perdu.

» Une réussite complète, que rien ne pouvait faire prévoir, vint enfin couronner les efforts des missionnaires : pendant les cinq heures de la durée du passage de Vénus, l'île Saint-Paul s'était trouvée au centre même d'une tempête, et il fut possible de profiter des quelques heures d'embellie qu'on rencontre toujours au milieu d'un cyclone.

» Cette expédition de Saint-Paul, considérée à juste titre comme une action d'éclat, valut à M. Mouchez l'honneur de remplacer à l'Académie M. Mathieu. L'année précédente, avant de partir en mission, il avait été nommé membre du Bureau des Longitudes.

» Au retour de l'expédition de Saint-Paul, les instruments de la mission furent établis dans le parc de Montsouris, et M. Mouchez eut l'idée d'organiser une sorte d'observatoire d'études, sous le patronage du Bureau des Longitudes. Depuis 1877, un grand nombre d'officiers de marine et d'explorateurs sont venus s'y exercer à la pratique des observations et s'y familiariser avec les procédés les plus utiles de l'hydrographie et de la photographie. Grâce aux conseils reçus à Montsouris, plus d'un voyageur a pu rapporter les éléments d'une bonne carte des régions inconnues visitées par lui, et contribuer d'une manière efficace aux progrès de la Géographie.

» Peu d'établissements ont été installés à moins de frais et ont rendu de meilleurs services. M. Mouchez, qui en avait conscience, ne s'en dé-

s'intéressa jamais. Directeur par la suite de l'Observatoire de Paris, il tenait à suivre chaque jour les travaux de Montsouris et se faisait un plaisir d'apprendre l'hydrographie à ses chers officiers de marine.

» La direction de l'Observatoire de Paris, laissée vacante par la mort de Le Verrier, fut confiée, en 1878, à M. Mouchez élevé en même temps au grade de contre-amiral.

» Les Rapports sur l'état de l'Observatoire présentés chaque année au Ministre, à partir de 1879, portent le témoignage d'une activité toujours avide de progrès. L'Amiral veut que la France ait un observatoire national outillé aussi bien que ceux de l'étranger, il se préoccupe beaucoup du développement de l'astronomie d'observation. C'est ainsi que le budget de l'établissement est augmenté d'une manière notable ; que son domaine est agrandi pour recevoir les instruments de notre confrère, M. Lœwy ; qu'une école d'astronomie est fondée pour former des astronomes observateurs ; la construction des instruments, l'optique figurent dans le programme d'études avec l'astronomie physique.

» L'amiral Mouchez, en effet, ne s'intéresse pas seulement aux observations astronomiques du genre de celles qu'il a pratiquées pendant de longues années. Les méthodes nouvelles de photométrie et de spectroscopie ont un grand attrait pour lui, et il s'empresse d'accueillir les savants qui s'en occupent. C'est ainsi qu'une salle de l'Observatoire et un objectif de 12 pouces sont mis à la disposition du regretté Thollon pour ses études spectroscopiques ; la vérification si simple et si complète de la méthode Doppler-Fizeau, par la comparaison du mouvement de deux raies du fer qui sont déplacées par suite de la rotation du Soleil à deux raies telluriques voisines, est obtenue à l'Observatoire.

» Les savants étrangers sont également bien accueillis. M. Egoroff peut exécuter, grâce à son intervention, des expériences importantes sur le spectre d'absorption de l'atmosphère, entre l'Observatoire et le mont Valérien.

» Sous cette direction, à la fois ferme et active, le personnel se sentait entraîné comme l'avaient été les marins à bord du *Lamothe-Piquet*, lors du levé des côtes du Brésil ; les élèves de l'École d'Astronomie aidant, il a été possible de produire, dans cette période, un nombre considérable d'observations. Mais l'Amiral estimait qu'on obtiendrait bien plus encore si l'on pouvait faire vivre les astronomes dans un établissement comme des marins à bord de leur navire ; c'est là sans doute l'origine de son projet de transfert de l'Observatoire en dehors de Paris, exposé au

commencement du Rapport pour l'année 1884, et qui ne devait pas aboutir.

» Ce Rapport pour l'année 1884 marque dans les quatorze années de direction de l'Amiral. On y trouve l'annonce de l'impression du *Catalogue de l'Observatoire de Paris*, qui résume, en quelque sorte, plus d'un demi-siècle de travaux, et comprend les positions des étoiles observées aux instruments méridiens depuis 1837. L'ensemble du Catalogue doit former huit gros volumes in-4°, dont quatre ont déjà paru, à la grande satisfaction des astronomes. Le *Bulletin astronomique*, destiné à recevoir les observations et les Mémoires des astronomes français et à faire connaître les principales publications étrangères, a été fondé au commencement de l'année 1884; depuis cette époque, il paraît sous la direction de notre confrère, M. Tisserand. Une autre fondation, relatée dans le même Rapport, et à laquelle l'Amiral portait beaucoup d'intérêt, est celle d'un pavillon astronomique au sommet du pic du Midi, avec un équatorial de 0<sup>m</sup>, 21 d'ouverture. C'était alors, mais ce n'est plus, l'observatoire le plus haut placé. -

» Le fait capital de l'année 1884 est le grand progrès réalisé par MM. Henry dans la Photographie astronomique, progrès dont M. Mouchez a vu du premier coup toute la portée. Les résultats obtenus avec un objectif de 0<sup>m</sup>, 16 d'ouverture, taillé par MM. Henry spécialement pour la photographie, furent si remarquables que l'Amiral, sans s'arrêter aux questions financières, ordonna aussitôt la construction d'un équatorial photographique de 0<sup>m</sup>, 34 d'ouverture pour entreprendre la Carte du Ciel. L'appareil se trouva prêt à fonctionner dès le printemps de 1885 et réalisa toutes les espérances qu'on avait fondées sur lui, témoin la magnifique carte des Pléiades annexée au Rapport de 1885, sur laquelle on découvre une nébuleuse nouvelle qui semble s'échapper de l'étoile Maia et qu'il a été fort difficile d'apercevoir dans les instruments les plus puissants.

» Dans le Rapport de 1885, l'Amiral conclut que les progrès réalisés imposent aux astronomes l'obligation d'entreprendre en commun le levé de la Carte du Ciel, qui léguerait à la postérité la position de 20 ou 30 millions d'étoiles visibles avec les plus puissants instruments à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Il annonce que l'Observatoire de Paris a commencé pour sa part et va poursuivre très activement les travaux de photographie astronomique.

» Pendant l'année 1886, il s'adresse aux principaux astronomes du monde civilisé, et leur propose de se réunir à Paris pour établir l'entente nécessaire. Fort des approbations officielles qui lui arrivent de toutes



parts, il place l'entreprise sous le haut patronage de l'Académie des Sciences, et au mois d'avril 1887, cinquante-six astronomes des deux mondes et des deux hémisphères, réunis en Congrès à l'Observatoire de Paris, consacraient l'initiative prise par l'Amiral.

» Son entrain et ses réceptions cordiales eurent l'influence la plus favorable sur la marche des travaux du Congrès et des deux autres qui ont suivi en 1889 et 1891.

» Dans les deux dernières années, il prenait un grand intérêt au développement d'un nouveau service de Spectroscopie qu'il s'était empressé d'établir dès que l'occasion s'en était présentée; il en prépara l'organisation de tout son pouvoir et réussit à obtenir du Ministère un crédit spécial. Les résultats déjà obtenus, d'un haut intérêt, sont ainsi dus à une heureuse inspiration de sa part.

» L'amiral Mouchez est mort à un âge où l'on pouvait encore attendre beaucoup de lui; mais il a eu du moins, avant de disparaître, le bonheur de voir que la Carte du Ciel était en bonne voie d'exécution, et que le succès du grand dessein qu'il avait conçu était désormais assuré. Son nom restera attaché à cette œuvre qui est encore un témoignage de sa vaillance entreprenante. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Laplace.*

Note de M. H. POINCARÉ.

« On sait que Dirichlet a le premier démontré d'une façon rigoureuse le résultat énoncé par Laplace qu'une fonction arbitraire des coordonnées d'un point sur une sphère peut être développée en une série de fonctions sphériques. Il n'a pas défini les conditions auxquelles doit satisfaire cette fonction arbitraire avec autant de précision que dans son Mémoire sur la série de Fourier; aussi ne faudrait-il pas croire que sa démonstration s'applique à des cas aussi étendus et qu'il ne faut pas faire des hypothèses plus restrictives. A un moment de sa démonstration, en effet, il procède à une intégration par parties, ce qui l'oblige à différentier la fonction qu'il appelle  $\theta(\psi)$ .

» Cependant sa démonstration s'applique sans difficulté au cas suivant qui est le plus important : supposons que la surface de la sphère soit partagée en un certain nombre de régions

$$R_1, R_2, \dots, R_q$$

et que chacune de ces régions soit limitée par un polygone curviligne formé d'un nombre fini d'arcs de courbes analytiques; supposons que dans chacune de ces régions la fonction arbitraire  $V$  à développer soit analytique, mais qu'elle éprouve des discontinuités quelconques, quoique en restant finie, quand on passe d'une région à l'autre. Elle peut même être étendue à des cas plus généraux sur lesquels je reviendrai plus loin, mais que je laisse de côté pour le moment.

» Je ferai la même hypothèse; car le but de cette Note n'est pas de généraliser la démonstration de Dirichlet, mais de la présenter sous une forme nouvelle qui me paraît plus simple.

» Soit donc une sphère  $S$  de centre  $O$  et de rayon  $1$ ; passons aux coordonnées polaires en posant

$$x = r \sin \theta \cos \varphi, \quad y = r \sin \theta \sin \varphi, \quad z = r \cos \theta.$$

» Soit sur cette sphère un élément de surface  $d\omega'$  ayant pour centre de gravité un point  $M'$  dont les coordonnées rectangulaires sont  $x', y', z'$  et les coordonnées polaires  $r', \theta'$  et  $\varphi'$ .

» Soit à l'intérieur de la sphère un point  $M$  dont les coordonnées rectangulaires sont  $x, y, z$  et les coordonnées polaires  $r, \theta$  et  $\varphi$ .

» Soit  $V$  la fonction à développer qui deviendra  $V'$  quand on y changera  $\theta$  et  $\varphi$  en  $\theta'$  et  $\varphi'$ .

» Soit  $\rho$  la distance  $MM'$  et  $\gamma$  l'angle  $MOM'$  de sorte que

$$\begin{aligned} \cos \gamma &= \cos \theta \cos \theta' + \sin \theta \sin \theta' \cos(\varphi - \varphi'), \\ \rho^2 &= 1 - 2r \cos \gamma + r^2. \end{aligned}$$

» Introduisons la fonction

$$W = \int \frac{V'(1-r^2) d\omega'}{4\pi \rho^3},$$

l'intégration étant étendue à tous les éléments  $d\omega'$  de la sphère.

» On sait que cette fonction satisfait à l'équation de Laplace, qu'elle tend vers  $V$  quand  $r$  tend vers  $1$ ; que quand le module de  $r$  est plus petit que  $1$  elle est développable en série convergente sous la forme

$$(1) \quad W = \sum X_n r^n.$$

» Il s'agit de savoir si cette série converge encore pour  $r=1$  et si elle représente alors  $V$ .

» Je vais regarder  $\theta$  et  $\varphi$  comme des constantes et  $r$  comme une variable

à laquelle je donnerai des valeurs réelles ou imaginaires. Si  $\theta$  et  $\varphi$  sont des constantes, la droite OM est fixe; j'appelle  $\beta$  l'angle du plan MOM' avec un plan fixe passant par OM. Alors  $V'$  peut être regardé comme fonction de  $\gamma$  et de  $\beta$ , et l'on a

$$d\omega' = \sin\gamma d\gamma d\beta.$$

» Posons

$$F(\gamma) = \int_0^{2\pi} V' d\beta;$$

d'où

$$4\pi W = \int_0^\pi F(\gamma) (1-r^2) \frac{\sin\gamma}{\rho^3} d\gamma.$$

» On voit d'abord que  $F(\gamma)$  est une fonction continue; il n'y a d'exception que si le contour de l'une des régions R comprend un arc du petit cercle  $\gamma = \gamma_0$ . Dans ce cas  $F(\gamma)$  est discontinue pour  $\gamma = \gamma_0$ . De plus  $F(\gamma)$  a une dérivée finie, sauf pour les valeurs singulières  $\gamma_1, \gamma_2, \dots$ , qui sont telles que le petit cercle  $\gamma = \gamma_i$  est tangent au contour de l'une des régions R. Pour ces valeurs singulières, qui d'après nos hypothèses sont en nombre fini, la dérivée  $F'(\gamma)$  est infinie, généralement d'ordre  $\frac{1}{2}$ , d'ordre  $\frac{p-1}{p}$  si le contact est d'ordre  $p-1$ .

» L'intégration par parties nous donne

$$(2) \quad 4\pi W = -F(\gamma) \frac{1-r^2}{r} \frac{1}{\rho} + \int F'(\gamma) \frac{1-r^2}{r} \frac{d\gamma}{\rho}.$$

» Il s'agit de savoir ce que devient cette expression quand le module de  $r$  tendant vers l'unité,  $r$  tend vers  $e^{i\psi}$ ; on trouve alors

$$\rho = e^{\frac{i\psi}{2}} \sqrt{2(\cos\psi - \cos\gamma)}.$$

» Le signe du radical est toujours parfaitement défini, puisqu'on sait qu'on doit faire tendre le module de  $r$  vers l'unité par valeurs plus petites que 1.

» On voit alors que  $W$  reste fini quand  $\pm\psi$  n'est pas égal à l'une des valeurs singulières  $\gamma_i$  qui rendent  $F'(\gamma)$  infini. Si  $\psi = \pm\gamma_i$ ,  $W$  devient infini, en général logarithmiquement, d'ordre  $\frac{p-2}{2p}$  si le cercle  $\gamma = \gamma_i$  a un contact d'ordre  $p-1$  avec le contour d'une des régions R, d'ordre  $\frac{1}{2}$  si la fonction  $F(\gamma)$  est discontinue.

» Dans tous les cas, et c'est là le point essentiel, l'intégrale

$$\int |W| d\psi$$

reste finie.

» D'autre part, si  $\psi$  est compris entre  $\psi_0$  et  $\psi_1$ , et que dans cet intervalle ne se trouve aucune des valeurs singulières  $\pm \gamma_i$ , si  $r = |r|e^{i\psi}$  et que  $|r|$  tende vers l'unité, la fonction  $W$  tendra *uniformément* vers sa limite, ce qui prouve que l'intégrale

$$(3) \quad \int W r^{\pm n} dr$$

prise le long du cercle de rayon 1 est la limite vers laquelle tend cette même intégrale prise le long d'un cercle de rayon  $r < 1$ , lorsque  $r$  tend vers 1, et, par conséquent, en vertu du théorème de Cauchy, que ces deux intégrales sont égales.

» Cela posé, il s'agit de savoir si la fonction  $W$  peut être représentée pour  $\varphi = e^{i\psi}$ , c'est-à-dire, sur le cercle de rayon 1, par la série de Fourier. Il est clair qu'il en est ainsi, car l'intégrale de Dirichlet

$$\int_{-\pi}^{+\pi} \frac{W}{2\pi} \frac{\sin \frac{2n+1}{2}(\psi-x)}{\sin \frac{\psi-x}{2}} d\psi$$

conserve sa propriété caractéristique, qui est de tendre vers la valeur de  $W$  pour  $\psi = x$  quand  $n$  croît indéfiniment. Ainsi  $W$  est développable par la série de Fourier, et les coefficients sont les mêmes que ceux de la série (1), puisqu'ils sont les uns et les autres exprimés à l'aide de l'intégrale (3).

» On a donc pour  $r = e^{i\psi}$

$$W = \sum X_n e^{in\psi},$$

et pour  $r = 1$

$$V = \sum X_n.$$

G. Q. F. D.

» Bien que présentée sous une forme notablement plus simple, cette démonstration ne diffère pas essentiellement de celle de Dirichlet; elle s'applique donc, comme celle-ci, à des cas fort étendus.

» Pour qu'elle ne soit pas en défaut, il suffit que l'intégrale

$$\int |W| d\psi$$

reste finie et que les parties réelle et imaginaire de  $W$  soient la différence de deux fonctions n'ayant qu'un nombre fini de maxima et de minima.

» Il suffira pour cela, par exemple, que la fonction  $V$  ait ses dérivées des deux premiers ordres finies dans chacune des régions  $R$ ; il n'est donc pas nécessaire qu'elle reste analytique.

» La démonstration de Bonnet est valable dans les mêmes conditions. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation au four électrique d'un carbure de calcium cristallisé; propriétés de ce nouveau corps.* Note de M. HENRI MOISSAN.

« L'étude des carbures métalliques est peu avancée. On sait depuis longtemps que certains métaux en fusion peuvent dissoudre des quantités variables de carbone. Mais la classe des carbures ne renferme guère que des composés formés le plus souvent par dissolution d'un carbure défini dans un grand excès de métal. Si l'on n'arrive pas à préparer dans nos fourneaux de laboratoire des carbures cristallisés, cela tient à ce que la température n'est pas assez élevée. Le four électrique permettant d'atteindre une limite voisine de  $3500^{\circ}$  nous mettait à même d'aborder cette étude dans de meilleures conditions.

» *Carbure de calcium.* — Wœhler <sup>(1)</sup> avait démontré que, par l'action du carbone sur l'alliage de zinc et de calcium, on obtenait un mélange de différents composés fournissant, en présence de l'eau à la température ordinaire, un dégagement de gaz acétylène. Nous rappellerons aussi, dans un autre ordre d'idées, que Winkler <sup>(2)</sup> avait indiqué la réduction des carbonates alcalino-terreux par le magnésium. M. Maquenne <sup>(3)</sup>, reprenant et étudiant plus complètement cette réaction, a préparé un carbure de baryum impur, qui, au contact de l'eau, produisait de l'acétylène ne renfermant que de 3 à 7 pour 100 d'hydrogène.

» *Préparation.* — On fait un mélange intime de  $120^{\text{gr}}$  de chaux de marbre et de  $70^{\text{gr}}$  de charbon de sucre; on place une partie de ce mélange

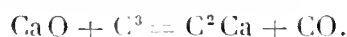
(1) WOELER, *Préparation de l'acétylène par le carbure de calcium* (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXV, p. 120).

(2) WINKLER, *Berichte*, t. XXIII, p. 120, et t. XII, p. 62.

(3) MAQUENNE, *Sur une nouvelle préparation de l'acétylène* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6<sup>e</sup> série, t. XXVIII, p. 257).

dans le creuset du four électrique, et l'on chauffe, pendant quinze à vingt minutes, avec un courant de 350 ampères et 70 volts.

» On obtient, dans ces conditions, un carbure ou acétylure répondant à la formule  $C^2Ca$ , d'après l'équation suivante :



» On laisse à dessein la chaux en léger excès, puisque le creuset fournit la quantité de charbon nécessaire à un carbure défini. Le rendement est de 120<sup>gr</sup> à 150<sup>gr</sup> environ.

» Le carbonate de chaux peut être substitué à la chaux dans ce mélange, mais ce procédé est moins avantageux à cause du plus grand volume des substances employées.

» La formule suivante indique, dans ce cas, les proportions de carbonate de calcium et de charbon :



» Le produit obtenu dans les deux expériences présente le même aspect. C'est une masse noire, homogène, qui a été fondue et qui a pris exactement la forme du creuset.

» *Propriétés physiques.* — Cette masse de carbure se clive avec une très grande facilité et présente une cassure nettement cristalline. Les cristaux qui peuvent être détachés ont un aspect mordoré, sont opaques, brillants. Leur densité, prise dans la benzine à la température de 18°, est de 2,22 ; ce carbure est insoluble dans tous les réactifs, dans le sulfure de carbone, dans le pétrole et dans la benzine.

» *Propriétés chimiques.* — L'hydrogène n'agit pas à chaud ou à froid sur le carbure de calcium.

» Le chlore sec est sans action à froid. A la température de 245° le carbure devient incandescent dans une atmosphère de chlore ; il se produit du chlorure de calcium et il reste du charbon, mais le poids de ce corps simple est inférieur au poids du carbone de l'acétylure. Le brome réagit à 350°, et la vapeur d'iode décompose aussi ce carbure avec incandescence à 305°.

» Le carbure de calcium brûle dans l'oxygène au rouge sombre en fournissant du carbonate de calcium. Dans la vapeur de soufre, l'incandescence se produit vers 500° avec formation de sulfure de calcium et de sulfure de carbone.

» L'azote pur et sec ne réagit pas même à 1200°. La vapeur de phosphore au rouge transforme le carbure de calcium en phosphure sans incandescence. La vapeur d'arsenic au contraire réagit avec un grand dégagement de chaleur en produisant de l'arséniure de calcium.

» Au rouge blanc, le silicium et le bore sont sans action sur ce composé.

» Le carbure de calcium ne réagit pas sur la plupart des métaux. Il n'est pas décomposé par le sodium et le magnésium à la température de ramollissement du verre. Avec le fer, il n'y a pas d'action au rouge sombre, mais à haute température, il se forme un alliage carburé de fer et de calcium. L'étain ne paraît pas avoir d'action au rouge, tandis que l'antimoine fournit à la même température un alliage cristallin renfermant du calcium.

» L'action la plus curieuse présentée par ce carbure de calcium est celle qu'il fournit avec l'eau. Dans une éprouvette remplie de mercure, on fait passer un fragment de ce carbure, puis on ajoute quelques centimètres cubes d'eau; il se produit aussitôt un violent dégagement de gaz qui ne s'arrête que lorsque tout le carbure est décomposé, enfin il reste dans le liquide de la chaux en suspension. Ce corps gazeux est de l'acétylène pur (1) entièrement absorbable par le sous-chlorure de cuivre ammoniacal en ne laissant dans le haut du tube qu'un ongllet presque imperceptible d'impureté. Cette décomposition par l'eau se produit avec

---

(1) Ce gaz est bien de l'acétylène pur, car l'analyse eudiométrique nous a donné les chiffres suivants :

Gaz analysé.....	1,28
Oxygène.....	15,15
Gaz total.....	16,43
Ap. étincelle.....	14,50
Ap. potasse.....	11,98
Contraction.....	1,93
CO <sup>2</sup> par différence.....	2,52

Si le gaz était de l'acétylène C<sup>2</sup>H<sup>2</sup>, nous aurions théoriquement 1,95 comme contraction et 2,56 comme volume de l'acide carbonique. Une autre analyse eudiométrique a donné un résultat identique. Cette preuve était bien suffisante pour établir la pureté du gaz obtenu; nous avons tenu cependant à déterminer la densité de ce carbure gazeux. Deux expériences nous ont fourni les chiffres 0,907 et 0,912. M. Berthelot a indiqué comme densité de l'acétylène 0,92 et la densité théorique est 0,90.

dégagement de chaleur, mais sans aller jamais jusqu'à l'incandescence.



» Cette réaction interviendra dans nos recherches aussitôt que le carbure se trouvera au contact d'un liquide renfermant de l'eau.

» Ce carbure ou acétylure de calcium nous fournit donc un moyen facile de préparation de l'acétylène pur. Il vient s'ajouter aux procédés déjà indiqués par M. Berthelot dans l'étude magistrale qu'il a publiée sur ce composé.

» Si l'on fait réagir la vapeur d'eau au rouge sombre sur le carbure de calcium, la réaction se produit avec une énergie beaucoup plus faible. Le carbure ne tarde pas à se recouvrir, en effet, d'une couche de charbon et de carbonate qui limite l'action de la vapeur d'eau, et le dégagement gazeux formé, en grande partie, d'hydrogène et d'acétylène, est beaucoup moins rapide.

» Les acides réagiront sur ce carbure surtout lorsqu'ils seront étendus. Avec l'acide sulfurique fumant, il se produit un dégagement assez lent, et le gaz paraît s'absorber en grande partie. L'acide ordinaire produit une décomposition beaucoup plus vive, et prend une odeur aldéhydique marquée.

» Avec l'acide azotique fumant, il n'y a pas de réaction à froid, et l'attaque est à peine sensible à l'ébullition. L'acide azotique très étendu fournit de l'acétylène.

» Une solution étendue d'acide iodhydrique fournit aussi un dégagement d'acétylène pur. Il en est de même avec une solution d'acide chlorhydrique. Chauffé au contraire avec le gaz acide chlorhydrique sec, il se produit au rouge vif une incandescence marquée, et il se dégage un mélange gazeux très riche en hydrogène.

» Certains oxydants agissent avec une grande énergie sur ce composé. L'acide chromique fondu devient incandescent au contact du carbure de calcium en dégageant de l'acide carbonique. La solution d'acide chromique ne dégage du carbure que de l'acétylène. Le chlorate de potassium et l'azotate de potassium en fusion n'attaquent pas sensiblement le carbure de calcium. Il faut les porter au rouge pour que la décomposition se produise avec incandescence et formation de carbonate de calcium. Le bioxyde de plomb, l'oxyde avec incandescence au-dessous du rouge sombre, et le plomb provenant de la réduction renferment du calcium.



» Broyé avec du fluorure de plomb, à la température ordinaire, le carbure de calcium devient incandescent.

» Chauffé en tube scellé avec l'alcool anhydre à 180°, le carbure de calcium fournit de l'acétylène et de l'éthylate de calcium.



» Le gaz acétylène obtenu dans cette réaction est complètement absorbable par le sous-chlorure de cuivre ammoniacal, mais il fournit un acétylure noir qui semble indiquer l'existence de carbures acétyléniques.

» L'action violente exercée par l'acétylène sur le chlore, démontrée par M. Berthelot (1), peut être mise en évidence de la façon suivante.

» Dans un flacon contenant de l'eau froide, bien saturée de chlore, on laisse tomber quelques fragments de carbure de calcium. Il se dégage aussitôt des bulles d'acétylène qui prennent feu au contact du chlore en même temps qu'on perçoit nettement l'odeur des chlorures de carbone.

» Cette forme de décomposition peut fournir une belle expérience de cours.

» *Analyse.* — Les dosages du carbone et du calcium dans le composé cristallisé, que nous venons de décrire, nous ont fourni les chiffres suivants (2) :

	1.	2.	3.	4.	Théorie.
Calcium.....	62,7	62,1	61,7	62,0	62,5
Carbone.....	37,3	37,8	»	»	37,5

» En résumé, aussitôt que la température est assez élevée le calcium mé-

(1) BERTHELOT, *Recherches sur l'acétylène (Annales de Chimie et de Physique, t. LXVII, p. 52).*

(2) Le dosage du calcium a été fait avec facilité après décomposition par l'eau de l'acétylure et en tenant compte pour les numéros 3 et 4 d'une petite quantité de carbone insoluble qui restait après l'action de l'eau. Le carbone a été dosé par différence, grâce à la perte de poids de l'acétylène gazeux, dans un petit appareil identique à celui dont on se sert pour analyser les carbonates. Il a été facile de doser aussi le carbone en recueillant sur la cuve à mercure le gaz dégagé par un poids donné d'acétylure placé dans un tube gradué et additionné ensuite d'une petite quantité d'eau. Ce deuxième procédé nous a donné les chiffres suivants :

1° 0,68,1895 de carbure ont dégagé 64<sup>cc</sup> de gaz en présence de 4<sup>cc</sup> d'eau. Le liquide dissolvant son volume d'acétylène, il s'est donc produit 68<sup>cc</sup> de gaz. Théoriquement à 15° et à 760<sup>mm</sup>, 0,1895 du carbure C<sup>2</sup>Ca devrait donner 68<sup>cc</sup>.

2° 0,285 de carbure ont donné 96<sup>cc</sup>,5 en présence de 4<sup>cc</sup> d'eau, soit au total 96,5 + 4 = 100,5. Théoriquement on devrait en recueillir 102<sup>cc</sup>.

tallique ou ses composés forment avec facilité, au contact du carbone, un carbure ou acétylure de formule  $C^2Ca$ .

» Cette réaction présentera peut-être quelque intérêt en Géologie.

» Il est vraisemblable que, dans les premières périodes géologiques, le carbone du règne végétal et du règne animal a existé sous forme de carbures. La grande quantité de calcium répandue à la surface du sol, sa diffusion dans tous les terrains de formation récente ou ancienne, la facilité de décomposition de son carbure dans l'eau peuvent laisser croire qu'il a joué un rôle dans cette immobilisation du carbone sous forme de composé métallique.

» D'ailleurs M. Berthelot a déjà insisté sur ce point que l'action de la vapeur d'eau sur les acétylures alcalins ou alcalino-terreux (1) pouvait expliquer très simplement la génération des carbures et des différentes matières charbonneuses.

» Nous ajouterons que l'action de l'air sur ce carbure de calcium, produisant au rouge de l'acide carbonique, permettrait d'expliquer le passage du carbone d'un carbure solide à la forme gazeuse de l'acide carbonique qui peut dès lors être assimilé par le règne végétal. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Détermination de la densité de la magnésie fondue* ;  
par M. HENRI MOISSAN.

« M. Ditte (2) a démontré en 1871 que la magnésie se polymérisait par suite d'élévations successives de températures et que l'ensemble de ses propriétés chimiques et thermiques variait ainsi d'une façon continue.

» La densité de cet oxyde en particulier s'élève rapidement avec la température. M. Ditte a donné les chiffres suivants :

	D <sub>v</sub>
A 350°.....	3,1932
Rouge sombre.....	3,2482
Rouge blanc.....	3,5699

» Dans nos expériences, faites au four électrique, nous avons toujours

(1) BERTHELOT, *Sur l'origine des carbures et des combustibles minéraux* (Annales de Chimie et de Physique, 4<sup>e</sup> série, t. IX, p. 481).

(2) DITTE, *De l'influence qu'exerce la calcination de quelques oxydes métalliques sur la chaleur dégagée pendant leur combinaison* (Comptes rendus, t. LXXIII, p. 111 et 270).

remarqué que la magnésie, purifiée par le procédé de M. Schläsing, était irréductible par le charbon. La connaissance de cette propriété était très importante pour nous, puisqu'elle nous a permis de construire l'intérieur de nos fours avec des plaquettes alternées de magnésie et de charbon, et d'utiliser cette même magnésie pour la formation de nos creusets.

» En présence de la facile réduction, à la température de l'arc, des oxydes alcalino-terreux et de l'oxyde d'uranium par le charbon, cette stabilité de la magnésie nous a semblé assez curieuse pour nous amener à reprendre la densité de cet oxyde fondu au four électrique.

» Ces déterminations ont été faites dans la benzine et dans l'alcool absolu en suivant les précautions très bien indiquées d'ailleurs dans le Mémoire de M. Ditte. Chacun des chiffres que nous donnons ci-dessous représente la moyenne de quatre expériences. Le premier échantillon avait été chauffé pendant dix heures au four à vent, alimenté par du charbon de cornue. Le deuxième échantillon provenait de plaques de magnésie en partie cristalline qui avaient subi pendant deux heures l'action de l'arc électrique. Le troisième provenait d'une masse de magnésie de 50<sup>gr</sup> fondue en un seul bloc dans un creuset du four électrique.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	D <sup>2</sup> .
1 <sup>o</sup> MgO (four à vent).....	3,577
2 <sup>o</sup> " (plaques du four).....	3,589
3 <sup>o</sup> " (masse fondue).....	3,654

» Cette augmentation de densité indique que la polymérisation de la magnésie se continue jusqu'à son point de fusion. Cette densité peut donc varier de 3,19 à 3,65. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations actinométriques faites en 1893 à l'Observatoire de Montpellier; par M. CROVA.*

« Ces observations sont faites régulièrement depuis onze années par MM. Houdaille et Sémichon, vers 11<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, époque approximative du maximum diurne.

» Les hautes températures et la sécheresse qui ont caractérisé l'été de 1893 rendaient particulièrement intéressante la discussion des observations faites cette année.

» Nous rappellerons que les calories indiquées sont les petites calories

(gramme-degré), reçues en une minute sur une surface noire d'un centimètre carré, exposée normalement aux rayons solaires.

*Intensités calorifiques.*

	Moyennes mensuelles.			Moyennes des saisons.	Maxima absolus.
	<sup>c</sup>	<sup>c</sup>	<sup>c</sup>		
Hiver.....	1,02	1,01	1,07	1,03	1,20 le 2 février.
Printemps....	1,16	1,15	1,27	1,19	1,42 le 2 mai,
Été.....	1,22	1,16	1,27	1,18	1,46 le 27 juin,
Automne.....	1,20	1,17	1,16	1,17	1,31 } le 3 septembre et le 22 octobre.
Moyenne annuelle.....					1,142

*Heures d'insolation.*

	Totaux.			
	des mois.			des saisons.
	<sup>h</sup> <sup>m</sup>	<sup>h</sup> <sup>m</sup>	<sup>h</sup> <sup>m</sup>	
Hiver.....	86.58	102.42	116.16	305.56
Printemps....	182.32	237.53	231.5	651.30
Été.....	253.2	241.8	295.1	790.11
Automne.....	204.58	178.16	83.8	466.52
Total pour l'année.....				2222 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> .

» Les valeurs considérables qu'a atteintes la radiation solaire en 1893 sont surtout remarquables au printemps, en été et en automne. En hiver, au contraire, la radiation et les heures d'insolation sont un peu inférieures à la moyenne.

» J'ai comparé les valeurs élevées de 1893 aux résultats des observations faites pendant les dix années précédentes, en raison de la précocité de la végétation et de la maturation des fruits qui ont caractérisé l'année 1893. Cette comparaison est d'autant plus autorisée que, pendant la série ininterrompue de onze années que nous possédons, les observations ont été faites à la même station, avec les mêmes instruments et par la même méthode.

	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
Moyenne des dix premières années.....	<sup>c</sup> 0,976	<sup>c</sup> 1,037	<sup>c</sup> 1,080	<sup>c</sup> 1,100	<sup>c</sup> 1,151	<sup>c</sup> 1,134
Année 1893.....	1,02	1,01	1,07	1,16	1,15	1,27
Différence.....	+0,044	-0,027	0,010	+0,060	1,001	+0,136

	Jun.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.
Moyenne des dix premières années..... )	<sup>e</sup> 1,105	<sup>e</sup> 1,107	<sup>e</sup> 1,059	<sup>e</sup> 1,071	<sup>e</sup> 1,027	<sup>e</sup> 1,039
Année 1893..... )	1,22	1,16	1,18	1,20	1,17	1,16
Différence..... )	+0,115	+0,053	+0,121	+0,129	+0,143	+0,121

	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Année.
Moyenne des dix premières années..... )	<sup>e</sup> 1,031	<sup>e</sup> 1,128	<sup>e</sup> 1,090	<sup>e</sup> 1,044	<sup>e</sup> 1,080
Année 1893..... )	1,03	1,19	1,18	1,17	1,142
Différence..... )	-0,001	+0,062	+0,090	+0,126	+0,062

» Les excès sur la moyenne sont surtout remarquables pendant les mois de mai, juin, août, septembre, octobre et novembre; le plus fort (0,143 en octobre) représente les treize centièmes de la valeur moyenne correspondante.

» La loi de la variation annuelle de la radiation solaire se trouve remarquablement confirmée par la série de dix années. Dès le commencement de mes recherches sur ce sujet, j'avais indiqué cette loi générale, qui a été confirmée par mes travaux ultérieurs et par ceux de M. Savélieff à Kieff et de Colley à Moscou.

» La valeur moyenne déduite d'une série de dix années élimine de légers écarts, qui peuvent être attribués à des causes accidentelles, et donne une loi générale qui paraît être la même pour des points du globe très éloignés l'un de l'autre, et placés dans des conditions de climat très différentes.

» On voit, d'après le Tableau précédent, que la plus faible radiation a lieu en décembre (0<sup>e</sup>,976); elle augmente ensuite d'une manière continue pour atteindre un maximum principal (1<sup>e</sup>,151) au mois d'avril; elle diminue ensuite, et n'arrive aux mois de juin et de juillet qu'à des valeurs à peine supérieures à celle du mois de mars; elle diminue encore en août, puis se relève au mois de septembre, pour décroître d'une manière continue jusqu'à la fin de l'année.

» Les variations accidentelles de l'état atmosphérique peuvent quelquefois déplacer un peu les dates des maxima et des minima; c'est ainsi qu'en 1893 le régime de l'hiver a suivi à peu près la marche normale, mais les grandes sécheresses du printemps et de l'été, en augmentant la transparence calorifique de l'atmosphère, ont retardé le maximum principal, qui s'est produit en mai; l'été et l'automne ont donné des valeurs supérieures à la moyenne, mais un relèvement s'est produit comme d'habitude

en septembre; le 27 juin, on a observé un maximum absolu très rarement atteint à Montpellier, de  $1^{\circ},46$ .

» La détermination de l'intensité calorifique de la radiation solaire, faite d'une manière continue, présenterait donc, indépendamment de son application au calcul de la constante solaire et de sa variation avec la période des taches, l'avantage de donner sur les variations climatiques des indications d'une très grande importance pour la Physique du globe. »

### MÉMOIRES LUS.

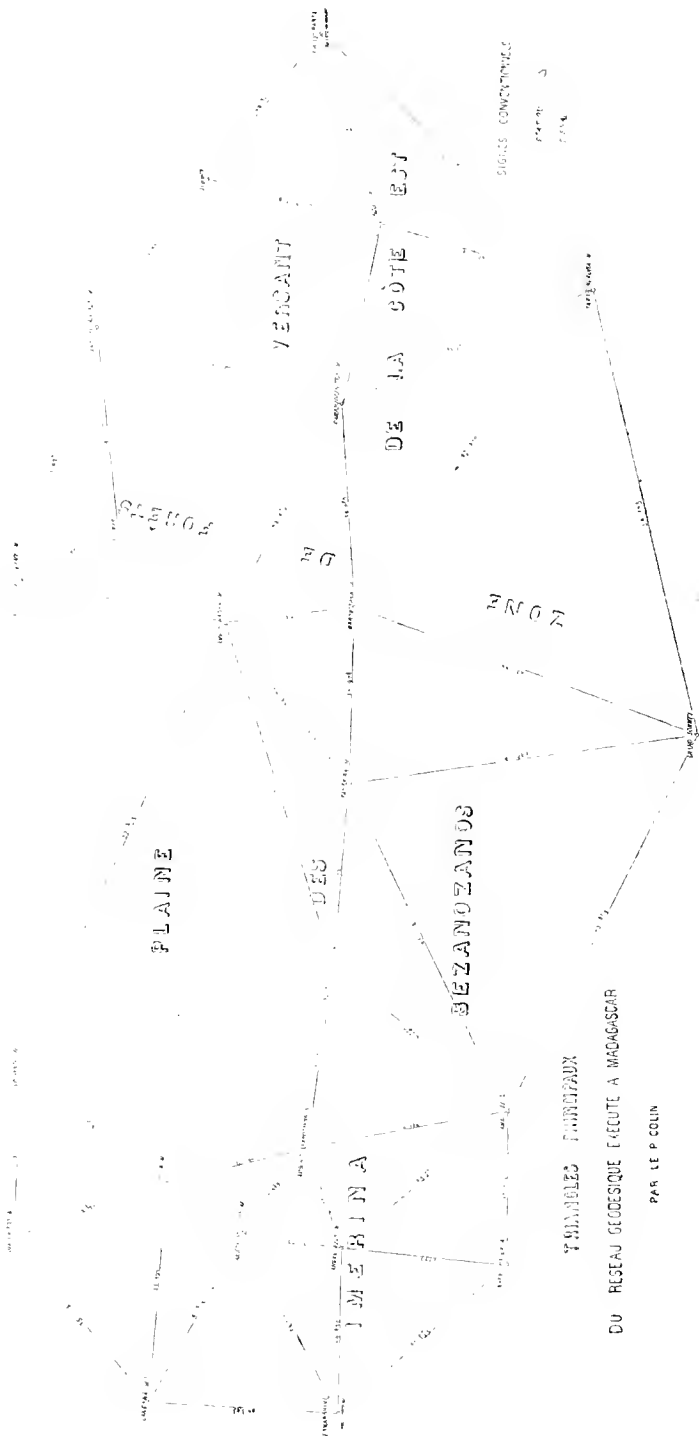
ASTRONOMIE. — *Travaux à Madagascar en 1892*; par le P. E. COLIN.

« En remerciant l'Académie qui a bien voulu m'aider pour l'exécution de travaux scientifiques accomplis, durant l'année 1892, dans le centre et l'est de Madagascar, j'ai l'honneur de lui en présenter quelques résultats.

» *Géodésie*. — Notre canevas trigonométrique, exécuté en vue d'une Carte, s'étend depuis le plateau ondulé de la province de l'Imerina jusqu'à la côte est. Ce réseau continu, de 211 140<sup>m</sup> de longueur et 80 000<sup>m</sup> environ de largeur, comprend 76 stations d'où nous avons obtenu 3908 angles azimutaux, dont 483 orientés, et formé plus de 1 400 triangles.

» Le point de départ de ce travail fut une base de 1800<sup>m</sup> mesurée avec des règles de sapin dans la plaine de Mabaremana, à 40<sup>km</sup> ouest-sud-ouest de Tananarive (*Journal Cosmos*, 24 septembre 1892). Par une suite de triangles mesurés avec un théodolite qui donnait 0',5, nous avons d'abord fixé les positions de plusieurs montagnes et signaux de l'Imerina; parvenus au massif de l'Ankay, qui limite cette province de celle des Bazanozanos, nous avons déterminé de plusieurs points les lieux de quelques sommets dans la grande forêt, aux pieds de laquelle s'étend vers l'est le versant de la zone côtière. Ces sommités furent plus tard identifiées et reliées aux stations de la côte, par le problème classique des segments capables. Nous sommes ainsi arrivés jusqu'à Andovorante, village situé sur les bords de l'Océan Indien, à environ 88<sup>km</sup> au sud-sud-ouest de Tamatave.

» Après les relèvements en azimut, mon collaborateur, le P. Roblet, exécutait à la planchette les levés de détail, tandis que je mesurais les apozéniths des sommités importantes. Sur quatre signaux visibles de l'observatoire de Tananarive, nous avons obtenu les différences d'altitudes au



moyen de deux théodolites, par des observations réciproques et simultanées. La valeur moyenne du coefficient de réfraction a été trouvée égale à 0,0773, quantité voisine du coefficient 0,08, dont nous avons fait usage dans nos calculs de ces nivellements trigonométriques.

» Le plus grand nombre de ces hauteurs angulaires et réciproques n'a pu être observé simultanément. Le pointé des forêts offrit quelques difficultés; afin de mieux préciser la partie la plus élevée des arbres, nous visions à la distance de 20<sup>m</sup> de part et d'autre des deux versants. Les apozéniths de montagnes sont au nombre de 803; nous en avons déduit 64 altitudes. Du haut de dix stations de la côte, d'où l'on apercevait distinctement l'horizon de la mer, nous en mesurâmes la distance zénithale. Enfin, sur les points importants de la triangulation, nous notions à une heure après midi les indications de nos baromètres anéroïdes, le degré de chaleur de l'air, et la température de la vapeur d'eau bouillante marquée par nos deux hypsomètres, simultanément avec les observations du baromètre à mercure faites dans l'observatoire de Tananarive et à la station météorologique de Tamatave sur les bords de la mer. Les altitudes étaient donc contrôlées le plus souvent par trois méthodes distinctes.

» C'est ainsi que, en mesurant successivement les hauteurs de seize sommets, depuis l'Océan jusqu'à six stations géodésiques, limite de l'horizon est de Tananarive, nous avons obtenu l'altitude de l'observatoire au niveau de la cuvette barométrique. La distance qui sépare ces deux points est de 163 940<sup>m</sup>. L'altitude trouvée 1402<sup>m</sup> est la moyenne des altitudes données par les six stations géodésiques, les extrêmes étant 1400<sup>m</sup>, 4 et 1403<sup>m</sup>, 8; cette moyenne diffère de 1<sup>m</sup> seulement de l'altitude 1403<sup>m</sup> conclue par trois années d'observations du baromètre à mercure de notre observatoire.

» Le profil en long, du chemin actuel de Tananarive à Andavorante, a été calculé sur les données de 970 lectures d'un baromètre anéroïde comparé fréquemment avec l'hypsomètre.

» *Astronomie.* — En 1887, M. le Myre de Vilers, alors résident général de France à Madagascar, avait fait établir une ligne télégraphique qui reliait Tananarive et Tamatave, et qui comprenait deux postes secondaires, Tanimandry, près Andavorante, et Befersona.

» Après avoir déterminé, durant les deux années 1890, 1891, la latitude et la longitude de l'observatoire de Tananarive, dont les résultats ont été communiqués à l'Académie, nous avons établi et vérifié les positions de ces trois autres stations au moyen de 160 observations du soleil. La latitude était obtenue par la méthode des hauteurs circummériennes; la



longitude, d'après la différence des heures locales entre la station et l'observatoire, l'heure étant transmise par des signaux télégraphiques sur la sonnerie, faute de chronographe. Mon collaborateur de l'observatoire déterminait son temps moyen avec le cercle méridien; je l'obtenais, de mon côté, par des hauteurs du soleil prises au théodolite. Nous apportions ensuite nos chronomètres aux bureaux des stations télégraphiques et nous échangeions réciproquement leurs lectures.

» Mais, les appareils d'Andevorante et de Beforona étaient dépourvus de timbre électrique; j'envoyais donc sur la sonnerie de Tananarive une série de tops rythmés à chaque minute de ma montre.

» C'est probablement à ce manque de réciprocité, à l'usage d'un théodolite dans la recherche de l'heure et à la nécessité de relier les stations géodésiques des deux versants par les sommets souvent indécis de la grande forêt, qu'il faut attribuer la divergence de  $2109^m$ , ou un peu plus de  $4^s$  en temps, entre la distance en longitude de Tananarive à Andevorante, déduite de nos opérations astronomiques et celle que donne notre réseau géodésique.

» Le 6 octobre 1892, après avoir obtenu, par plusieurs signaux télégraphiques, la différence de longitude entre Tananarive et Tamatave, nous avons contrôlé la longitude absolue de ce dernier lieu, en observant l'occultation des deux limbes de Jupiter derrière le bord éclairé de la Lune.

» Partant de cette donnée, que la valeur de la longitude de l'observatoire de Tananarive égale  $3^h 0^m 46^s$  est de Paris, voici les résultats obtenus :

I. *Andevorante (station d'Ambatojahanary.)*

Longitude est de Paris, par télégraphe, le 25 septembre 1892.....	$3^h 7^m 2^s, 3$
Latitude sud, le 27 septembre 1892.....	$18^{\circ} 56' 48''$

» En 1886, M. Favereau, lieutenant de vaisseau, a donné comme positions géographiques d'Andevorante, enclos de la Mission protestante anglaise,  $3^h 7^m 0^s$  pour la longitude,  $18^{\circ} 58' 10''$  pour la latitude. Notre longitude dépasse de  $2^s, 3$  celle que cet observateur a marquée douteuse. Réduite à la station de la Mission anglaise, située à  $900^m$  environ au sud, notre latitude est plus faible de  $52''$  que celle qui a été observée par M. Favereau.

II. *Tamatave (jardin de la Mission catholique).*

Longitude est de Paris, par télégraphe, le 6 octobre 1892.....	$3^h 8^m 21^s, 6$
» par l'occultation de Jupiter, soir du même jour.	$3^h 8^m 24^s, 1$
» par télégraphe, le 12 octobre 1892.....	$3^h 8^m 21^s, 2$
Latitude sud, le 11 octobre 1892.....	$18^{\circ} 9' 36''$

» Les résultats de la longitude et de la latitude de Tamatave, publiés par la *Connaissance des Temps* pour l'année 1892, sont les suivants : longitude est de Paris,  $3^{\text{h}} 8^{\text{m}} 22^{\text{s}}$ ; latitude sud,  $18^{\text{h}} 9' 40''$  (débarcadère). Nous observions à  $324^{\text{m}}$ , ou  $10''$  environ à l'ouest-nord-ouest de ce dernier point. Nos longitudes, par télégraphe, sont moindres de  $0^{\text{s}}, 4$  et  $0^{\text{s}}, 8$ ; la longitude, par notre occultation de Jupiter, est plus forte de  $2^{\text{s}}, 18$ . Réduite au débarcadère, notre latitude différencierait de  $6''$  de celle que donne la *Connaissance des Temps*.

### III. Beforona (mât de pavillon hova).

Longitude est de Paris, par télégraphe, le 24 octobre 1892.....  $3^{\text{h}} 4^{\text{m}} 47^{\text{s}}, 6$   
 Latitude sud, le même jour.....  $19^{\circ} 0' 54''$

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, DES BEAUX-ARTS ET DES CULTES** transmet à l'Académie une lettre par laquelle M. *Rougerie*, évêque de Pamiers, exprime le désir de soumettre à une Commission spéciale un « appareil producteur de courants semblables aux courants des mers » et un « appareil producteur de courants semblables aux courants de l'atmosphère ».

(Commissaires : MM. Marey, Cornu.)

M. **CH. DEGAGNY** adresse une Note « sur un phénomène particulier au *Spirogyra crassa*, qui permet de constater le passage, à travers la membrane nucléaire, des matières qui servent à la division ».

(Commissaires : MM. Duchartre, Van Tieghem.)

M. **G. VINCENT** adresse une Note relative à un « télégraphe souterrain hydraulique ».

(Commissaires : MM. Cornu, Marcel Deprez.)

MM. **BOUCHEREAU** et **GRASSET** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Statistique de la ville de Riom ».

(Commissaires : MM. Larrey, Bronardel.)

## CORRESPONDANCE.

M. E. BARNARD, M. GR. GROUM-GRSCHMAILLO adressent leurs remerciements à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales abéliennes qui s'expriment par des logarithmes.* Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Appell.

« Soient  $F(x, y) = 0$  l'équation d'une courbe algébrique de genre  $p$ , et  $R(x, y)$  une fonction rationnelle de  $x$  et de  $y$ . Abel a démontré que, si l'intégrale  $I = \int R(x, y) dx$  s'exprime par une somme d'un nombre fini de logarithmes de fonctions algébriques, elle est nécessairement de la forme

$$\int R(x, y) dx = A \log u + B \log v + \dots + L \log t,$$

$A, B, \dots, L$  étant des constantes et  $u, v, \dots, t$  des fonctions rationnelles de  $x$  et de  $y$ . La fonction rationnelle  $R(x, y)$  étant donnée, le problème de reconnaître *a priori* si l'intégrale  $\int R(x, y) dx$  peut s'exprimer de cette façon est très difficile, mais on peut décomposer ce problème en plusieurs autres. On voit d'abord aisément que cette intégrale ne peut admettre, comme singularités, que des points critiques logarithmiques. Supposons, pour simplifier les notations, que ces points critiques  $a_1, a_2, \dots, a_n$  sont à distance finie et distincts des points de ramification; dans le domaine du point  $a_i$ , l'intégrale doit être de la forme

$$\int R(x, y) dx = A_i \log(x - a_i) + z_0 + z_1(x - a_i) + z_2(x - a_i)^2 + \dots$$

Ces conditions étant supposées remplies, les coefficients  $A_1, A_2, \dots, A_n$  vérifient la relation

$$(1) \quad A_1 + A_2 + \dots + A_n = 0;$$

il peut arriver que ces coefficients vérifient un certain nombre d'autres relations linéaires et homogènes à coefficients entiers, telles que

$$(2) \quad m_1 A_1 + m_2 A_2 + \dots + m_n A_n = 0.$$

» Soit  $q$  le nombre des relations distinctes de cette espèce, y compris



» Les premières conditions trouvées plus haut montrent d'abord que  $R$ , supposé premier avec sa dérivée, est de degré pair  $2p + 2$ , puis que  $\varphi$  doit être de degré  $p$ . S'il en est ainsi, l'intégrale  $\int \frac{\varphi dx}{\sqrt{R}}$  a deux points critiques logarithmiques à l'infini. Ici le nombre  $s$  est égal à un; donc, si l'intégrale s'exprime par des logarithmes, elle s'exprime au moyen d'un seul logarithme. Des considérations élémentaires, que j'ometts pour abrégier, montrent que ce logarithme pourra s'écrire

$$\int \frac{\varphi dx}{\sqrt{R}} = H \log \left( \frac{z + \beta \sqrt{R}}{z - \beta \sqrt{R}} \right),$$

$z$  et  $\beta$  étant deux polynômes et  $z$  étant premier avec  $\beta R$ . La fonction rationnelle  $\frac{z + \beta \sqrt{R}}{z - \beta \sqrt{R}}$  ne peut avoir ni pôles, ni zéros à distance finie; elle doit admettre un seul pôle et un seul zéro rejetés à l'infini dans les deux feuillets de la surface de Riemann correspondant à la relation  $y^2 = R(x)$ . Il suit de là que le polynôme  $z^2 - \beta^2 R = (z + \beta \sqrt{R})(z - \beta \sqrt{R})$  doit se réduire à une constante; en effet, une racine  $z = a$  de l'équation  $z^2 - \beta^2 R = 0$  ne peut annuler à la fois les deux facteurs  $z + \beta \sqrt{R}$  et  $z - \beta \sqrt{R}$ , car elle annulerait aussi  $z$  et  $\beta R$ . Le point  $z = a$  serait donc un pôle ou un zéro pour la fonction  $\frac{z + \beta \sqrt{R}}{z - \beta \sqrt{R}}$ . On doit donc avoir  $z^2 - \beta^2 R = \text{const.}$ ; c'est le résultat obtenu par Abel. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la composition des lois d'erreurs de situation d'un point.* Note de M. MAURICE D'OCAGNE.

« Soient respectivement, pour  $i = 1, 2, \dots, n$ ,

$$p_i = \frac{g_i}{\pi} e^{-(\alpha_i x^2 + 2\beta_i xy + \gamma_i y^2)} dx dy \quad (\text{où } g_i^2 = \alpha_i \gamma_i - \beta_i^2 = \delta_i)$$

les lois de probabilité des erreurs de situation d'un point sous l'influence de  $n$  causes prises isolément.

» Quelle est la loi de probabilité des erreurs lorsque ces  $n$  causes agissent simultanément, bien qu'indépendamment les unes des autres?

» Cette question, depuis longtemps résolue dans le cas des erreurs

linéaires, ne semble pas, dans le cas du plan, avoir été déjà traitée sous cette forme particulière.

» M. Schols, qui a publié d'importants travaux dans cet ordre de recherches (1), a, en effet, envisagé le cas de lois tout à fait arbitraires. De ses résultats très généraux, on pourrait évidemment déduire la solution du cas que j'ai ici en vue, mais, grâce à la formule de calcul intégral que je donne plus loin, je suis parvenu, pour ce cas, à une solution directe aboutissant à des formules d'une remarquable simplicité. C'est, d'ailleurs, en vue de certaine application pratique intéressant le nivellement général de la France que j'ai été amené à les établir.

» La formule à laquelle je viens de faire allusion, et dont je donnerai la démonstration dans le petit Mémoire où je compte développer la solution résumée ici, est la suivante :

» Si l'on pose

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-(a_1 u_1^2 + 2bu_1 u_2 + a_2 u_2^2 + 2c_1 u_1 + 2c_2 u_2 + d)} du_1 du_2 \quad (\text{pour } u_1 + u_2 = t),$$

on a

$$(1) \quad I = \sqrt{\frac{\pi}{a_1 - 2b + a_2}} e^{-\frac{(a_1 a_2 - b^2)(t + 2a_1 a_2 + a_2 a_1 - b(a_1 + a_2)(t + d) + a_1 - 2b + a_2 - (a_1 - a_2)^2}{a_1 - 2b + a_2}} dt.$$

» Or, le problème qu'il s'agit de résoudre, réduit d'abord au cas de deux causes d'erreurs, revient, comme on le voit très aisément, au calcul de l'intégrale

$$p = \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-(\alpha_1 x_1^2 + 2\beta_1 x_1 y_1 + \gamma_1 y_1^2 + \alpha_2 x_2^2 + 2\beta_2 x_2 y_2 + \gamma_2 y_2^2)} dx_1 dx_2 dy_1 dy_2$$

lorsqu'on suppose à la fois  $x_1 + x_2 = x$  et  $y_1 + y_2 = y$ .

» Effectuant l'intégration d'abord par rapport à  $x_1$  et  $x_2$ , puis par rapport à  $y_1$  et  $y_2$ , en me servant chaque fois de la formule (1), j'arrive, après plusieurs transformations, au résultat suivant :

» On a

$$p = \frac{\alpha}{\pi} e^{-(\alpha x^2 + 2\beta xy + \gamma y^2)} dx dy,$$

les coefficients étant donnés, si l'on pose

$$D = (\alpha_1 + \alpha_2)(\gamma_1 + \gamma_2) - (\beta_1 + \beta_2)^2,$$

---

(1) *Annales de l'École Polytechnique de Delft*, t. II, p. 123; t. III, p. 149 et 195.

par

$$(I) \quad \left\{ \begin{array}{l} \alpha = \frac{\delta_2 \alpha_1 + \delta_1 \alpha_2}{D}, \\ \beta = \frac{\delta_2 \beta_1 + \delta_1 \beta_2}{D}, \\ \gamma = \frac{\delta_2 \gamma_1 + \delta_1 \gamma_2}{D}, \\ g^2 = \frac{\delta_1 \delta_2}{D}. \end{array} \right.$$

» Au moyen de ces formules, on vérifie bien aisément que l'on a, comme cela devait être,

$$g^2 = \alpha\gamma - \beta^2 = \delta.$$

» Les formules (I) résolvent le problème que nous avons en vue, dans le cas où l'on ne compose que deux lois d'erreurs.

» Pour les étendre au cas de  $n$  causes d'erreurs, il suffit de les modifier légèrement en tirant  $D$  de la dernière d'entre elles et portant cette valeur dans les précédentes. On met ainsi ces formules sous la forme

$$(II) \quad \frac{\alpha}{\delta} = \frac{\alpha_1}{\delta_1} + \frac{\alpha_2}{\delta_2}, \quad \frac{\beta}{\delta} = \frac{\beta_1}{\delta_1} + \frac{\beta_2}{\delta_2}, \quad \frac{\gamma}{\delta} = \frac{\gamma_1}{\delta_1} + \frac{\gamma_2}{\delta_2}.$$

» On voit dès lors que, de proche en proche, le résultat peut s'étendre à un nombre quelconque d'erreurs et que l'on a les formules absolument générales

$$(III) \quad \frac{\alpha}{\delta} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\alpha_i}{\delta_i}, \quad \frac{\beta}{\delta} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\beta_i}{\delta_i}, \quad \frac{\gamma}{\delta} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\gamma_i}{\delta_i},$$

où  $\delta$  désigne toujours la quantité  $\alpha\gamma - \beta^2$ . Il est facile de tirer de là les valeurs de  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ . Si l'on pose

$$\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\alpha_i}{\delta_i} = A, \quad \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\beta_i}{\delta_i} = B, \quad \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\gamma_i}{\delta_i} = C$$

et

$$\Delta = AC - B^2,$$

on trouve

$$(IV) \quad \alpha = \frac{A}{\Delta}, \quad \beta = \frac{B}{\Delta}, \quad \gamma = \frac{C}{\Delta}.$$

» Telles sont les formules dont on aura à faire usage dans la pratique.

» Je ferai remarquer, en terminant, que la formule (I) permet d'obtenir de même, dans le cas des erreurs linéaires, d'une manière à la fois très simple et très rigoureuse, le théorème classique qui fait connaître le carré de l'erreur probable résultante comme somme des carrés des erreurs probables partielles. »

MECANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. L. HARTMANN, présentée par M. Resal.

« Il résulte d'expériences exécutées à la Section technique de l'Artillerie que la déformation des corps soumis à des efforts supérieurs à leur limite élastique ne se fait pas en se propageant progressivement d'un point au suivant. La déformation se subdivise en zones régulièrement distribuées, dont les traces sur les surfaces libres sont des lignes, droites ou courbes, également espacées. Ces zones sont séparées les unes des autres par des régions non déformées.

» *Traction.* — Quand un barreau *rectangulaire* d'un métal susceptible d'allongement est soumis à un effort de traction, on voit apparaître sur toutes ses faces, aussitôt la limite élastique atteinte, deux systèmes de *lignes droites parallèles*, symétriques l'un de l'autre par rapport à la direction de l'effort et inclinés sur elle d'un angle variable d'un métal à l'autre, mais toujours supérieur à  $45^\circ$ . Ces lignes sont, dans chaque système, à égale distance les unes des autres.

» A mesure que l'effort croit, les lignes déjà formées augmentent de largeur, en donnant lieu chacune à une striction élémentaire; il se développe, en même temps, dans d'autres régions, de nouvelles lignes parallèles aux premières. Quand on arrive à l'effort maximum, la striction du barreau se forme dans la région qui contient le plus de lignes de déformation des deux systèmes, et elle est constituée par la juxtaposition de ces lignes, entre lesquelles subsistent le plus souvent des régions non déformées. L'angle commun des deux systèmes de lignes avec la direction de l'effort est indépendant de la largeur, de l'épaisseur et de la longueur du barreau.

» La cassure se produit tantôt suivant une des zones de déformation, tantôt perpendiculairement aux arêtes du barreau.

» Les *cylindres* soumis à un effort de traction présentent à la surface deux réseaux hélicoïdaux, enroulés l'un à droite, l'autre à gauche, et faisant



tous deux le même angle avec les génératrices. Cet angle est indépendant du rayon et de la longueur du cylindre.

» *Compression.* — Les déformations produites par la compression sont réparties, comme pour la traction, dans des zones isolées les unes des autres, et les traces de ces zones de déformation sur les surfaces libres du barreau forment deux systèmes de lignes symétriques, inclinés du même angle sur la direction de la compression, l'un à gauche et l'autre à droite.

» *Cylindres creux.* — Lorsqu'un cylindre creux de révolution est soumis à une pression intérieure uniformément répartie, il se produit, sur les faces planes qui le terminent, deux systèmes symétriques de spirales logarithmiques, régulièrement espacées, ayant leur pôle commun sur l'axe du cylindre. Chaque spirale a son origine sur la circonférence intérieure, et se développe successivement à mesure que l'effort augmente. L'angle constant des spirales avec les rayons polaires est égal à celui qu'on obtient, avec le même métal, dans la traction et dans la compression. La surface cylindrique extérieure se déforme en même temps suivant des hélices conjuguées, équidistantes entre elles, inclinées sur les génératrices d'un angle égal à celui que font les spirales avec leur rayon polaire.

» On obtient des résultats analogues, quand le cylindre est soumis à une pression égale sur tous les points de sa surface extérieure.

» *Flexion.* — Dans un barreau rectangulaire, appuyé à ses deux extrémités et soumis à la flexion en son milieu, les déformations des faces latérales ont lieu, pour les points libres des régions en extension et en compression, suivant des systèmes conjugués de lignes légèrement courbes, partant des arêtes, et inclinées d'un même angle sur celles-ci.

» Les surfaces suivant lesquelles s'exerce l'effort donnent naissance à des lignes de plus grande courbure tournant leur concavité vers les arêtes.

» Les faces supérieure et inférieure présentent des lignes hélicoïdales, faisant avec les arêtes le même angle que les lignes correspondantes des faces latérales.

» *Emboutissage.* — Un disque circulaire, appuyé sur tout son pourtour et soumis à l'action d'un poinçon en son centre, donne lieu : 1<sup>o</sup> à deux systèmes symétriques de spirales logarithmiques, ayant le centre pour pôle; 2<sup>o</sup> à un système de lignes droites disposées suivant les rayons du disque.

» *Attaque à l'acide des métaux soumis à des efforts.* — L'attaque à l'acide d'un métal, pendant l'action de l'effort auquel il est soumis, est très vive sur les lignes de déformation, tandis que les régions comprises entre ces

lignes demeurent à peu près passives. On obtient ainsi en creux les réseaux déterminés par l'effort.

» On doit conclure de ce résultat que l'attaque à l'acide agit d'autant plus sur chaque point, que la force élastique développée en ce point est plus considérable. L'attaque à l'acide permet ainsi d'étudier la distribution des forces élastiques, pour des valeurs de l'effort inférieures à la limite d'élasticité.

» On a appliqué également ce procédé à la recherche de la répartition des forces élastiques dans l'acier trempé, et l'on a obtenu, en creux, des réseaux analogues à ceux que donnent les pièces soumises à des efforts mécaniques. »

PHYSIQUE. — *Sur l'absorption de l'énergie par un fil élastique.*

Note de M. **LUCIEN DE LA RIVE**, présentée par M. Poincaré.

« Quand on fait osciller un pendule dont la masse est reliée à un point fixe par un fil élastique, on observe une diminution graduelle d'amplitude qui est très supérieure à celle relative au pendule libre, due seulement à la résistance de l'air. Cet amortissement augmente pour un même fil lorsque la longueur employée diminue, tend à diminuer quand la tension moyenne augmente et croît avec la section du fil dont on se sert. La durée de l'oscillation est moindre que la durée normale d'une fraction qui augmente lorsque la longueur du fil diminue.

» Je me suis servi pour ces recherches du pendule décrit dans une précédente Communication <sup>(1)</sup>, ainsi que des fils de caoutchouc n° 1 et n° 2 ayant des sections de 0<sup>mm</sup>,87 et 3<sup>mm</sup>,37 carrés. Tandis que l'amplitude de l'oscillation libre décroît de 18<sup>cm</sup> à 16<sup>cm</sup> en 10 minutes, cette même diminution, avec le n° 1 de 3<sup>m</sup>,63 de long, s'effectue en 2<sup>m</sup>30<sup>s</sup> et en 1<sup>m</sup>10<sup>s</sup> si la longueur est réduite à 1<sup>m</sup>.

» L'équation (1) <sup>(2)</sup>, dans laquelle on fait  $u_1 = 0$ , avec l'introduction d'un terme proportionnel à la vitesse ayant pour facteur  $2(\gamma + \gamma')$  relatif à la résistance de l'air et à l'amortissement dû au fil, s'applique à ces conditions et se met sous la forme

$$(5) \quad \frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{g}{l} [1 + a\varepsilon] [u + db\varepsilon] + 2[\gamma + \gamma'] \frac{du}{dt} = 0, \quad \varepsilon = \frac{kS_0 l}{mgL}.$$

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, 19 février 1894.

<sup>(2)</sup> Voir la précédente Communication.

» Il résulte de (5) que l'oscillation a pour décroissement  $\gamma + \gamma'$  et que sa durée est  $T_1 \left[ 1 - \frac{\alpha \varepsilon}{2} \right]$  plus petit que  $T_1$  et qui diminue, en effet, avec  $L$ , longueur du fil. J'ai constaté que la diminution d'amplitude est bien donnée par une exponentielle négative et j'ai trouvé que le décroissement  $\gamma'$  satisfait aux trois lois suivantes :

» 1° Pour un même fil le décroissement est en raison inverse de la longueur de fil employée, la tension moyenne restant constante.

» 2° Pour deux fils de sections différentes il est proportionnel à la section, la tension moyenne restant constante.

» 3° Le décroissement diminue lorsque la tension moyenne augmente.

» Les Tableaux suivants sont la confirmation numérique des lois énoncées.

<i>Fil n° 1.</i>				<i>Fil n° 2.</i>						
Longueur.....	1 <sup>m</sup>	1,82 <sup>m</sup>	3,63 <sup>m</sup>	Longueur.....	0,9 <sup>m</sup>	1,8 <sup>m</sup>	2,7 <sup>m</sup> 3,6 <sup>m</sup>			
Décroissement.	{ obs....	20	11,8	8,6	Décroissement.	{ obs....	74	39	27	21
	{ calc....	20	10,9	6,9		{ calc....	74	37	23	17
Tension.....				2,1	4,6	6,6				
Décroissement pour 1 <sup>m</sup> de long.	{	n° 2.....	76	58	44					
		n° 1.....	20	16	12					
Rapport des décroissements.....				3,8	3,6	3,6				
Rapport des sections.....				3,8						

» Dans ces trois Tableaux,  $\gamma'$  est obtenu en retranchant du décroissement observé la valeur trouvée pour  $\gamma$  relative à l'oscillation libre. En unités C.G.S.  $\gamma$  est égal à 0,00017 et  $\gamma'$ , pour n° 1 longueur 3<sup>m</sup>,63, à 0,00058. On voit d'après les deux premiers Tableaux que le décroissement diminue un peu moins vite que l'inverse de la longueur.

» *La marche asymptotique de deux pendules reliés par un fil élastique vers un état oscillatoire unique, avec tension constante du fil, est une conséquence de l'amortissement dû au fil.*

» J'assimile l'état du fil reliant les deux pendules à celui du fil liant le pendule au point fixe, en substituant la vitesse relative des deux extrémités à la vitesse de l'extrémité libre. Il faut au lieu des (1) et (2) écrire

$$(6) \quad m \frac{d^2 u_2}{dt^2} + \frac{gm}{l} u_2 + \frac{kS_0}{L} [au_2 + bd] + 2\gamma \frac{du_2}{dt} + 2\gamma' \frac{d(u_2 - u_1)}{dt} = 0,$$

$$(7) \quad m \frac{d^2 u_1}{dt^2} + \frac{gm}{l} u_1 + \frac{kS_0}{L} [au_1 + bd] + 2\gamma \frac{du_1}{dt} - 2\gamma' \frac{d(u_2 - u_1)}{dt} = 0.$$

On trouve par addition et soustraction après intégration, et en tenant compte des conditions initiales, en désignant  $u_2 + u_1$  par  $u$ , et  $u_2 - u_1$

par  $\nu$ ,

$$(8) \quad u = e^{-\gamma t} A_0 \cos \frac{\pi t}{T_1}, \quad v + 2e_0 = e^{-(\gamma+2\gamma')t} A_0 \cos \pi \left( \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) t.$$

Le centre de gravité a le même décrément que l'oscillation libre et la différence  $\nu$  a un décrément  $\gamma + 2\gamma'$  qui tend à la faire disparaître. On a

$$(9) \quad u_1 = \frac{u + \nu}{2}, \quad u_2 = \frac{u - \nu}{2}.$$

» Il résulte des (9) et (8) que la périodicité de  $u_2$  et  $u_1$  est la même que dans le cas des équations sans décrément, et que la durée de la période des amplitudes est  $T_2$ . Pour  $u_2 + e_0$ , les maxima et minima successifs ont pour valeurs respectives

$$\frac{A_0}{2} [e^{-\gamma t} + e^{-(\gamma+2\gamma')t}] \quad \text{et} \quad \frac{A_0}{2} [e^{-\gamma t} - e^{-(\gamma+2\gamma')t}],$$

expressions d'où l'on déduit des valeurs numériques de  $\gamma$  et  $\gamma'$  qui diffèrent peu de celles trouvées directement.

» *L'énergie absorbée par le fil élastique par lequel s'effectue une transmission d'énergie est analogue à la chaleur de Joule dans un circuit voltaïque.*

» Considérons le pendule lié au point fixe au commencement et à la fin d'une double oscillation. La chute d'énergie est celle de l'énergie potentielle du système, et est égale approximativement à la chute de l'énergie potentielle de gravité à cause de la grandeur relative de ce terme par rapport à l'énergie potentielle d'élasticité du fil. Sa valeur est donc

$$\frac{mg}{2l} A_0^2 [e^{-(2\gamma+2\gamma')nT_1} - e^{-(2\gamma+2\gamma')(n+2)T_1}] = \frac{mg}{l} A_0^2 e^{-(2\gamma+2\gamma')nT_1} [2\gamma + 2\gamma'] T_1.$$

» Ne considérons que la partie de l'expression qui a pour facteur  $\gamma'$  et qui représente un travail équivalent à l'énergie absorbée  $T$ . Soit  $T'$  le travail analogue correspondant à une longueur du fil  $L'$ , et à une même énergie potentielle. On a

$$\frac{T}{T'} = \frac{L'}{L},$$

puisque le décrément  $\gamma'$  est en raison inverse de  $L$ .

» De même dans les circuits dont la force électromotrice est la même et dont les résistances sont  $R$  et  $R'$ , les valeurs respectives du travail équivalent à la chaleur de Joule sont

$$\frac{T}{T'} = \frac{I^2 R}{I'^2 R'} = \frac{R'}{R}. \quad \text{»}$$

PHYSIQUE. — *Production d'un son, dans un microphone, sous l'action d'une radiation thermique intermittente.* Note de M. **EUGÈNE SEMMOLA.** (Extrait.)

« En faisant tomber la radiation solaire intermittente, concentrée par une lentille, sur la lame métallique dorée (épaisseur  $0^{\text{mm}},2$ ) d'un microphone d'Hunnings, on obtient, au téléphone mis en circuit, un son faible mais parfaitement distinct. Si l'on arrête la radiation, le son disparaît tout à fait. La hauteur du son s'élève ou s'abaisse, selon que les intermittences de la radiation deviennent plus rapides ou plus lentes. Les radiations efficaces sont les radiations thermiques; en effet, quand on recouvre de noir de fumée la lame métallique qui reçoit la radiation, le son devient plus fort; au contraire, il disparaît complètement si l'on fait passer la radiation, avant l'arrivée sur le microphone, par des substances athermanes. Il est nécessaire que la petite image du soleil, qui se forme au foyer de la lentille et qui frappe le microphone, soit assez chaude pour pouvoir carboniser au moins le papier.

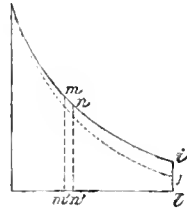
» Le son ainsi obtenu avec le microphone Hunnings est, à ce qu'il me semble, la preuve la plus simple et la plus directe qu'une lame métallique d'une certaine épaisseur, frappée par une radiation thermique intermittente, subit des dilatations et contractions rapides et régulières, déterminant une vibration thermique. »

CHIMIE. — *Étude expérimentale sur la dépense d'énergie qui peut correspondre à l'action chimique de la lumière.* Note de M. **GEORGES LEMOINE.**

« En étudiant numériquement la décomposition mutuelle de l'acide oxalique et du chlorure ferrique au soleil, j'ai, dans une première approximation, négligé, comme très faible, la dépense d'énergie qui peut correspondre à l'action chimique de la lumière (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 992). Je vais ici l'évaluer d'après l'expérience.

» *Absorption physique et absorption chimique.* — Considérons dans une cuve rectangulaire un mélange de  $1^{\text{vol}}$  de chlorure ferrique et  $1^{\text{vol}}$  d'acide oxalique normaux. En passant de l'épaisseur  $l$  à l'épaisseur  $(l + dl)$ , la lumière subit une absorption *physique*  $i$  qui a été déterminée par des expé-

riences indépendantes de la décomposition actuelle : ainsi avec un mélange de  $r^{\text{vol}}$  de chlorure ferrique et  $r^{\text{vol}}$  d'acide oxalique, elle est la même qu'avec  $r^{\text{vol}}$  de chlorure ferrique et  $r^{\text{vol}}$  d'eau, puisque l'acide oxalique est transparent, comme je l'ai vérifié.



» Si, pendant la décomposition chimique au soleil, il y a un travail moléculaire spécial consommé, il se traduira par une absorption supplémentaire que j'appellerai absorption *chimique*. Il faudra alors, pour avoir l'absorption totale  $j$ , prendre non plus la courbe  $i$ , mais une courbe  $j$  située un peu au-dessous. Ces courbes s'écartent de plus en plus à mesure que l'épaisseur augmente.

» Les quantités de matière décomposées étant, dans chaque tranche, proportionnelles à l'intensité de la lumière, seront représentées par les surfaces de la courbe  $j$ ; ce seront les décompositions mesurées par l'expérience de réaction chimique, tandis que les décompositions calculées par la mesure de l'absorption physique seront représentées par les surfaces de la courbe  $i$ . L'écart entre ces courbes doit être relié au travail moléculaire consommé correspondant.

*Méthode pour calculer l'absorption chimique.* — Dans l'intervalle  $dl$ , la lumière a l'intensité  $j$  à l'entrée,  $(j - dj)$  à la sortie. La différence vient : 1° de l'absorption physique correspondant à la perte  $di$  de l'intensité lumineuse; 2° de l'intensité lumineuse usée spécialement pour la décomposition chimique dans l'intervalle  $dl$  : cette décomposition étant d'autant plus grande que la lumière est plus intense, on peut l'exprimer par  $\epsilon j dl$ , en appelant  $\epsilon$  une constante. La perte totale de lumière dans l'intervalle  $dl$  est donc :

$$(1) \quad dj = di + \epsilon j dl.$$

» A cette relation, il faut joindre celle qui exprime l'absorption physique déterminée par l'expérience, pour laquelle j'adopte une formule à

quatre termes (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 939) :

$$(2) \quad i = na^l + n'a'^l + n''a''^l + \nu z^l.$$

» Le problème est donc algébriquement déterminé.

» *Résolution numérique par approximations successives.* — Le rapport  $\frac{dj - di}{dj}$  est celui de l'absorption chimique à l'absorption totale dans l'intervalle  $dl$  : il est toujours très faible puisqu'en le négligeant on est à très peu près d'accord avec l'expérience.

» A l'origine, pour  $l = 0$ , on a  $j = i = 1$  et l'équation (1) se réduit à

$$\left( \frac{dj - di}{dj} \right)_0 = \varepsilon.$$

» Or  $\left( \frac{di}{dl} \right)_0$  calculé d'après la formule de transmission (2) est :

$$\left( \frac{di}{dl} \right)_0 = nLa + n'La' + n''La'' + \nu Lz = -h.$$

» Admettons provisoirement  $dj = 1,001 di$  pour  $l = 0$ , il vient :

$$\begin{aligned} \varepsilon &= -0,001h, \\ dj &= di - 0,001h j dl, \\ j &= i - 0,001h \int_0^l j dl. \end{aligned}$$

» Comme première approximation, on remplacera, dans cette dernière formule,  $\int_0^l j dl$  par  $\int_0^l i dl$  qui peut se calculer numériquement d'après l'équation (2) : avec cette première valeur de  $j$ , on construira la courbe qui exprime la relation de  $j$  et  $l$ , et, par quadratures, on aura  $\int_0^l j dl$ , d'où une seconde valeur de  $j$ , etc. Si la fraction 0,001 adoptée provisoirement est trop grande, on arrive rapidement, dès que  $l$  augmente, à avoir pour  $j$  des valeurs négatives.

» Ces calculs ont été faits en détail pour la transmission habituelle de la lumière blanche par un ciel pur dans la belle saison :

$$i = 0,01(0,986)^l + 0,07(0,40)^l + 0,13(0,10)^l + 0,79(10^{-10})^l.$$

» On trouve ainsi que la fraction qu'il s'agit de déterminer ne doit pas dépasser quelques dix-millièmes. Ce premier résultat obtenu, on peut calculer les décompositions  $\int_0^l j dl$  et  $\int_0^l i dl$  correspondant aux surfaces des deux courbes dans différentes hypothèses sur la valeur de la fraction  $\left( \frac{dj - di}{dj} \right)_0$  telles que 0,0001 — 0,0002, 0,0003. L'expérience va choisir entre elles.

» *Comparaison avec l'expérience.* — Pour prendre les conditions où l'écart est pratiquement le plus grand, mesurons les décompositions effectuées au soleil dans un même temps avec des mélanges de liquides normaux sous 4<sup>mm</sup> et 65<sup>mm</sup> d'épaisseur. Il y aura un petit écart entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul : on le comparera à l'écart obtenu dans les hypothèses précédentes : on aura ainsi par interpolation la valeur de la fraction  $\left(\frac{dj - di}{dj}\right)_0$  qui définit la consommation d'énergie.

» Dans l'une de ces comparaisons, le rapport des décompositions sous 4<sup>mm</sup> et 65<sup>mm</sup> était 0,15 au lieu de 0,18; cet écart, s'il n'est pas dû à des erreurs d'expérience, correspond à peu près pour cette fraction à 0,0002.

» Je n'insiste pas sur les conditions très délicates de ces déterminations : absorption mesurée parallèlement à la décomposition, ciel d'une extrême pureté, intensité lumineuse bien constante.

» *Conclusion.* — L'expérience nous apprend donc que, pour le mélange exothermique et très coloré de chlorure ferrique et d'acide oxalique normaux, le rapport entre l'absorption qui peut correspondre au travail moléculaire de mise en train et l'absorption totale *ne dépasse pas quelques dix-millièmes.*

» Ce rapport si faible montre bien que, conformément aux indications de M. Berthelot, la lumière a principalement et peut-être exclusivement le rôle d'*excitateur* dans la réaction étudiée. »

CHIMIE. — *Sur les poids atomiques de précision, déterminés par l'argent comme matière étalon-secondaire.* Note de M. G. HINRICHS. (Extrait.)

« L'insolubilité remarquable des composés de l'argent avec les éléments chloroïdes devait attirer l'attention des chimistes sur ce métal, pour la détermination des poids atomiques; aussi Berzélius, Marignac, Maumené, Dumas, et surtout Stas, l'ont employé dans leurs recherches. Quoique les procédés par voie humide ne se prêtent point à des déterminations de précision (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 753), les résultats des synthèses effectuées resteront parmi les données précieuses de l'art expérimental.

» Pour comparer rigoureusement les résultats des maîtres, il faut éviter l'introduction de toute donnée erronée ou indirecte. Il faudra donc adopter, provisoirement, pour la matière-étalon secondaire, une valeur pré-



cise, soit  $Ag = 108$  exactement. Par des recherches spéciales et extrêmement soignées, il faudra déterminer ensuite la relation précise des étalons diamant et argent.

» Le calcul des analyses de Dumas et de Stas montre qu'il y a des erreurs d'un millième dans les déterminations diverses du même chimiste, et que la valeur moyenne de Stas excède celle de Dumas du cinquième de 1 pour 100 dans la valeur du poids atomique du soufre, déduite de la synthèse du sulfure d'argent.

» Depuis un quart de siècle, on a simplement adopté les valeurs de Stas, considérant les expériences de Dumas comme d'une précision inférieure. Mais les valeurs de Stas, montant de 32,074 à 32,093, ne sont évidemment qu'approximatives elles-mêmes. Les déterminations de Stas et de Dumas présentent donc un conflit irréductible en apparence.

» Mais, si l'on compare les valeurs des poids atomiques trouvées au poids absolu d'argent employé, on voit immédiatement que l'écart  $\eta$  du poids atomique trouvé est une fonction assez simple du poids  $w$  d'argent employé. La formule de la parabole

$$\eta = 0,0001w + 0,00000007w^2$$

représente assez bien cette fonction. Le Tableau suivant donne les résultats moyens des expériences. Les valeurs de J.-P. Cooke ont été obtenues par la réduction du sulfure par le gaz hydrogène (1).

	Nombre des déterminations	Argent employé, en grammes.	Poids atomique trouvé.
Cooke.....	2	1,0	32,004
Dumas.....	2	10,0	31,998
Moyenne.....	4	5,5	32,001
Dumas.....	3	30,7	32,028
Stas.....	7	164,8	32,084

» Il en est de même des résultats obtenus pour le chlore, le brome et tous les autres éléments déterminés par Dumas et par Stas... On trouve toujours la même relation paradoxale entre le poids employé et le poids atomique qui devrait avoir une valeur constante.

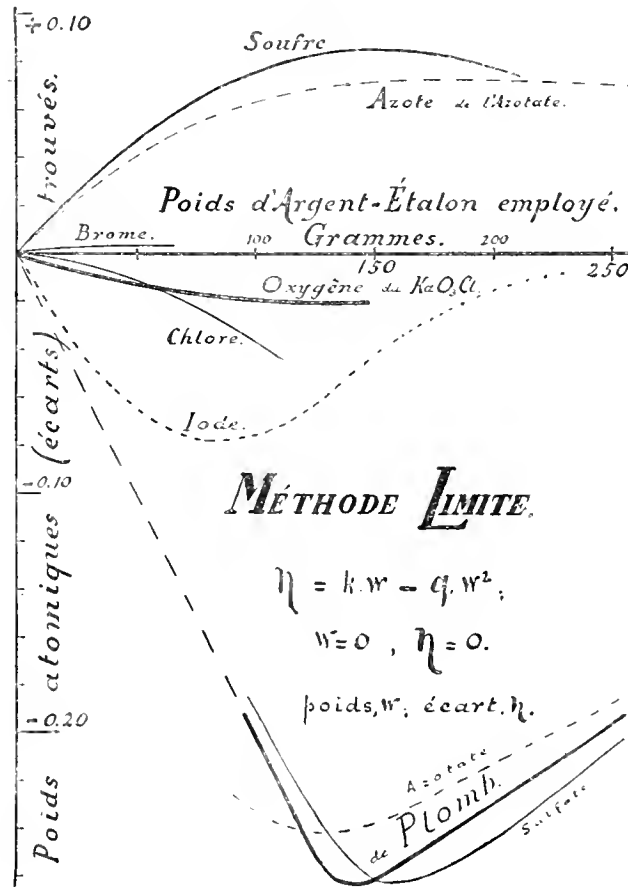
---

(1) Pour plus de détails, consulter ma Note insérée aux *Comptes rendus*, t. CXVI p. 1159.

» ... Il a suffi, pour obtenir ces écarts, d'augmenter graduellement le poids employé, de 1<sup>er</sup> à 200<sup>er</sup> : il n'y avait ni erreur de principe, ni erreur d'observation; le paradoxe constaté est dû à des conditions secondaires ignorées, dont le coefficient effectif est au-dessous du dix-millionième de l'unité.

» La succession de ces écarts pour le chlore, le brome, et les autres éléments, en fonction du poids d'argent employée, est représenté dans la figure ci-jointe, laquelle montre aussi les écarts du poids atomique du plomb

Fig. 1.

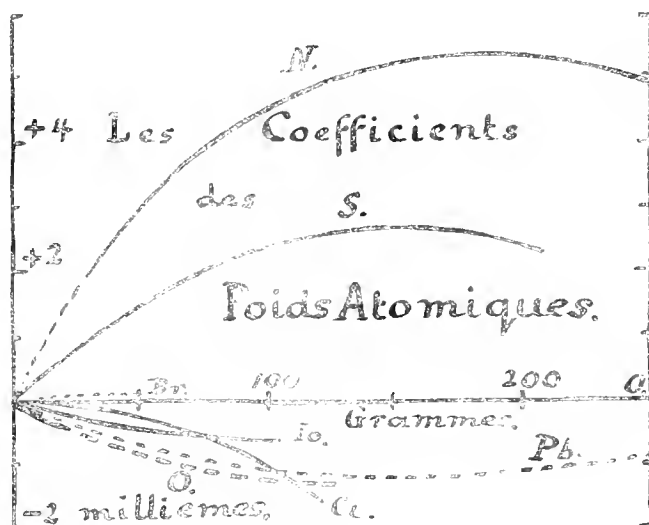


en fonction du poids employé du sulfate et de l'azotate, et ceux du poids atomique de l'oxygène en fonction du poids de chlorate de potasse employé. Ces écarts sont très grands pour le plomb, parce que le poids atomique du plomb est très élevé. Pour obtenir une juste appréciation des erreurs ré-

siduelles des poids atomiques, il faudra donc diviser ces écarts par le poids atomique, ce qui donnera les écarts par unité, ou les coefficients (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 697).

» La *fig. 2* montre que les coefficients du plomb ne sont pas plus grands que ceux de l'oxygène. Ceux du soufre sont très considérables et ceux de

Fig. 2.



l'azote sont excessifs ; il faudra évidemment renverser la méthode employée jusqu'à présent, et prendre l'azotate pur, pour en retirer l'argent par électrolyse.

» Les courbes paraboliques des écarts et des coefficients, déterminés par les résultats réunis de Dumas et de Stas, montrent que, pour la limite  $\alpha = 0$ , les écarts et les coefficients deviennent nuls. D'après ma méthode limite, les valeurs des poids atomiques des éléments chloroïdes sont donc  $\text{Cl} = 35,5$ ,  $\text{Br} = 80$ ,  $\text{I} = 127$ , et de même  $\text{S} = 32$  exactement, celui de l'argent-étalon étant posé  $\text{Ag} = 108$ . Avec ces valeurs, on déterminera les poids atomiques secondaires, comme je l'ai montré dans la Note précédente.

» Reste encore à faire la comparaison de l'étalon secondaire, l'argent avec la matière étalon, le diamant. »

CHIMIE. — *Sur les alliages de fer et de nickel.* Note de M. F. OSMOND, présentée par M. Troost.

« M. R.-A. Hadfield a bien voulu me fournir des échantillons d'une série d'alliages de fer et de nickel qu'il avait préparée. Comme cette série est très complète et que le nickel y est pratiquement la seule variable, il m'a paru intéressant de la soumettre à différents essais, bien que M. Hopkinson (1) et M. H. Le Chatelier (2) aient déjà fait connaître les propriétés les plus remarquables de quelques alliages analogues,

» Voici la liste des échantillons étudiés et leur composition chimique d'après les analyses de M. Hadfield.

Marque.	Carbone.	Silicium.	Manganèse.	Nickel.
A.....	0,19	0,31	0,79	0,27
C.....	0,13	0,23	0,72	0,94
E.....	0,19	0,20	0,65	3,82
G.....	0,17	0,28	0,68	7,65
J.....	0,23	0,24	0,93	15,48
K.....	0,19	0,27	0,93	19,64
L.....	0,16	0,30	1,00	24,51
M.....	0,14	0,38	0,86	29,07
N.....	0,16	0,31	1,08	49,65

» *Essais par la méthode du refroidissement.* — *Points de transformation.* — On sait qu'il se produit, pendant le refroidissement des fers carburés, trois dégagements de chaleur que j'ai appelés, pour conserver une notation de Tchernoff, les points  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ . Le point  $a_1$  correspond à une combinaison du fer avec le carbone; les points  $a_2$  et  $a_3$  appartiennent au fer lui-même. Dans un acier à 0,16 pour 100 de carbone,  $a_3$  se présente vers 820°,  $a_2$  entre 750°-700°,  $a_1$  vers 660°.

» Les échantillons A (0,27 de Ni) et C (0,94 de Ni) montrent les trois mêmes points abaissés aux températures respectives de

(A).....	775° à 765°	715° à 695°	645° à 635°
(C).....	755° à 745°	695° à 685°	625° à 615°

(1) Communication du 16 janvier 1890 à la Société royale de Londres.

(2) *Comptes rendus*, t. CX, p. 283 (10 février 1890) et t. CXI, p. 454 (22 septembre 1890).

» Dans l'échantillon E (3,82 de Ni),  $\alpha_3$  et  $\alpha_2$  se réunissent en un point double  $\alpha_{3,2}$  entre 645°-635°;  $\alpha_1$  s'abaisse à 565-550°.

» Dans l'échantillon G (7,65 de Ni), le point double  $\alpha_{3,2}$  s'abaisse encore à 515°-505°; le point  $\alpha_1$  disparaît, soit qu'il se réunisse au précédent, soit plutôt que le carbone, comme l'a trouvé M. Werth, prenne dans les alliages à forte teneur en nickel une forme particulière qui se rapproche du graphite.

» La teneur en nickel croissant, la position du dégagement unique de chaleur sur l'échelle des températures continue toujours à descendre. Elle tombe à 130°-120° dans l'échantillon J (15,48 de Ni), à 85°-65° dans K (19,64 de Ni) et la transformation n'est pas complètement terminée dans L à la température ordinaire (24,51 de Ni).

» M (29,07 de Ni) ne présente plus aucun dégagement notable de chaleur.

» N (49,65 de Ni) en présente un qui, par sa position (380° à 340°) et sa très faible intensité, paraît correspondre au point de transformation connu du nickel (1).

» La vitesse du refroidissement et sa température initiale, dont l'influence est grande pour les aciers durs et pour les alliages du fer avec le chrome et le tungstène, ne jouent ici qu'un rôle secondaire, du même ordre que dans les fers de même teneur en carbone.

» *Propriétés magnétiques.* — L'apparition du magnétisme pendant le refroidissement coïncide avec le point  $\alpha_2$ .

» Les alliages A à L (24,51 de Ni) sont fortement magnétiques, avec décroissance du magnétisme à partir de G (7,65 de Ni), autant qu'on en peut juger par des essais qualitatifs. M (29,07 de Ni) est presque non magnétique et le devient notablement plus à — 70°, mais seulement d'une façon temporaire; le magnétisme réapparaît dans N (49,65 de Ni), probablement à la faveur du nickel en excès.

» J (15,48 de Ni), K (19,64) et L (24,51) sont très franchement magnétopolaires.

» L'échantillon L est celui qui se rapproche le plus des alliages étudiés par M. Hopkinson et par M. H. Le Chatelier. On peut l'avoir absolument non magnétique si on ne le laisse pas refroidir au-dessous de 50°; il redevient magnétique entre 50° et 0° environ et ne perd ce nouvel état que par un nouveau chauffage au rouge.

» *Propriétés mécaniques.* — Les points de transformation coïncident également avec une modification profonde des propriétés mécaniques, modification qui a d'ailleurs été signalée par les deux savants déjà cités. Il suffit de laisser refroidir les barrettes entre les mâchoires garnies d'amiante d'un étai et de tâter le métal à la lime pour constater, dans les échantillons J, K et L, que la transformation allotropique est accompagnée d'une grande

(1) Les échantillons A à G inclusivement ont été abandonnés au refroidissement dans un tube de porcelaine imparfaitement fermé aux deux bouts par des tampons d'amiante; les autres ont été refroidis à l'air libre, le refroidissement en tube étant trop lent dans la région intéressante.

augmentation de dureté. Il est à remarquer que la dureté correspond à la polarité magnétique, comme dans les aciers trempés. Les alliages qui ont subi leurs transformations régulières au-dessus de  $500^{\circ}$  (rouge naissant) et ceux qui n'en ont pas subi du tout sont également doux à la lime, bien que les uns soient magnétiques et les autres non. Dureté et polarité paraissent correspondre à des transformations incomplètes (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur le paraxylène*. Note de M. J. ALLAIN-LE CAUX, présentée par M. Troost.

« En étudiant l'aldéhyde téréphthalique, M. Löw a obtenu, dans la liqueur mère du bromure de xylol ou tolylène, un tribromure qui, d'après lui, fondrait à  $106^{\circ}$ . C'est l'étude de ce corps que nous avons reprise.

» Nous avons suivi la méthode de M. Grimaux, en partant du paraxylène cristallisé et en nous aidant de l'action solaire.

» En reprenant par l'éther froid le produit de la réaction, on obtient un corps blanc cristallisé, fondant un peu au-dessous de  $106^{\circ}$ . Ce corps n'est pas pur; l'analyse (2) le montre.

» Les cristaux ont été redissous dans l'éther et évaporés, grâce à un artifice spécial, avec une lenteur extrême. Dans ces conditions, il se dépose deux sortes de cristaux très nets : des aiguilles dures fondant à  $143^{\circ}$ , qui ne sont autres que du bromure de tolylène  $C^8H^8Br^2$  et de jolies lamelles nacrées faciles à trier à la pince.

» Ces lamelles sont orthorhombiques, aplaties suivant la base  $p$  et limitées par les faces  $m, h'$ . L'angle des faces  $m$  est très voisin de  $120^{\circ}$ . Des stries s'observent sur la base suivant l'arête  $ph'$ .

» En lumière convergente, on voit deux axes optiques, moyennement écartés et s'ouvrant dans le plan  $g_1$ .

» Les cristaux sont presque toujours maclés suivant  $m$ , avec empilement de lamelles et tendance à la symétrie hexagonale.

(1) Laboratoire de M. Troost, à la Faculté des Sciences de Paris.

(2) Moyenne de plusieurs analyses :

	Pour 100.
Br.....	66,72
Cl.....	30,07
H.....	2,42

» Ces lamelles fondent à 116° en commençant à se décomposer. Elles présentent exactement la composition  $C^8H^7Br^3$ .

	Moyenne de plusieurs analyses pour 100.	Théorie pour 100.
Br.....	70,15	69,96
C.....	28,13	27,99
H.....	2,25	2,05

» De plus, elles ont été saponifiées de la manière indiquée par M. A. Colson pour le dérivé pentachloré de l'orthoxyène. Aussi perdent-elles tout leur brome, ainsi que nous nous en sommes assuré au moyen d'une solution rigoureusement titrée de carbonate de soude, et donnent-elles de la paroxyméthylbenzaldéhyde. Le produit de la saponification est un liquide d'aspect huileux, très soluble dans l'éther, qui l'enlève à l'eau. Il est à peine coloré, d'odeur douce et agréable, et ne distille qu'au-dessus de 200°. Il s'oxyde lentement à l'air en donnant un produit cristallisé, fondant facilement.

» L'acétate acide de phénylhydrazine donne avec cet aldéhyde un précipité volumineux, qui, lavé à l'acide acétique et à l'eau bouillante, se présente sous forme d'une poudre jaune clair, rougissant rapidement même à l'abri de la lumière. C'est une hydrazone (2)  $C^{14}H^{14}Az^2O$ .

» Nous avons donc obtenu successivement :

» 1° Le tribromure de tolyène  $C^6H^4 \begin{matrix} \diagup CH^2Br \\ \diagdown CHBr \end{matrix}$  en lamelles orthorhombiques fondant à 116°.

» 2° L'aldéhyde-alcool  $C^6H^4 \begin{matrix} CH^2OH \\ \diagdown CHO \end{matrix}$ , liquide huileux, faiblement aromatique, très soluble dans l'éther.

» 3° Une hydrazone  $CH^2OH - C^6H^4 - CH = Az - AzHC^6H^5$ , solide, d'un jaune clair, très altérable et peu soluble dans l'eau même bouillante. »

---

	Trouvé pour 100.	Calculé pour 100.
(1) Az.....	12,91	12,39
C.....	74,23	74,31
H.....	6,60	6,19

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cinchonifine*. Note de MM. E. JUNGFLEISCH et E. LÉGER, présentée par M. Henri Moissan.

« La cinchonifine est un isomère de la cinchonine, dont nous avons observé d'abord la formation en maintenant la cinchonine à 120°, en présence de l'acide sulfurique mélangé de son poids d'eau (*Comptes rendus*, t. CV, p. 1257, et t. CVI, p. 70). Depuis que nous l'avons fait connaître, elle a été confondue avec la cinchonine par divers observateurs (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 653, et t. CXVIII, p. 30). Afin d'éviter ces confusions, bien compréhensibles d'ailleurs alors qu'il s'agit de la différenciation d'isomères singulièrement nombreux et parfois analogues par certaines de leurs propriétés, nous avons cru devoir faire une étude détaillée de la base en question. Nous résumons brièvement nos résultats dans la présente Note.

» I. Étant donnés les nombreux alcalis résultant de la réaction citée plus haut, la cinchonifine se trouve avec ceux de ces alcalis que l'éther ne dissout pas et, parmi ces derniers, avec ceux qui sont insolubles dans l'alcool à 50 centièmes (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 691, B).

» Le plus avantageux des procédés que nous avons employés pour l'isoler consiste à faire cristalliser à plusieurs reprises, dans de grandes quantités d'alcool fort et bouillant, le mélange des bases insolubles à la fois dans l'éther et dans l'alcool faible; la cinchonifine se dépose par refroidissement, tandis que l'apocinchonine mélangée de cinchonibine (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 44) s'accumule dans les liqueurs; en procédant méthodiquement, on arrive à dédoubler la cinchonibine et à éliminer l'apocinchonine. La cinchonifine ainsi purifiée grossièrement est changée en sulfate basique, et ce sel, purifié lui-même par des cristallisations dans l'eau chaude, fournit ensuite la base que l'on fait cristalliser dans l'alcool bouillant. En multipliant suffisamment les cristallisations dans l'alcool bouillant, on arrive également à purifier complètement la cinchonifine sans passer par le sulfate, mais la faible solubilité du composé rend ce traitement long et pénible.

» II. La cinchonifine cristallise de l'alcool bouillant en petites aiguilles anhydres, brillantes et incolores. Insoluble dans l'eau, l'éther et l'alcool faible, elle est très peu soluble à froid dans l'alcool et le chloroforme, soluble dans le chloroforme alcoolisé. Elle fond à 273°,6 (corr.), c'est-à-dire à une température supérieure de plus de 18° au point de fusion de la cinchonine. Chauffée fortement, elle se volatilise en s'altérant. Elle est dextrogyre. En solution dans l'alcool à 0<sup>gr</sup>,97, elle donne  $\alpha_D = + 201^{\circ},4$  (concentration 0<sup>gr</sup>,75 pour 100<sup>vol</sup>,  $t = 17^{\circ}$ ); le pouvoir rotatoire aug-



mente avec la concentration. En solution à 1 pour 100 dans l'eau chargée d'acide chlorhydrique, elle donne  $\alpha_D = + 228^{\circ},9$  avec 2HCl ( $t = 13^{\circ}$ ) et  $\alpha_D = + 226^{\circ},3$  avec 4HCl ( $t = 13^{\circ}$ ); en solution à 1,5 pour 100, elle donne  $\alpha_D = + 225^{\circ},13$  avec 2HCl. Le pouvoir rotatoire de la base salifiée est donc plus grand en liqueur concentrée qu'en liqueur étendue.

» III. La cinchonifine bleuit la teinture de tournesol, mais ne rougit pas la phtaléine du phénol; c'est une base biacide dont les deux classes de sels sont, en général, très solubles dans l'eau et bien cristallisées. Les raisons indiquées plus haut nous ont fait les examiner en assez grand nombre; ils seront décrits dans notre Mémoire détaillé; nous ne parlerons ici que des plus caractéristiques.

» Le *chlorhydrate basique* est très soluble; il forme de longues aiguilles soyeuses à 2 molécules d'eau, fusibles vers  $208^{\circ}$ . Le *chlorozincate*, peu soluble à froid et assez soluble à chaud, constitue des prismes anhydres, orthorhombiques (M. Wyruboff). Le *chloroaurate* et le *chloroplatinate* sont des précipités jaunes, à peine cristallins. Le *bromhydrate basique*, très soluble, surtout à chaud, donne des aiguilles groupées en mamelons, contenant 1 molécule d'eau, fusibles vers  $221^{\circ}$ . L'*iodhydrate basique* cristallise en longs prismes aplatis, incolores, à 1 molécule d'eau. L'*azotate basique* forme de très beaux cristaux à 1 molécule d'eau, très réfringents, orthorhombiques (M. Wyruboff). Le *sulfocyanate basique* est en longs prismes aplatis, dépourvus d'eau de cristallisation. Le *sulfate basique* se dépose par refroidissement en aiguilles prismatiques à 2 molécules d'eau, efflorescentes; sec, il fond vers  $188^{\circ}$ . L'*oxalate basique*, beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid, donne en cristallisant des aiguilles très longues et très fines, à 1 molécule d'eau. Le *succinate basique*, très soluble dans l'eau, cristallise en aiguilles prismatiques à 1 molécule d'eau; les succinates alcalins le précipitent de sa dissolution. Le *tartrate basique* est très soluble; il donne des prismes allongés, aplatis et fasciculés, à 1,5 molécule d'eau; il fond vers  $209^{\circ}$  en s'altérant. Le *tartrate neutre* est moins soluble que le sel basique; il cristallise en aiguilles prismatiques à 4 molécules d'eau. Etc.

» IV. Les dérivés alkylés de la cinchonifine cristallisent nettement.

» Le *chlorométhylate* constitue de grandes et belles aiguilles incolores, groupées en sphères, contenant 2 molécules d'eau. On l'obtient, comme la plupart des chlorométhylates de cette série, en mettant en contact, dans un flacon maintenu bouché, la base cristallisée avec une solution concentrée de chlorure de méthyle dans l'alcool méthylique; en agitant de temps en temps, la base se dissout lentement. On distille le liquide, on reprend par l'eau pour séparer la cinchonifine non combinée et on extrait le chlorométhylate de la liqueur par concentration et cristallisation; on purifie le sel par des cristallisations répétées et des traitements au noir animal. Les eaux mères retiennent une matière jaune, très fluorescente, douée d'un pouvoir colorant intense.

» Le *monoiodométhylate* se dépose de ses solutions aqueuses chaudes et concentrées en prismes incolores, gros, courts, anhydres, fusibles vers 251° en se décomposant; déposé à plus basse température de solutions moins concentrées, il est en paillettes minces à 2 molécules d'eau. On l'obtient en maintenant à l'ébullition pendant une demi-heure des poids égaux de base et d'éther méthyliodhydrique dissous dans l'alcool méthylique absolu. Il est accompagné d'un peu de *diiodométhylate*. On obtient plus aisément ce dernier en chauffant le monoiodométhylate avec un excès d'éther méthyliodhydrique en présence de l'alcool méthylique absolu. Dans les deux cas, il se produit simultanément une substance d'un rouge intense. Le diiodométhylate cristallise en paillettes d'un jaune citron, très solubles dans l'eau ou l'alcool méthylique, contenant 1<sup>mol</sup>,5 d'eau de cristallisation, fusibles vers 223° en s'altérant. Le diiodométhylate prend une couleur jaune orangé foncé quand on le chauffe vers 110°; sa teinte redevient claire par refroidissement.

» Les dérivés éthylés correspondants se préparent de même. Le *monoiodéthylate* cristallise en longues et fines aiguilles incolores, très fragiles, anhydres; peu soluble dans l'eau froide, insoluble dans l'éther, il fond vers 251° en s'altérant. Le *diiodéthylate* constitue des paillettes anhydres d'un jaune citron; il est plus soluble que le monoiodéthylate; il fond vers 248° en s'altérant.

» Le *monobromométhylate* et le *dibromométhylate* résultent, avec des produits secondaires colorés en rouge sang, de l'action de l'éther bromhydrique sur la cinchonifine. Le premier cristallise avec 3 molécules d'eau en prismes volumineux, peu solubles, fusibles vers 225° en se décomposant. Le second est très soluble dans l'eau et dans l'alcool fort, peu soluble dans l'alcool absolu, insoluble dans l'éther; il forme des croûtes cristallines, incolores, dures, anhydres, fusibles vers 218°.

» V. Après avoir contesté l'existence de la cinchonifine (*Annalen der Chemie*, t. CCLIX, p. 223; 1890), M. Hesse a décrit récemment (*ibid.*, t. CCLXXVI, p. 103; 1893), sous le nom d'*homocinchonine*, une base qui nous paraît présenter avec la cinchonifine de grandes analogies; il obtient d'ailleurs cet alcali dans des conditions très peu différentes de celles que nous avons adoptées. Il sera nécessaire de comparer les deux produits. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérisie des acides nitrobenzoïques.*

Note de M. OCHSNER DE COXICK.

« J'ai continué l'étude des isomères nitrobenzoïques, en déterminant leurs solubilités dans différents milieux acides et neutres.

» 1° *Acide acétique étendu.*

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>meta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 10^{\circ}, 7$	$t = + 9^{\circ}, 5$	$t = + 9^{\circ}, 6$
$\alpha = 0^{\text{gr}}, 3270$	$0^{\text{gr}}, 3054$	$0^{\text{gr}}, 0176$

» 2° *Acide chlorhydrique étendu.*

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 8^{\circ}, 5$	$t = + 10^{\circ}, 2$	$t = + 9^{\circ}, 5$
$\alpha = \left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{gr}}, 0504 \\ 0^{\text{gr}}, 0500 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{gr}}, 0300 \\ 0^{\text{gr}}, 0298 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{gr}}, 0047 \\ 0^{\text{gr}}, 0044 \end{array} \right.$

» 3° *Acétone pure.*

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 9^{\circ}, 7$	$t = + 9^{\circ}, 2$	$t = + 10^{\circ}, 0$
$\alpha = \left\{ \begin{array}{l} 4^{\text{gr}}, 1528 \\ 4^{\text{gr}}, 1486 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 4^{\text{gr}}, 1540 \\ 4^{\text{gr}}, 1495 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{gr}}, 4550 \\ 0^{\text{gr}}, 4536 \end{array} \right.$

» 4° *Alcool méthylique pur.*

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 10^{\circ}, 3$	$t = + 10^{\circ}, 5$	$t = + 9^{\circ}, 6$
$\alpha = \left\{ \begin{array}{l} 4^{\text{gr}}, 278 \\ 4^{\text{gr}}, 267 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 4^{\text{gr}}, 740 \\ 4^{\text{gr}}, 728 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{gr}}, 1645 \\ 0^{\text{gr}}, 1626 \end{array} \right.$

» 5° *Alcool éthylique pur à 92°.*

Acides		
<i>ortho.</i>	<i>méta.</i>	<i>para.</i>
$t = + 10^{\circ}, 8$	$t = + 11^{\circ}, 7$	$t = + 9^{\circ}, 9$
$\alpha = \left\{ \begin{array}{l} 2^{\text{gr}}, 840 \\ 2^{\text{gr}}, 794 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 3^{\text{gr}}, 320 \\ 3^{\text{gr}}, 307 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{gr}}, 0906 \\ 0^{\text{gr}}, 0900 \end{array} \right.$

» Ces cinq séries d'expériences sont parfaitement concordantes, et il en résulte que, dans les dissolvants neutres et acides employés, l'isomère *ortho* se rapproche de l'isomère *méta*. On remarquera aussi la solubilité extrêmement faible de l'isomère *para* dans les alcools méthylique et éthylique.

» En résumé, dans le groupe des acides nitrobenzoïques, l'isomère *ortho* se rapproche tantôt de l'isomère *méta*, tantôt de l'isomère *para* (voir ma précédente Note.)

» Dans le groupe des acides amido-benzoïques (*Comptes rendus*, séance du 6 mars 1893), on observe les mêmes relations; mais, de plus, pour un certain nombre de dissolvants, l'isomère *méta* se rapproche nettement de l'isomère *para*.

» En raison du mode de dérivation des acides amido-benzoïques, à partir des acides nitro-benzoïques, le résultat que j'annonce aujourd'hui pouvait, jusqu'à un certain point du moins, être prévu.

Je me propose donc de rechercher, en étudiant d'autres groupes d'isomères, si l'on est autorisé à dire d'une manière tout à fait générale que *les isomères aromatiques se ressemblent in différemment deux à deux.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dibromogallanilide et son éther triacétylé.*

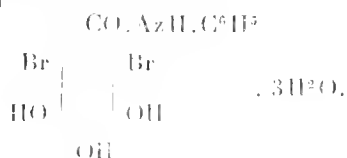
Note de M. P. CAZENEUVE, présentée par M. Friedel.

« En versant sur de la gallanilide finement pulvérisée (24<sup>gr.</sup>, 5) du brome (32<sup>gr.</sup>, 5) dissous dans le chloroforme, on voit ce dernier disparaître peu à peu avec élévation de température. On laisse le chloroforme s'évaporer spontanément. La masse est lavée à plusieurs reprises à l'eau bouillante pour détruire une combinaison bromhydrique décomposable par l'eau, puis est mise à cristalliser dans l'alcool méthylique aqueux et bouillant. On obtient ainsi de petites aiguilles d'une grande blancheur, qui correspondent à l'analyse au dérivé dibromé.

» La dibromogallanilide est peu soluble dans l'eau, même bouillante. Cette dernière laisse toutefois déposer des cristaux par refroidissement, renfermant 3 molécules d'eau de cristallisation qu'ils perdent à 100°. La dibromogallanilide est soluble dans l'alcool et dans l'éther. Elle ne fond pas sans décomposition; elle bleuit le perchlorure de fer.

» Sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré à 150° pendant une heure en tube scellé, elle se dédouble en aniline et en un produit noirâtre, résultat de l'altération de l'acide dibromogallique formé dans le dédoublement. Le liquide additionné de soude et distillé donne de l'aniline pure entraînée par la vapeur d'eau.

» La constitution de la dibromogallanilide est donc la suivante, en partant de l'acide gallique :



» La bromuration a lieu dans le noyau gallique et non dans le noyau anilide. Le fait est d'autant plus digne d'être noté que la bromuration de la benzanilide aussi bien que sa nitrification ont lieu dans le noyau anilide. Les benzanilides nitrées donnent, par réduction, des benzanilides amidées qu'on peut bromer. La bromuration a lieu dans le noyau déjà substitué.

On connaît ainsi la benzanilide paraamidée orthobromée

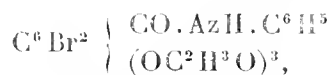


» La règle qui préside à ces substitutions dans les corps à deux noyaux mériterait d'être approfondie. Les faits semblent en faveur de cette idée que le noyau déjà le plus substitué subit préférablement la substitution.

» La dibromogallanilide forme une combinaison moléculaire instable soit avec l'acide bromhydrique, soit avec l'acide chlorhydrique.

» Le chlorure d'acétyle à l'ébullition n'attaque pas la dibromogallanilide. L'anhydride acétique l'attaque assez rapidement. Après dix minutes d'ébullition, on précipite par l'eau. Le corps lavé et séché est purifié par cristallisation dans l'alcool fort additionné d'un peu d'acide acétique. On obtient de petits cristaux blancs insolubles dans le benzène et la ligroïne, mais solubles dans le chloroforme qui abandonne par évaporation un résidu amorphe.

» Le corps obtenu est un dérivé triacétylé de la formule



qui ne fond pas sans décomposition et n'a plus d'action sur le perchlorure de fer.

» L'ébullition au sein de l'alcool saponifie partiellement ce dérivé qui donne alors la coloration bleue avec le perchlorure de fer, avec passage sans doute à un corps di- ou monoacétylé, point que nous n'avons pas approfondi.

» Les tentatives faites pour saponifier les deux atomes de brome du noyau n'ont pas abouti. Nous avons fait bouillir, pendant deux heures, au réfrigérant ascendant le corps avec une solution acétique d'acétate de potasse sec additionné même d'anhydride acétique. Le corps est resté inaltéré. Une nouvelle tentative à 180° en tube scellé n'a pas donné de meilleurs résultats. Le liquide a simplement bruni, par suite d'une altération partielle et très limitée de la dibromogallanilide retrouvée avec ses caractères.

» Cette solidité du brome en solution acide contraste avec son instabilité lorsque le corps a subi l'action des alcalis et s'est oxydé au contact de l'air. Il se produit alors des transformations intéressantes que nous étudierons dans une prochaine Note. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur l'anatomie et le développement de l'armure génitale mâle des Lépidoptères* (1). Note de M. PEYTOUREAU, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'armure génitale mâle des Lépidoptères a donné lieu, dans ces dernières années, à des travaux descriptifs importants qui ont fixé la systématique d'un certain nombre de genres. La morphologie de ces pièces solides est cependant encore peu connue et les idées émises sur leur origine paraissent, en général, reposer plutôt sur des vues théoriques que sur leur mode réel de développement.

» Mes recherches ont porté sur un grand nombre d'espèces chez lesquelles j'ai constamment trouvé huit tergites abdominaux visibles à l'intérieur et sept sternites seulement, le premier faisant généralement défaut dans cet ordre d'insectes. Tous ces zoonites sont recouverts d'écailles et de poils; le huitième urosternite peut même être armé (c'est le cas du *Bombyx mori*) de diverticules internes en forme de crochets.

» Le neuvième urite n'est visible qu'à la dissection; son tergite et son sternite, le plus souvent intimement soudés, sont parfois unis seulement par une membrane assez lâche.

» Le neuvième urotergite porte à son bord postérieur un prolongement creux, plus ou moins mamelonné et terminé en pointe, l'*uncus*, qui paraît, chez l'adulte, faire partie intégrante du neuvième urite; à la face inférieure de l'*uncus* s'ouvre l'*anus*, bordé en dessous, chez le *Bombyx mori*, par un bourrelet chitinisé formant avec l'*uncus* une mâchoire articulée et, chez d'autres espèces, par une membrane plus ou moins plissée, le *scaphium*.

» Le neuvième urosternite s'élargit à sa partie inférieure médiane en une expansion aplatie, chitinisée et creuse, le *saccus*, qui se dirige en avant à l'intérieur de l'abdomen et donne insertion à des masses musculaires puissantes.

» De chaque côté de ce neuvième urosternite s'articule, au bord postérieur, un appendice latéral creux de forme variable, la *valve*, dont la paroi interne porte des appendices et des crochets; cette paroi se continue en une membrane lâche qui entoure le pénis chitinisé et creux comme une bague, porte des paramères plus ou moins nets et va se confondre avec le *scaphium*.

» J'ai pu suivre le développement des pièces pendant la vie nymphale

---

(1) Ce travail a été fait à la Faculté des Sciences de Bordeaux, dans le laboratoire de M. Kunstler, professeur-adjoint de Zoologie.

du *Bombyx mori*. A cette période, le tégument tout entier est membraneux; il ne se chitinisera qu'après que l'armure aura pris sa forme définitive, au moment où le papillon sera sur le point de percer le cocon.

» Chez la chrysalide jeune, apparaît, au milieu de l'ébauche du huitième urite, disposée en un bourrelet régulièrement circulaire, une sorte de rosace dans laquelle se distinguent déjà les rudiments des pièces génitales. A la région supérieure, le rectum, portant à son extrémité l'orifice anal, fait une forte saillie. Au-dessus de lui le neuvième urotergite, disposé en mamelon, présente de chaque côté un léger pli transversal qui limite déjà l'ébauche de l'uncus. Le neuvième urosternite forme également un mamelon de chaque côté duquel se développent les valves solidement fixées à lui, comme deux ailes membranenses courtes et épaisses. Entre le rectum, les ailes et le neuvième urosternite s'étend une membrane aplatie, au centre de laquelle un orifice circulaire livre passage à l'ébauche du pénis.

» Plus tard, les valves augmentent de dimensions, tout en conservant leur forme primitive; ce n'est qu'à une époque ultérieure du développement qu'elles s'allongent en pointe effilée pendant que l'uncus se transforme et qu'apparaît très nettement, comme un bourrelet infra-rectal, l'ébauche du scaphium.

» Au moment où les téguments commencent à se chitiner, l'uncus et le scaphium ont pris l'aspect qu'ils auront chez le Papillon, aspect qui ne rappelle plus que de loin leur origine segmentaire, bien que le mode de développement de ces organes leur donne réellement la valeur morphologique d'un dixième urite plus ou moins atrophié. C'est à la même période que se forme l'ébauche du saccus; une expansion de la membrane d'union du huitième au neuvième urite prend naissance du bord antérieur du neuvième urosternite et se dirige en avant dans la cavité abdominale; la pièce définitive se trouve constituée par plicature inférieure des bords latéraux de cette expansion, puis coalescence sur la ligne médiane.

» Il résulte des observations précédentes que l'abdomen des Lépidoptères mâles se trouve formé de dix urites, l'uncus, soudé, chez l'adulte, à l'anneau précédent, devant être regardé comme un dixième urotergite, et le scaphium comme un dixième urosternite, d'après leur mode de développement. L'anus débouche au-dessous du dixième urotergite; le dixième urosternite fait souvent défaut et une membrane plissée le remplace. Le neuvième urosternite donne naissance aux valves et, par un phénomène de plissement, au saccus. Le pénis est situé entre le neuvième et le dixième urosternite et passe à travers leur membrane d'union qui présente souvent des paramères nettement développés. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le système nerveux du Dreissensia polymorpha.*  
 Note de M. TOURENG.

« Entre autres particularités du système nerveux des Lamellibranches, présentées par le *Dreissensia polymorpha*, se trouve la suivante.

» De chaque côté de la masse viscérale et en avant, disposé entre le connectif cérébro-viscéral et le nerf branchial, existe un ganglion supplémentaire, réniforme, très nettement délimité, qu'un pédicule bien distinct partant de son bord postérieur convexe relie avec elle. De ce ganglion, que recouvre du côté de la cavité palléale un épithélium pigmentaire, partent :

» *a.* De son bord interne et antérieur, un fin connectif qui, après un trajet plus ou moins long, se soude avec le connectif cérébro-viscéral ;

» *b.* De son bord concave antérieur, une série de nerfs très fins, s'incurvant du côté de la branchie correspondante, qu'ils rejoignent vers sa portion antérieure ;

» *c.* De son bord externe, un tronc nerveux qui s'accôle dès son origine au nerf branchial et se confond avec ce dernier après un trajet généralement court. De ce tronc se détachent de fines ramifications, qui se distribuent à la portion moyenne de la branchie ;

» *d.* Enfin, vers son bord interne, le ganglion émet un prolongement, de calibre inégal, qui passe sur le connectif cérébro-viscéral, se soudant au passage avec lui, et se dirige ensuite vers la région moyenne du corps où il rencontre son symétrique. Du point de confluence, accusé par un épalement gangliforme, émanent deux ou plusieurs filets à trajet flexueux, qui, par certains points, contractent adhérence avec les connectifs cérébro-viscéraux, par d'autres avec deux nerfs directs émis antérieurement par la masse viscérale, en même temps qu'ils se relient entre eux par des anastomoses. De là résulte un réseau à larges mailles, qui se distribue dans les organes de la vie végétative; deux branches s'en détachent, très étendues transversalement, l'une à droite, l'autre à gauche, qui, par leurs ramifications, innervent toute la portion moyenne du manteau. »



BOTANIQUE. — *Sur certains principes actifs chez les Papayacées.*

Note de M. LÉON GUIEAUD, présentée par M. Duchartre.

« Dans plusieurs Notes récentes (1), j'ai montré qu'un certain nombre de familles, voisines des Crucifères par leurs caractères botaniques, s'en rapprochent également par la nature et la localisation des principes particuliers qu'elles renferment et qui fournissent des essences analogues à celles des Crucifères. Le même fait se rencontre également chez les Papayacées, qui n'ont pourtant aucune affinité botanique avec les familles précédentes.

» Parmi les espèces que j'ai étudiées : *Carica Papaya* L., *C. condinamaricensis* Hook. fils, *Vasconcellea quercifolia* Saint-Hil., la première surtout permet de constater facilement, quand on s'adresse à la racine, la présence d'un ferment soluble, possédant les propriétés de la myrosine, et celle d'un glucoside analogue au myronate de potassium. Quelques grammes de racine suffisent, en effet, à donner par distillation un liquide contenant une essence sulfo-azotée, comparable à celle des Crucifères et des familles qui leur ressemblent par leurs propriétés. Comme chez ces plantes, l'essence ne préexiste pas dans les tissus intacts; sa formation résulte de l'action exercée par le ferment sur le glucoside quand on broie les tissus frais; déjà, sur une simple section de la racine du Papayer, il se dégage une odeur caractéristique.

» Les deux principes se retrouvent dans les autres organes végétatifs du *Carica Papaya*; mais la tige en renferme beaucoup moins que la racine: elle est surtout pauvre en glucoside. Sans contenir une aussi forte proportion de glucoside que la racine, la feuille est au contraire plus riche qu'elle en ferment: ainsi, avec 0<sup>gr</sup>, 10 de limbe foliaire, on détermine en quelques minutes, à 50°, le dédoublement du myronate de potassium en solution aqueuse.

» Dans les deux autres espèces mentionnées, la quantité d'essence qu'on peut retirer des divers organes végétatifs est relativement beaucoup moins

(1) *Sur la localisation des principes actifs chez les Capparidées (Comptes rendus, 14 octobre 1893); id., chez les Tropéolées (Comptes rendus, 30 octobre 1893); id., chez les Limnanthées (Comptes rendus, 27 novembre 1893); id., chez les Résédaées (Comptes rendus, 11 décembre 1893).*

élevée. Même avec la racine, dont quelques grammes suffisent, dans le cas du Papayer commun, à donner une eau distillée où les réactions de l'essence sont manifestes, il est nécessaire, pour obtenir des traces d'essence, d'opérer sur environ 30<sup>gr</sup> de substance avec le *C. condinamarcentis*, et 500<sup>gr</sup> avec le *Vasconcellea* (1). Cette infériorité relative est due surtout à une diminution dans la proportion du glucoside; car, sans être aussi riche en ferment que celle du *C. Papaya*, la racine, dans ces deux espèces, en renferme pourtant une quantité très appréciable. La même remarque, en ce qui concerne le glucoside, est applicable à la feuille de ces mêmes espèces; mais le ferment s'y trouve en aussi forte proportion que dans celle du Papayer commun.

» La papaïne, sorte de trypsine végétale depuis longtemps connue dans le latex de ces plantes, et la carpaïne, alcaloïde extrait récemment de la feuille des Papayers, n'ont rien de commun avec les principes dont il s'agit.

» Tout d'abord, on peut remarquer que les organes les plus pauvres en ferment actif sur le myronate de potassium, tels que la tige, surtout chez le *Vasconcellea*, sont très abondamment pourvus de latex; en outre, j'ai constaté que ni le latex frais ou sec, ni la papaïne, ne décomposent le myronate. Le ferment qui intervient dans la production de l'essence n'existe donc pas dans les laticifères; il est situé dans certaines cellules parenchymateuses des organes.

» La preuve en est également fournie par la graine du *C. Papaya*, laquelle est en même temps intéressante par la curieuse analogie qu'elle présente, au point de vue de la localisation de la myrosine, avec certaines graines de Crucifères.

» Parmi ces dernières, la Lunaire, par exemple, offre l'un des cas où la plus grande partie de la myrosine de la graine se trouve localisée dans la couche externe, non scléreuse, du tégument séminal. Or, il en est de

---

(1) Ces plantes s'étaient développées en serre à Paris. Les trois espèces étaient cultivées côte à côte dans les mêmes conditions. La racine du *Carica Papaya* s'est trouvée envahie par l'Anguillule de la Betterave, tandis que les deux autres espèces restèrent indemnes, comme d'ailleurs les plantes situées dans leur voisinage. Or, on sait que ce Nématode affectionne particulièrement les racines des Crucifères et que, pour en débarrasser les terres à betterave, on y sème des choux ou de la navette, qui jouent le rôle de plantes-pièges. En envahissant la racine du *C. Papaya*, le parasite avait donc, en quelque sorte, choisi l'espèce la plus voisine des Crucifères par la proportion de principe sulfuré qu'elle renferme.

même pour la graine du Papayer où cette couche superficielle, souvent décrite à tort comme une arille, forme une espèce de sac recouvrant la zone sous-jacente, brune et sclérifiée, du tégument. Le tissu mou qui la constitue n'offre pas de laticifères.

» Dans l'embryon, on trouve aussi une petite proportion de ferment accompagné de glucoside; mais ce dernier composé existe toujours dans l'albumen, qui, par contre, est privé de ferment. Sous ce rapport, la graine du Papayer ressemble tout à fait à celle des Capparidées, où, comme je l'ai montré, la myrosine se trouve dans l'embryon et fait défaut dans l'albumen. Cette localisation est évidemment en rapport avec l'action digestive que l'embryon exerce sur l'albumen pendant la germination.

» En résumé, les Papayacées offrent un nouvel exemple d'une étroite analogie de composition et de propriétés avec d'autres familles, dont elles diffèrent entièrement par leurs caractères morphologiques. »

BOTANIQUE. — *La reproduction sexuelle des Mucorinées.* Note de MM. P.-A. DANGEARD et MAURICE LÉGER, présentée par M. Duchartre.

« Dans cette étude, nous choisirons comme type le *Sporodinia grandis* dont nous avons obtenu un grand nombre de zygospores à tous les états de développement : les plus jeunes ont été traitées directement par les réactifs colorants; d'autres, après écrasement dans le collodion; enfin, le plus souvent, nous avons été obligés de débiter ces zygospores en sections minces, avant de les soumettre à l'action des réactifs.

» La zygospore jeune a la forme d'un tonnelet; elle montre bientôt à sa surface, en cutinisant sa membrane, le début des ornements caractéristiques mamelonnés. A ce moment, le protoplasma est très dense et homogène; il renferme une grande quantité de noyaux qui se montrent comme de petites vacuoles; après coloration, on y reconnaît la présence d'un nucléole et d'une membrane nucléaire; ils sont rapprochés les uns des autres au nombre de plusieurs centaines.

» La membrane médiane de la zygospore, qui jusque-là sépare les deux gamètes, se résorbe, laissant les deux protoplasmas sexuels communiquer librement; les parois latérales de la zygospore présentent une tache centrale brune et une quantité de petites punctuations de diverses grandeurs qui lui donnent l'aspect d'un crible; elles favorisent les échanges avec les ampoules latérales qui renferment encore longtemps du protoplasma et des noyaux.

» Le protoplasma de la zygospore organise sa membrane propre qui se moule sur les cavités de l'enveloppe externe cutinisée. Nous avons obtenu, alors que cette membrane commençait à se former, de magnifiques préparations au moyen d'un procédé

particulier de double coloration : le protoplasma possède une structure réticulée, à mailles excessivement fines à la surface, où se dépose la cellulose, à mailles un peu plus larges vers l'intérieur. Sous l'influence de la double coloration, on voit des noyaux de deux sortes : les uns, qui ont deux ou trois fois le diamètre des noyaux ordinaires, ont un nucléole arrondi, dense, coloré en rouge; la membrane nucléaire est à double contour et excessivement nette; l'intervalle compris entre le nucléole et la membrane reste incolore; le protoplasma garde une coloration bleue; les autres noyaux plus petits ont un nucléole réduit.

» A un stade plus avancé, alors que l'huile commence à s'accumuler au centre de la zygospore, le protoplasma qui s'étend entre la vacuole centrale oléifère et la paroi renferme encore de nombreux noyaux; il nous a été impossible d'y retrouver les différences de grosseur signalées plus haut; ils sont encore nucléolés, mais bientôt ce nucléole se réduit à un point central, et les noyaux ne sont plus que de petites vacuoles remplies d'eau qui finalement disparaissent; du moins, il nous a été impossible de les retrouver par les méthodes ordinaires.

» En effet, dans la zygospore mûre, le globule huileux est très gros et le protoplasma est réduit à une couche pariétale dense en certains points, vacuolaire dans le reste; si cette couche ne montre pas de noyaux, elle renferme des formations, difficiles à interpréter, qui se présentent sous les aspects suivants :

» A. La zygospore renferme un très gros corpuscule elliptique, vacuolaire, coloré en rouge; dans le protoplasma coloré en violet existent un certain nombre de vésicules à enveloppe rougeâtre, bien distinctes des vacuoles ordinaires; quelques-unes sont en contact avec le corpuscule central.

» B. Dans la zygospore, on trouve un corpuscule sphérique, dense, coloré en rouge foncé; il est entouré d'une zone membraneuse, mince, incolore. A ce stade, le protoplasma conserve une teinte violacée.

» C. La zygospore montre deux gros corpuscules sphériques, ressemblant, à s'y méprendre, à des noyaux nucléolés, tels qu'on les rencontre dans les plantes supérieures.

» Ayant rencontré un autre aspect dans lequel le protoplasma du corpuscule était entouré d'une membrane épaisse, incolore, striée concentriquement, nous avons étudié des zygospores d'un *Mucor* sp.; nous avons reconnu que ce dernier aspect était dû à une section de prolongements internes de la membrane de la zygospore; leur nombre est de quatre ou cinq; mais cette explication ne peut s'appliquer aux stades A, B, C qui peut-être sont en rapport avec la fécondation.

» On sait quelles difficultés présente l'étude des oospores formées par le concours de gamètes plurinucléés (<sup>1</sup>). L'attention des observateurs devra se porter maintenant de préférence sur les phénomènes qui précè-

---

(<sup>1</sup>) Consulter : P.-A. DANGEARD, *La reproduction sexuelle des Champignons* (*Le Botaniste*, 3<sup>e</sup> série, 6<sup>e</sup> fascicule, janvier 1894).

dent la germination des œufs, afin de rechercher, ce qui paraît probable, si les noyaux de la plante nouvelle proviennent d'un seul noyau sexuel ( $\sigma + \varphi$ ), tous les autres ayant servi à la constitution de la membrane et à la formation des réserves.

» Ajoutons que les jeunes zygospores formées renferment, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici <sup>(1)</sup>, des cristaux de mucorine, disséminés dans le protoplasma. »

**PATHOLOGIE VÉGÉTALE.** -- *Symbiose de l'Heterodera radicum avec les plantes cultivées au Sahara.* Note de MM. PAUL VUILLEMIN et ÉMILE LEGRAIN, présentée par M. Duchartre.

« La plupart des plantes maraîchères que nous avons observées à El Oued ont leurs racines envahies par l'*Heterodera radicum*. L'Anguillule s'attaque à la fois aux Carottes, aux Navets, aux Oignons cultivés de longue date par les indigènes, près des Palmiers, et aux espèces d'origine française introduites au jardin du bureau arabe (Betterave, Aubergine, Céleri, etc.). Aucun *Heterodera* n'avait encore été signalé chez les *Allium*, les *Apium*, ni chez les Solanées. On ne connaissait sur les racines des Crucifères que l'*Heterodera Schachtii*. Les tumeurs provoquées par l'irritation parasitaire répondent aux descriptions données par divers auteurs : les racines de l'*Allium Cepa* offrent des renflements fusiformes indiqués chez diverses Monocotylées; celles des Dicotylées sont couvertes de dilatations variéuses superposées, plus ou moins arrondies.

» Les Betteraves, les Aubergines, les Céleris, d'abord indemnes, montrent les premières déformations après le repiquage. L'agent pathogène vient du sol infecté par les anciennes cultures du pays.

» Les Navets et les Carottes arabes, généralement chargés de tumeurs, sont de moins bonne qualité que les semis de graines importées, soustraits aux atteintes du parasite. Au contraire, les Betteraves, les Aubergines, les Tomates, les Céleris, se développent d'autant mieux que leurs racines sont couvertes d'excroissances plus nombreuses. En l'absence de renflements, ces plantes donnent des sujets rabougris et n'arrivent pas à maturité.

» Enbus des idées régnantes sur l'action destructive de l'*Heterodera radicum*, dans les cultures européennes aussi bien que sur les Caféiers du

(1) VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, 2<sup>e</sup> édition, p. 522.

Brésil, nous avons supposé d'abord une simple coïncidence entre la propagation du parasite et la prospérité de son hôte. L'existence des Anguillules aurait dénoté une humidité suffisante pour amener la résistance de la plante dans un milieu essentiellement aride.

» L'étude histologique des renflements nous a révélé dans les tissus de la plante hospitalière une modification très avantageuse, provoquée par l'irritation parasitaire et permettant de considérer l'association de l'*Heterodera* avec la racine comme une véritable symbiose.

» Au voisinage des Vers, un certain nombre de rudiments de vaisseaux, appartenant au bois primaire aussi bien qu'au bois secondaire, au lieu de s'allonger en tubes et de lignifier leur paroi, se transforment de bonne heure en utricules fortement renflées. Leurs noyaux grandissent et se multiplient. On en trouve jusqu'à cinquante et davantage dans une seule utricule. Le protoplasma, riche en réserves azotées et privé d'amidon, emprisonne dans les mailles d'un vaste réseau une grande quantité d'eau. La paroi, fortement épaisse, essentiellement cellulosique, prend les caractères du collenchyme. A ce titre, elle fonctionne aussi comme réservoir de liquide. Elle est fenêtrée d'un grand nombre de ponctuations, qui permettent aux utricules de puiser l'eau aux vaisseaux et de la céder aux cellules altérées du voisinage.

» Sans entrer dans des détails histologiques qui trouveront leur place dans un Mémoire spécial, nous pouvons, à l'aide des indications précédentes, comprendre les avantages des individus ainsi modifiés. Au jardin d'El Oued, le sol, uniquement constitué par du sable jusqu'à 50<sup>m</sup> de profondeur, absorbe l'eau prodiguée deux fois par jour. Grâce à la structure provoquée par l'irritation parasitaire, une quantité de liquide suffisante est mise en réserve pour que les plantes ne dépérissent pas dans l'intervalle des arrosages.

» La transformation des vaisseaux en cellules géantes à noyaux multiples est également nette chez les *Beta vulgaris*, *Apium graveolens*, *Solanum Melongena*, *Lycopersicum esculentum*. Elle se manifeste de même chez l'*Allium Cepa*, bien que, d'après C. Müller et Frank, les Vers qui s'attaquent aux Monocotylées se localisent de préférence dans l'écorce et respectent le cylindre central.

» Chez le Navet et la Carotte, des cellules géantes se forment assez souvent par le même procédé; mais elles disparaissent de bonne heure par suite du rapide développement des vaisseaux non transformés et du parenchyme. Tantôt les utricules sont écrasées et leurs parois opposées arrivent au

contact. Tantôt leur contenu se segmente en nombreuses cellules à parois minces, munies d'un seul noyau. Ce tissu de remplissage se gorge d'amidon et perd les caractères qui en faisaient un réservoir d'eau. Les parois épaisses et collenchymateuses persistent. Souvent elles sont disloquées en fragments multiples, entraînés par la multiplication des cellules filles. La matière ligneuse, sans pénétrer encore la membrane cellulosique ancienne, vient s'apposer en bourrelets irréguliers sur leur face interne. Cette régression des cellules géantes explique pourquoi les Navets et les Carottes, tout en résistant à la sécheresse par suite de leur consistance normalement charnue, ne tirent aucun profit de la présence des Anguillules, et n'acquièrent pas cette structure succulente, si remarquable au milieu des sables du désert.

» Les tubercules produits par la symbiose des végétaux inférieurs ne se forment pas à El Oued. Les Légumineuses qu'on y a semées n'ont presque rien donné. Leurs racines étaient dépourvues de nodosités. Cet insuccès est dû uniquement à l'aridité du sol, car, à peu de distance d'El Oued, au bord septentrional du chott Melrir, nous avons observé, sur des *Medicago*, les tubercules classiques avec leur parasite habituel.

» La résistance des Anguillules à la sécheresse, leur faculté de réviviscence en font des auxiliaires de la végétation supérieure dans un milieu dont l'aridité exclut les symbioses cryptogamiques.

» Ainsi l'*Heterodera radicicola*, qui, dans les serres ou dans les champs des contrées humides, ne manifeste sa présence que par une action épuisante et destructive, compense largement, au Sahara, le tribut qu'il impose à la plante, en lui permettant de végéter plus activement et en lui assurant constamment l'humidité, c'est-à-dire le facteur qui acquiert, dans un tel milieu, une importance prépondérante.

» A côté des êtres généralement inoffensifs, qui se démasquent, dans certaines circonstances, comme de redoutables agents pathogènes, cet exemple nous permet de placer une espèce qui, suivant les conditions du milieu dans lequel elle vit, exerce les plus graves conséquences du parasitisme, ou produit les effets les plus salutaires de la symbiose. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques minéraux de la Nouvelle-Calédonie.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. A. Des Cloizeaux.

« Dans la région schisteuse de la pointe nord de la Nouvelle-Calédonie, il existe un certain nombre de gisements métallifères, principalement constitués par de la chalcoppyrite, mélangée à de petits filonnets de galène,

de blende, de pyrite, etc. On y trouve aussi du cuivre natif, de la cuprite, de la mélaconise, de la malachite, de la chessylite, etc. (mine de Balade, près d'Ouéga, etc.).

» La collection minéralogique du Muséum d'Histoire naturelle s'est récemment enrichie, grâce à la générosité de M. P. Mirabaud, d'une série d'échantillons provenant de la mine Meretrice, située dans la vallée du Diahot : ces échantillons m'ont permis de compléter les observations que je recueille depuis plusieurs années sur la minéralogie de cette région de la Nouvelle-Calédonie. En outre des sulfures énumérés plus haut, j'ai observé les espèces minérales suivantes : *anglésite*, *cérusite*, *linarite*, *chessylite*, *malachite*, *buratite*, *argent natif*, *cuivre natif*, *cuprite*; j'ai eu en outre l'occasion d'étudier des échantillons de *pyromorphite* et d'*atacamite* indiqués comme provenant de la vallée du Diahot, sans indications plus précises et qui ont sans doute été fournis par la même mine.

» L'*anglésite* forme de superbes cristaux ayant en moyenne 5<sup>mm</sup>, mais atteignant parfois plusieurs centimètres; ils sont colorés en jaune d'ocre d'une façon irrégulière par une limonite terreuse sur laquelle ils sont implantés. Leur forme dominante est celle de la barytine d'Auvergne; les faces les plus importantes comme développement sont  $m(110)$ ,  $a^2(102)$ , souvent associées à  $e^1(011)$  et presque toujours à  $p(001)$ ; les faces  $g^1(010)$ ,  $g^2(130)$ ,  $g^3(120)$ ,  $h^1(100)$ ,  $b^{\frac{1}{2}}(111)$ ,  $(b^1b^{\frac{1}{2}}g^{\frac{1}{2}})(122)$  sont moins fréquentes et généralement étroites.

» La *cérusite* se présente en cristaux non moins beaux, offrant deux types distincts : l'un, à aspect pyramidal, grâce au développement des faces  $b^{\frac{1}{2}}(111)$  et  $e^{\frac{1}{2}}(021)$  qui existent parfois seules, se rencontre surtout à la surface de la galène; l'autre est prismatique, constitué par des cristaux allongés suivant l'arête de zone  $pg^1(001)(010)$  et souvent en outre aplatis suivant  $g^1(010)$ . Ces derniers sont souvent de très grande taille et se trouvent dans les cavités d'une limonite scoriacée ou dans des roches quartzieuses; ils sont associés à des cristaux de chessylite et à de la malachite. Ces cristaux de cérusite, très variés de formes, sont le plus souvent maclés suivant  $m(110)$  ou  $g^2(130)$  et présentent d'assez nombreuses facettes :  $h^1(100)$ ,  $g^2(130)$ ,  $a^2(102)$ , etc.

» Un des échantillons de limonite riche en cérusite, que j'ai examiné, est recouvert de délicates dendrites d'*argent natif*, souvent implantées sur les cristaux de cérusite. L'argent natif est ici le dernier minéral formé; il rappelle dans toutes ses particularités celui des anciennes mines du Huelgoat.



» La *pyromorphite* est remarquable par la beauté et la netteté de ses cristaux d'un jaune vif. Ce sont des prismes hexagonaux formés d'assises successives, parallèles à la base, et présentant des nuances différentes de jaune; quelques-unes de ces assises ont un éclat soyeux trahissant une structure intérieure fibreuse : en outre des faces  $p(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $h^1(11\bar{2}0)$  (rare), il existe souvent des pyramides fort nettes :  $b^3(50\bar{5}4)$ ,  $b^2(20\bar{2}1)$  et  $b^{10}(10.0.\bar{1}0.1)$ ; ces deux dernières sont nouvelles; elles méritent une mention spéciale en raison du petit nombre de formes connues dans la pyromorphite.

» La *chessylite* paraît abondante à la mine Meretrice : elle y tapisse de grandes géodes, mais les cristaux très nets et mesurables sont assez rares : quelques-uns d'entre eux atteignent 1<sup>cm</sup>, 5 et rappellent ceux de Chessy. Ils sont souvent allongés suivant l'arête de zone  $ph^1(001)(100)$ , et plus ou moins aplatis, grâce au faible développement suivant l'axe vertical des faces de la zone prismatique. Ces cristaux sont riches en formes dont voici les plus fréquentes :  $h^1(100)$ ,  $h^5(320)$ ,  $m(110)$ ,  $g^3(120)$ ,  $p(001)$ ,  $a^2(\bar{1}02)$ ,  $a^1(\bar{1}01)$ ,  $o^1(101)$ ,  $o^2(102)$ ,  $e^1(011)$ ,  $d^2(111)$ , etc.

» La chessylite est presque toujours accompagnée de *malachite* en houppes soyeuses. Ce même minéral se trouve seul en aiguilles camelées transparentes, terminées par les faces  $p(001)$ ,  $a^3(\bar{4}03)$ , et rappelant les cristaux de Horhausen.

» Je n'ai rencontré que deux fois la *linarite*, associée à la limonite ou à la chessylite : elle forme de petits cristaux d'un beau bleu, allongés suivant la zone  $ph^1(001)(100)$ , aplatis suivant  $p(001)$  et présentant les formes  $h^1(100)$ ,  $m(110)$ ,  $p(001)$ ,  $a^1(\bar{1}01)$ ; ce minéral mérite une mention spéciale à cause de la rareté de ses gisements.

» La *buratite* en houppes nacrées d'un bleu pâle est associée à du quartz. Quant à l'*atacamite*, elle forme une masse très cristalline dont les cavités sont tapissées de petits cristaux verts transparents  $m(110)$ ,  $e^1(011)$ , allongés suivant l'axe vertical (collection de l'École des Mines).

» Le cuivre natif, intimement mélangé à la cuprite, imprègne du quartz ou des micaschistes ; il constitue des dendrites de cristaux déformés ; la cuprite n'a que des formes simples :  $p(100)$ ,  $a^1(111)$ ,  $b^1(110)$ .

» Cette longue énumération montre que la mine Meretrice est particulièrement riche en minéraux intéressants, formés par oxydation ou réduction superficielles de minerais sulfurés, plombifères et cuprifères ; ces minéraux

méritent toute l'attention des minéralogistes, par la perfection de leurs formes et les particularités de quelques-uns d'entre eux. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 FÉVRIER 1894.

(Suite.)

*Eucalyptographia. A descriptive atlas of the Eucalypts of Australia and the adjoining islands; by baron FERD. VON MUELLER, Government botanist for the colony of Victoria. Decades I-X. Melbourne, 1879-1884; 1 vol. in-4°.*  
(Présenté par M. A.-Milne Edwards.)

*Den norske Nordhavs-Expedition 1876-1878. XXII. Zoologi. Ophiuroidea,*  
ved JAMES A. GRIEG. Christiania, 1893; 1 fasc. in-4°.

*Annals of the astronomical observatory of Harvard College.* EDWARD C. PICKERING, director. Vol. XXIX. Miscellaneous researches made during the years 1883-1893. Cambridge, John Wilson and son, 1893; 1 vol. in-4°.

*A preliminary study of the Kalyani inscriptions of the Dhammachets 176 A. D.* by TAW SEIN-KO. Bombay, 1893; 1 br. in-4°.

*Transactions of the Royal Society of Edinburgh.* Vol. XXXVII. Part I. II. Edinburgh, 1893; 2 vol. in-4°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux l'un par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

**On souscrit, dans les Départements,**

**On souscrit, à l'Étranger,**

chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :
Michel et Médan.	<i>Lorient.</i>	Baumal.	<i>Amsterdam</i>	Feikema, Caarelsen et C <sup>o</sup> .	<i>Londres</i>	Dulan.
Gavault St-Lager.		M <sup>o</sup> Lexier.		Beek.		Hachette et C <sup>o</sup> .
Jourdan.		Bernoux et Cummin.	<i>Athènes</i>	Verdaguer.	<i>Luxembourg</i>	Nutt.
Ruff.		Georg.	<i>Barcelone</i>	Asher et C <sup>o</sup> .		A. Bück.
Courtin-Hecquet.	<i>Lyon.</i>	Megret.		Dames.	<i>Madrid</i>	Libr. Gutenberg
Germain et Grassin.		Chamard.	<i>Berlin</i>	Friedlaender et fils.		Capdeville.
Lachèse.		Vitte.		Mayer et Muller.	<i>Milan</i>	Gonzalez e hijos
Jérôme.	<i>Marseille</i>	Ruat.		Schmid, Francke et C <sup>o</sup> .		E. Fé.
Jacquard.		Calas.	<i>Berne</i>	Zanichelli.	<i>Moscou</i>	Dumolard freres
Avrard.	<i>Montpellier.</i>	Conlet.		Ramlot.		Hopff
Duthu.		Martial Place.	<i>Bologne</i>	Mayolez et Andriarte.	<i>Naples</i>	Gautier.
Muller (G.).		Jacques.		Lebègue et C <sup>o</sup> .		Furchheim.
Renaud.	<i>Nancy</i>	Grosjean-Maupin.	<i>Bruxelles</i>	Hannann.	<i>New-York</i>	Margherit di Gaus
Lefournier.		Sidon freres.		Rausteanu.		Pellerano.
F. Robert.	<i>Nantes</i>	Loiseau.	<i>Bucharest</i>	Kilian.		Dyssen et Pfeiffer
J. Robert.		M <sup>o</sup> Veloppé.		Deighton, Bell et C <sup>o</sup> .	<i>Odessa</i>	Stechert.
V <sup>o</sup> Uzel Caroff.		Batma.	<i>Budapest.</i>	Cammermeyer.	<i>Oxford.</i>	Westermann
Baer.	<i>Nice.</i>	Visconti et C <sup>o</sup>		Otto Keil.	<i>Palerme</i>	Rousseau.
Massif.		Thibaud.	<i>Cambridge.</i>	Host et fils.	<i>Porto.</i>	Parker et C <sup>o</sup>
Perrin.	<i>Nimes</i>	Lazeray.	<i>Christiana.</i>	Loescher et Seeber	<i>Prague.</i>	Clausen.
Henry.	<i>Orleans</i>	Blanchier.	<i>Constantinople.</i>	Hoste.	<i>Rio-Janeiro.</i>	Magalhaes
Marguerie.	<i>Poitiers</i>	Drumaud.	<i>Copenhague.</i>	Beuf.		Rivnae.
Rousseau.		Philon et Hervé.	<i>Florence.</i>	Cherbuliez.	<i>Rome</i>	Garnier
Bibou-Collay.	<i>Rocheport</i>	Girard (M <sup>o</sup> s).	<i>Gand.</i>	Georg.	<i>Rotterdam.</i>	Bocca freres
Lamarche.		Langlois.	<i>Geneve.</i>	Stapelholz.	<i>Stockholm.</i>	Kramers et fils
Ratel.	<i>Rouen</i>	Lestringant.		Belinfante freres	<i>St-Petersbourg.</i>	Sanson et Wallin
Damidot	<i>St-Etienne</i>	Chevalier.	<i>La Haye</i>	Benda.		Zunsering.
Lauverjat		Bastide.	<i>Lausanne</i>	Payot.		Wolff.
Crepin.	<i>Toulon</i>	Ramebe.		Bath.	<i>Turn.</i>	Bocca freres.
Drevet.		Gimet.	<i>Leipzig</i>	Brockhaus		Brieto.
Gratier.	<i>Toulouse</i>	Privat.		Lorentz.	<i>Varsovie.</i>	Clausen.
Foucher.		Borscher.	<i>Liege</i>	Max Rübe.		Rosenberg et Selher
Bourdignon.	<i>Tours</i>	Pericat.		Twietmeyer.	<i>Venone.</i>	Gebethner et Wollf
Dombre.		Suppligeon.		Desoer.	<i>Vienne.</i>	Drucker.
Lefebvre.	<i>Valenciennes</i>	Giard.		Gausé.		Frick.
Quarré.		Lemaître.			<i>Zurich.</i>	Gerold و غولد.
						Meyer et Zeller

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

Tomes 1<sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.  
Tomes 32 à 61. — (1<sup>er</sup> Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.  
Tomes 62 à 91. — (1<sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

**Table I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A. L.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les courbes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Paneréas et sur le rôle du suc paneréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 52 planches; 1856. .... 15 fr.  
**Table II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1859, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BROSS. In-4°, avec 27 planches; 1861. .... 15 fr.

À la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

# N° 10.

## TABLE DES ARTICLES. Séance du 3 mars 1894.

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

#### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

	Pages.		Pages.
M. O. COCHET. — Notice sur les travaux de l'Année <i>Météor.</i> . . . . .	303	M. H. MUSSAN. — Détermination de la densité de la magnésie fondue . . . . .	306
M. H. POINCARÉ. — Sur la série de Laplace. . . . .	307	M. CROVA. — Observations actinométriques faites en 1893 à l'Observatoire de Montpellier. . . . .	307
M. H. MUSSAN. — Préparation au four électrique d'un carbure de calcium cristallisé; propriétés de ce nouveau corps. . . . .	309		

### MÉMOIRES LUS.

P. F. COLIN. — Travaux à Madagascar en 1891. . . . .	310
--	-----

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, des BEAUX-ARTS ET DES CULTES transmet une lettre par laquelle M. <i>Bougerie</i> exprime le désir de soumettre à une Commission spéciale un « appareil producteur de courants semblables aux courants des mers », et un « appareil producteur de courants semblables aux courants de l'atmosphère ». . . . .	311	M. CH. DUBOIS adresse une Note « Sur un phénomène particulier au <i>Spirogyra</i> ». . . . .	314
		M. G. VINCENY adresse une Note relative à un « télégraphe souterrain hydraulique ». . . . .	314
		MM. BOURCHERAT et GRASSET adressent un Mémoire intitulé : « Statistique de la ville de Brom ». . . . .	314

### CORRESPONDANCE.

MM. F. BARNARD et CH. GROUIN-GOSCHIMARO adressent leurs remerciements à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux. . . . .	315	de nickel. . . . .	312
M. E. GOURSAT. — Sur les intégrales abéliennes qui s'expriment par des logarithmes. . . . .	316	M. J. ALLAIX-LE CASTEL. — Action du brome sur le paraxylène. . . . .	314
M. M. BOUAGNE. — Sur la composition des ions d'ions de situation d'un point. . . . .	317	MM. E. JENKINSON et F. LAURE. — Sur la méchomé. . . . .	316
M. C. HARTMANN. — Sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts. . . . .	319	M. O. CASSEDE COSSERAT. — Sur l'isomérisie des acides nitrobenzoïques. . . . .	318
M. L. MORET-REAU. — Sur l'absorption de l'énergie par un fil élastique. . . . .	321	M. P. CAZUCCIA. — Sur la dibromogallanide et son office triaxiale. . . . .	319
M. E. SEMBLAY. — Production d'un son dans un microphone, sous l'action d'une radiation thermique intermittente. . . . .	323	M. PYSCHOWSKI. — Recherches sur l'anatomie et le développement de l'organisme genital male des Lepidopteres. . . . .	319
M. G. F. MOUËT. — Etude expérimentale sur la dépense d'énergie qui peut correspondre à l'action chimique de la lumière. . . . .	325	M. TORINO. — Sur le système nerveux du <i>Dicissensia polymorpha</i> . . . . .	321
M. G. BIXLER. — Sur les poids atomiques de précision déterminés par l'argent comme métal de base secondaire. . . . .	328	M. L. GENIARD. — Sur certains principes actifs chez les Papavacées. . . . .	321
M. F. DEQUOY. — Sur les alliages de fer et BILLETIN DE L'ACADÉMIE. . . . .	329	M. P. B. DANGARD, C. M. LEGER. — La production sexuelle des Mucorinées. . . . .	327
		MM. P. VETTERLI et E. LUGRAN. — Symbiose de <i>Heterobrya ruficollata</i> avec les plantes cultivées au Sahara. . . . .	329
		M. A. LAYRON. — Sur quelques minéraux de la Nouvelle Calédonie. . . . .	331
			334

3029

1894

PREMIER SEMESTRE.

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXVIII.

N° 11 (12 Mars 1894).



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
Quai des Grands-Augustins, 55.

1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé, mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Comptes rendus* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Comptes rendus* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* et sur l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5<sup>h</sup>. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MARS 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LOEWY.

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète BB (Charlois), faites à l'Observatoire de Paris; par MM. O. CALLANDREAU et G. BIGOURDAN.*

Dates 1894.	Étoiles.	Grandeurs.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
Mars 10 . . . .	<i>a</i>	9	+1. 41 <sup>m</sup> . 51 <sup>s</sup>	-5. 18 <sup>m</sup> . 5 <sup>s</sup>	9:6	G. B.
10 . . . .	<i>b</i>	9	-1. 19. 03	-1. 22. 4	15:8	O. C.

*Positions des étoiles de comparaison.*

Dates 1894.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Mars 10 . . . .	<i>a</i> 2210 BD + 4	9.29. 1,81	+1,57	+4. 1.32,6	-3:7	} AGC } Albany
10 . . . .	<i>b</i> 2220 BD + 4	9.32. 2,48	+1,58	+3.57.37,4	-3:7	

C. R., 1894, 1<sup>er</sup> Semestre. (T. CXVIII, N° 11.)

*Positions apparentes de la planète.*

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>			
Mars 10 . . .	12.25.36	9.30.44,89	7,320	+3.56.10,4	0,798
10 . . .	12.26.19	9.30.45,03	7,321	+3.56.11,1	0,798

» *Remarques.* — 1894 Mars 10. La planète est de 11<sup>e</sup> grandeur.

» L'observation de M. Callandreau (O. C.) a été faite à l'équatorial de la tour de l'Est, et celle de M. Bigourdan (G. B.) à l'équatorial de la tour de l'Ouest. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du borure de carbone.* Note de M. HENRI MOISSAN.

« Dans l'action de l'arc électrique (1) sur le bore, le silicium et le carbone, nous avons déjà appelé l'attention sur l'existence de composés nouveaux, cristallisés, produits à très haute température, possédant une stabilité telle qu'ils sont inattaquables par la plupart de nos réactifs, et ayant une dureté assez grande pour être voisine, égale ou même supérieure à celle du diamant. Nous avons déjà donné plusieurs procédés de préparation du siliciure de carbone (2) et nous décrirons aujourd'hui un nouveau composé similaire, le borure de carbone.

» Deville et Wöhler (3) ont indiqué, en 1857, l'existence d'une variété de bore à laquelle ils ont donné le nom de *bore adamantin*. M. Hampe (4), reprenant cette expérience, a démontré qu'on se trouvait en présence d'un mélange de différents composés renfermant en particulier un borure d'aluminium et un carbo-borure d'aluminium, tous les deux définis et cristallisés.

(1) H. MOISSAN, *Action de l'arc électrique sur le diamant, le bore amorphe et le silicium cristallisé* (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 423).

(2) H. MOISSAN, *Préparation et propriétés du siliciure de carbone cristallisé* (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 425).

(3) WÖHLER et SAINTE-CLAIRE DEVILLE, *Annales de Chimie et de Physique*, 3<sup>e</sup> série, t. LI, p. 63.

(4) HAMPE, *Ann. der Chemie*, t. CLXXXIII, p. 75.



» Dans des recherches plus récentes sur le même sujet, M. Joly (1) a pu isoler dans ce mélange une petite quantité d'un borure de carbone dans lequel le dosage du carbone, après attaque par le chlore, l'a conduit à la formule  $\text{Bo}^6\text{C}$ .

» Lorsque l'on fait réagir le bore sur le carbone, à la température du four électrique, il se forme deux borures : l'un stable, l'autre attaquable par le mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique. Le premier répond à la formule  $\text{Bo}^6\text{C}$  ; c'est ce composé qui fera le sujet de la présente Note.

» *Formation.* — Ce borure de carbone peut se produire :

» 1° Lorsque l'on fait jaillir l'arc électrique entre deux charbons agglomérés, au moyen d'un mélange d'acide borique et de silicate d'alumine. Dans ces conditions, il est toujours souillé de siliciure de carbone ;

» 2° Quand on place une petite quantité de bore au milieu de l'arc électrique ;

» 3° En chauffant au four électrique, vers  $3500^\circ$ , du bore pur dans un petit creuset de charbon muni de son couvercle ;

» 4° Ce borure se forme aussi au milieu des métaux en fusion. Il se produit lorsque l'on chauffe au four électrique dans un creuset de charbon un borure de fer riche en bore ; on attaque ensuite le culot fondu par l'acide chlorhydrique, puis par l'eau régale ; et l'on sépare un résidu noir formé de graphite et de borure de carbone.

» Si l'on a employé pour cette expérience de la fonte siliceuse, le résidu obtenu, après traitement par les acides, est formé par un mélange de borure de carbone et de siliciure de carbone ;

» 5° En soumettant à l'action dissolvante de l'argent et du cuivre, chauffés au four électrique, un mélange de charbon de sucre et de bore pur. Il se produit, dans ce cas, des cristaux très nets de borure de carbone.

» *Préparation par union directe du bore et du carbone.* — 1° On chauffe au four électrique dans un creuset de charbon un mélange de 66 parties de bore amorphe et de 12 parties de charbon de sucre. Le courant employé mesure 250 à 300 ampères et 70 volts. La réaction est terminée en 6<sup>m</sup> à 7<sup>m</sup>.

» Après refroidissement du creuset, on recueille une masse noire d'un aspect graphitoïde à cassure brillante, présentant un commencement de

---

(1) JOLY, *Sur le bore* (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 456).

fusion. Après attaque prolongée par l'acide azotique fumant, la matière se désagrège et il reste une poudre cristalline à laquelle on fait subir six traitements au chlorate de potassium et à l'acide azotique monohydraté. On lave à l'eau, puis on sèche.

» 2° *Préparation par dissolution dans le borure de fer.* — Le fer se combine au bore avec facilité pour produire des borures définis que nous décrirons plus tard. Lorsqu'on ajoute à du fer un excès de bore et de carbone et que l'on chauffe le tout au four électrique dans les conditions précédentes, il se forme un culot à cassure très brillante. Après attaque par l'eau régale, le métal abandonne un résidu formé presque entièrement de borure de carbone. Les cristaux, dans ce cas, sont mal définis, après six attaques au chlorate de potassium, ils ne renferment plus de graphite et leur analyse conduit à la formule  $\text{Bo}^6\text{C}$ .

» 3° *Préparation par dissolution dans le cuivre et dans l'argent.* — Le fer dissolvant avec facilité un notable excès de bore, nous avons cherché à employer, dans cette préparation, des métaux qui, au moment où ils se refroidissent, ne forment pas de combinaisons déterminées avec ce métalloïde. L'argent et surtout le cuivre nous ont fourni les meilleurs résultats.

» Le borure de carbone obtenu dans l'argent après attaque de ce métal par l'acide azotique est d'une grande pureté, mais sa cristallisation est confuse. Avec le cuivre, on obtient des cristaux brillants d'une grande netteté.

» On prépare un mélange intime de bore et de charbon de sucre comme nous l'avons indiqué précédemment (bore 66, carbone 12) et l'on place 15<sup>gr</sup> de ce mélange dans un creuset de charbon avec 150<sup>gr</sup> de grosse limaille de cuivre bien pur (1).

» La chauffe dure de six à sept minutes avec un courant de 350 ampères et 70 volts. Quelques instants après, on retire du four un culot malléable qui a conservé l'aspect du cuivre métallique, bien que légèrement noirci à la surface. La fusion se fait très rapidement; il est facile d'obtenir en trois heures la quantité de culots de cuivre nécessaires à la préparation de 200<sup>gr</sup> environ de borure de carbone.

» Une simple attaque par l'acide azotique ordinaire permet d'obtenir le borure très bien cristallisé et ne renfermant plus qu'une petite quantité de graphite. Pour séparer ce dernier corps, on fait subir au mélange six à

---

(1) Il faut avoir soin que cette limaille de cuivre ne renferme pas de sable qui fournirait du siliciure de carbone cristallisé.

huit attaques au chlorate de potassium sec et à l'acide azotique concentré, puis on le traite par l'acide sulfurique bouillant pendant plusieurs heures. Enfin on le laisse digérer à nouveau avec le mélange de chlorate, on lave à l'eau, puis on sèche.

» *Propriétés.* — Ce borure de carbone appartient, comme nous le faisons remarquer plus haut, à la même classe de composés que le siliciure de carbone (1). Il possède, comme lui, une grande stabilité et une grande dureté. Le borure de carbone se présente en cristaux noirs, brillants, d'une densité de 2,51.

» Le chlore l'attaque au-dessous de 1000° sans incandescence, ainsi que l'a fait remarquer M. Joly. Il se forme un chlorure de bore et il reste un résidu de carbone poreux très brillants. Le brome et l'iode sont sans action.

» Chauffé dans l'oxygène à 500°, il ne produit pas d'acide carbonique, mais à 1000° il brûle lentement, avec plus de difficulté que le diamant, en fournissant de l'acide carbonique et un résidu noir enluit d'acide borique fondu.

» Le soufre ne réagit pas sur le borure de carbone à la température de ramollissement du verre. Il en est de même du phosphore et de l'azote à 1200°. Ce composé est inattaquable par tous les acides. L'acide fluorhydrique concentré, l'acide azotique monohydraté ou leur mélange ne l'attaquent pas à l'ébullition. Chauffé en tube scellé à 150° pendant quatre heures, il n'abandonne rien à l'acide azotique fumant. Les solutions concentrées d'acide iodique et d'acide chromique sont aussi sans action à l'ébullition ou en tubes scellés à la température de 150°.

» Au rouge sombre, il est attaqué par la potasse en fusion et par un mélange fondu de carbonate de sodium et de potassium. Le caractère le plus curieux de ce nouveau composé est son excessive dureté; tandis que le siliciure de carbone arrive péniblement à polir le diamant sans pouvoir le tailler, il nous a été possible de produire des facettes sur un diamant au moyen de poussière de borure de carbone.

» Ce composé est en effet très friable; on peut l'obtenir en poudre fine dans un mortier d'Abiche neuf, le mélanger d'huile et s'en servir au lieu

---

(1) On sait que ce siliciure de carbone, découvert à l'état amorphe par M. Schützenberger, a été préparé industriellement en 1892 par M. Atkesson sous le nom de *carborundum*. Nous avons décrit en 1893 un certain nombre de préparations et de propriétés de ce corps.

d'égrisée sur une meule neuve en acier pour la taille des diamants. La dureté de ce borure paraît être plus faible que celle du diamant, car l'usure est plus lente, mais les facettes se taillent avec une grande netteté et c'est, je crois, le premier exemple d'un corps défini pouvant tailler le diamant. La dureté de ce composé est donc supérieure à celle du siliciure de carbone.

» ANALYSE : *Dosage du carbone.* — Nous avons dosé le carbone par deux méthodes différentes : 1° en attaquant la matière par le chlore, en chauffant ensuite la nacelle dans un courant d'hydrogène et enfin en brûlant le charbon dans un courant d'oxygène : du poids de l'acide carbonique recueilli on déduisait la teneur en carbone; 2° un poids déterminé de borure de carbone est mélangé de chromate de plomb en grand excès et chauffé ensuite à haute température dans un tube de porcelaine. On recueille et on pèse l'acide carbonique qui donne ainsi la quantité de carbone.

» *Dosage du bore.* — Le borure de carbone est attaqué par un mélange de carbonate de potassium et de sodium dans un creuset de platine; on reprend ensuite par l'eau, on additionne d'acide azotique et le dosage du bore est effectué par l'alcool méthylique et la chaux, ainsi que je l'ai décrit dans une Note précédente (1).

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie.
Bore.....	84,57	84,19	84,52	84,62
Carbone.....	15,60	14,91	15,55	15,38

ZOOLOGIE. — *Sur les organes de la reproduction de l'Ancylus fluviatilis.*  
Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Ayant eu récemment à examiner les organes génitaux de quelques Mollusques pendant un voyage au laboratoire Arago, mon attention s'est reportée vers d'anciennes recherches que j'ai eu le tort de ne pas publier, car elles renferment des faits importants sur le mécanisme des organes de la reproduction de ces animaux.

» L'Ancyle fluviatile est, on le sait, senestre; c'est donc à gauche qu'il faut chercher les orifices de la reproduction. Il est de plus hermaphrodite, car ses œufs naissent dans l'épithélium germinatif de sa glande génitale, à

(1) H. MOISSAN, *Sur le dosage du bore* (Comptes rendus, t. CXVI, p. 1087).

côté des spermatozoïdes. Il n'y a d'autres différences entre les parties mâles et femelles de cet épithélium que celles de la forme des éléments caractéristiques des sexes.

» La glande hermaphrodite est petite, même au temps de la reproduction. Elle a tout au plus le volume d'une grosse tête d'épingle un peu jaunâtre, quelquefois presque blanche et logée au milieu des acini bruns du foie, tout à fait dans le haut du crochet de la coquille, où elle est facile à découvrir. Sa petitesse permet de la porter tout entière sous le microscope et là, à l'aide d'une compression légère, de distinguer aisément des particularités importantes sur la structure et la position des parties qui la composent. Ses acini sont allongés, coniques, terminés en culs-de-sac arrondis, réunis par tous leurs sommets tronqués, convergents vers un même point où ils s'ouvrent dans une cavité commune au fond de laquelle prend naissance le canal vecteur de produits mâles et femelles et que, pour cette raison, on doit nommer *canal androgyne*.

» En sortant de la glande, ce canal se porte à gauche en avant et en bas vers une partie intermédiaire aux différentes glandes et canaux composant l'ensemble de l'appareil génital.

» On peut nommer cette partie intermédiaire le *carrefour génital*; on va voir pourquoi.

» Il est aplati, ovale, à bords un peu ondulés et reçoit en haut et en arrière les produits de la sécrétion de la *première glande annexe* [*glande de l'albumine* (1)] dont les caecums sécréteurs d'un jaune bistre médiocrement allongés, deux, trois, quatre fois bifurqués, viennent s'ouvrir dans sa cavité par un canal commun très court.

» En avant et en bas, sur sa face inférieure, on voit l'orifice du canal androgyne contigu à l'orifice d'un autre canal ne renfermant et ne conduisant jamais que des spermatozoïdes, et qui pour cette raison doit être regardé comme le *canal déférent* ou *spermiducte*. La terminaison de l'un de ces canaux et l'origine de l'autre sont tellement rapprochées que les parois de l'un semblent se continuer avec les parois de l'autre.

» Enfin sur l'extrémité antéro-latérale gauche s'ouvre un gros conduit,

---

(1) Les malacologistes ont trop souvent emprunté des noms ayant un sens précis dans l'Anatomie des animaux supérieurs, et comparé ainsi des organes qui n'avaient pas de fonctions identiques. Il m'a semblé inutile ici de reproduire cette nomenclature, sauf le cas où les organes ont des fonctions bien connues.

successivement deux fois pyriforme, qui n'a d'autres fonctions que de préparer les pontes et de porter les œufs au dehors. C'est l'*oviducte*.

» Ainsi dans ce carrefour, d'une part, arrivent mêlés ensemble les produits des deux sexes et le liquide fourni par la première glande annexe, et, d'autre part, sortent après leur séparation les œufs d'un côté, les spermatozoïdes de l'autre. C'est à partir de ce point que les sexes ont des organes séparés et entièrement distincts.

» Le triage, si l'on peut s'exprimer ainsi, des éléments mâles et femelles s'accomplit mécaniquement : il est la conséquence des conditions organiques existant dans le carrefour. Les œufs trop gros ne peuvent s'engager dans l'orifice du spermiducte et les spermatozoïdes au contraire, en sortant du conduit androgyne, trouvent si près d'eux l'orifice du canal déférent qu'ils s'insinuent dans son intérieur et continuent à descendre vers la verge. Les œufs, au contraire, en tombant dans le carrefour rempli par le liquide de la première glande annexe reprennent leur volume et sont entraînés facilement dans l'orifice largement béant de l'oviducte.

» Ce triage est d'ailleurs favorisé par les mouvements actifs de cils vibratiles longs et puissants.

» En reconnaissant cette disposition, on est porté tout naturellement à la comparer à celle qui s'observe dans l'estomac des Ruminants.

» Chez ces derniers animaux, en effet, les aliments grossièrement divisés par une première mastication écartent les lèvres de la gouttière œsophagienne, en la traversant, tombent dans la pause, et ne continuent pas à suivre l'œsophage. De même ici, les œufs tombés dans le carrefour ne suivent pas le canal déférent qui semble cependant faire suite au canal androgyne. Le volume seul explique, dans les deux cas, le changement de la direction des œufs et des aliments ; mais là doit s'arrêter la comparaison. Car les aliments remâchés ou ruminés reprennent leur route première et, ne pouvant plus écarter les lèvres de la gouttière, arrivent dans l'estomac, tandis que les œufs suivent une voie toute différente après s'être séparés du spermatozoïde.

» M. Dubreuil, de Montpellier, avait, à propos d'autres Mollusques hermaphrodites, déjà indiqué cette comparaison en la poussant peut-être un peu loin.

» Encore un mot sur le conduit androgyne. Vers le milieu de la longueur il présente de dix à douze cœcums latéraux de longueur variée toujours bourrés de spermatozoïdes fort actifs. Ces cœcums jouent le rôle de vraies

*vésicules séminales*. Ces culs-de-sac ont été vus et indiqués par Moquin-Tandon. Quant aux œufs, pour le traverser, ils doivent s'allonger et passer pour ainsi dire à la filière; ils peuvent ainsi arriver au carrefour génital, où, devenus libres et nageant dans le liquide albumineux de la première glande annexe, ils reprennent leur forme et leur volume naturels en raison de leur élasticité.

» Après le carrefour, l'oviducte se dilate et devient deux fois de suite pyriforme; la seconde de ces dilatations, la plus volumineuse, se coude à angle droit et reçoit les produits de la sécrétion de la *seconde glande annexe (glande de la coque)*. Celle-ci, formée d'acini gros, trapus, courts, blancs-jannâtres, est la plus volumineuse de toutes les glandes annexes de l'appareil génital.

» Ensuite cette partie dilatée et anguleuse se rétrécit brusquement et, se portant à gauche en passant au-dessous et en avant du rectum, va s'ouvrir au sommet de la très petite papille génitale femelle qu'on trouve en dessous et vers le milieu de la lamelle latérale appelée *branchie* ou *lobe auriculaire*.

» Suivons maintenant le canal déférent.

» Mais d'abord il faut remarquer que le muscle adducteur de la coquille forme comme une cupule ovoïde, dont la paroi s'élève sur les bords de la face dorsale du pied pour aller s'attacher au pourtour du test. Seulement cette cupule est incomplète, car elle présente deux échancrures, l'une très grande antérieure répondant à la tête, l'autre latérale à gauche en rapport avec le milieu de la base de la lamelle branchiale.

» C'est par cette dernière échancrure que sortent de la cavité générale du corps: l'intestin rectum ou terminal, l'oviducte, le canal déférent et le conduit excréteur du corps de Bojanus ou rein.

» Immédiatement après sa sortie du carrefour, le spermiducte porte trois cæcums assez volumineux, perpendiculaires à sa direction; puis il devient long, grêle et flottant au-dessous du foie, et enfin se dirige à gauche pour s'appuyer par deux ou trois courtes circonvolutions contre la terminaison de l'oviducte, dans le point où celui-ci, perçant les parois du corps, arrive à la papille sous-branchiale.

» Pour disséquer en ce point le canal déférent il faut beaucoup d'attention. On rencontre là une difficulté anatomique réelle, car l'isolement des parties est laborieux; mais, avec du soin, on arrive à reconnaître que si le canal déférent vient au contact de l'oviducte, néanmoins il ne communique pas avec lui; qu'il l'abandonne en s'insinuant sous les téguments pour se

diriger en avant contre la face extérieure du paquet de fibres musculaires placé entre les deux échancrures; qu'enfin, étant parvenu au bord antérieur de ce paquet, il rentre en rebroussant chemin dans la cavité vicérale en marchant alors d'avant en arrière pour s'introduire dans la dépression centrale de la base de l'appareil copulateur conique, situé à côté du bulbe lingual.

» L'appareil copulateur conique est énorme. Son sommet correspond à l'orifice génital mâle qui s'observe tout près de l'œil, à l'angle externe du tentacule gauche. Cet orifice très extensible permet l'évagination ou le renversement en dehors du cône copulateur, dans lequel se trouve la verge, qui n'est elle-même qu'un renflement de la fin du canal déférent saillant dans une cavité prépucciale où débouche aussi le *flagellum*.

» La verge est terminée par une pointe aiguë effilée, bien appropriée par sa forme pour pénétrer dans la papille terminale de l'oviducte.

» Le flagellum, très long et libre, flotte dans la cavité générale au milieu des organes. Son extrémité libre terminée en cæcum, pelotonnée, rappelle par sa disposition les glandes sudoripares simples des animaux supérieurs. Sa partie terminale est évidemment destinée à une sécrétion, ainsi que sa structure le montre.

» L'ovogenèse et la spermatogénèse sont dans l'Ancyle faciles à observer. Il n'est pas possible dans ce court résumé d'en donner l'histoire.

» L'œuf et le spermatozoïde, nés très fréquemment à côté l'un de l'autre dans les éléments de l'épithélium germinatif, tombent dans les cæcums de la glande génitale où l'on trouve souvent les œufs suspendus par un pédoncule à leur point d'origine et les spermatozoïdes réunis en paquets par leurs têtes, paraissant fixés ou empâtés par cette partie contre les parois du cæcum sécréteur, tandis que leur queue ondule dans la cavité.

» Avant qu'ils aient formé des paquets, on les voit avec la dernière netteté enroulés en spirale dans l'élément cellulaire qui les a produits. C'est leur tête conique, très pointue, à son extrémité libre, courbée en faucille, qui se dégage la première. La queue très longue et très grêle porte longtemps la vésicule primitive.

» Ceci démontre, sans doute possible, contrairement à ce qui a été dit, que la formation de chaque spermatozoïde a lieu dans un élément spécial, sa tête répondant au noyau. Je reviendrai sur cette particularité de l'histoire de la reproduction dans le Mémoire qui va être publié *in extenso*.

» Pendant l'accouplement, les animaux jouent tantôt le rôle de mâle,



tantôt celui de femelle. Ainsi que l'ont indiqué déjà Moquin-Tandon et d'autres auteurs, il n'y a pas, comme chez les Limaçons ou autres Hermaphrodites, double copulation. Celui qui remplit les fonctions de mâle rampe sur le dos de la coquille de celui qui, passif, est pour le moment la femelle; celui-ci s'incline à droite en relevant son côté gauche, pour rendre accessible sa papille de l'oviducte, tandis que celui qui est en dessus se penche à gauche en évaginant son organe copulateur, qui embrasse dans sa cupule terminale la papille femelle pour introduire sa verge dans l'orifice de l'oviducte, s'ouvrant au sommet de la papille.

» Mais où s'accomplit la fécondation ? Les œufs, après être tombés dans le carrefour, où ils sont baignés dans le liquide de la première glande annexe (*glande de la glaire, de l'albumine*) et séparés des spermatozoïdes, descendent ensuite dans la partie de l'oviducte où ils rencontrent les produits sécrétés par la deuxième glande annexe (*glande de la coquille*); ceux-ci sont destinés à les enfermer dans une coque avec une certaine quantité du liquide de la première glande annexe, dont la nature albumineuse le rend évidemment propre à la nourriture de l'embryon et représente le blanc de l'œuf de l'oiseau.

» L'acte essentiel de la fécondation, c'est-à-dire de la pénétration du spermatozoïde dans l'œuf, doit nécessairement s'accomplir avant que la coque soit complètement close et durcie. Il faut donc, pour que la fécondation ait lieu, ou que la coque présente un micropyle, ou que le spermatozoïde remonte jusqu'à la partie coudée de l'oviducte et pénètre avant la fermeture de la coque jusqu'à l'œuf.

» Cependant il faut remarquer que, vers le milieu de la partie terminale rétrécie de l'oviducte, après la portion coudée, vient s'ouvrir dans son intérieur le canal d'une vésicule longuement pédonculée, vésicule que chez beaucoup d'animaux on a considérée comme étant le réservoir où le mâle, pendant la copulation, dépose la semence destinée à la fécondation, et que, pour cela, on a appelée *vésicule copulatrice*.

» Je n'ai jamais trouvé de filaments fécondateurs agiles et vibrants dans cette vésicule, dont le véritable rôle est difficile à préciser. Ici son contenu est formé de concrétions amorphes, rougeâtres, entourées d'une mucosité épaisse remplie de têtes de spermatozoïdes sans queue.

» Le mode d'accouplement de l'Ancyle fluviatile conduit à cette conclusion que la fécondation chez cet animal ne peut s'accomplir que par la réunion des éléments appartenant seulement à deux individus distincts, bien que chaque individu soit hermaphrodite, et joue alternativement le

rôle de mâle ou de femelle, sans qu'il y ait accouplement double ou réciproque. Moquin-Tandon l'avait reconnu.

» Les pontes sont fréquentes, mais les œufs pondus sont peu nombreux. Chacune d'elles ne produit que trois ou quatre coques renfermant chacune un œuf, dont le développement, facile à suivre, conduit presque toujours jusqu'à l'animal adulte.

» L'histologie des différentes parties composantes des organes génitaux de l'Ancyle est fort intéressante : les cellules sont très grandes, à parois souvent peu comprimées, et les noyaux y sont magnifiques, fixant les matières colorantes avec une grande puissance. Pour les détails spéciaux, je renverrai au Mémoire qui va paraître dans mes *Archives de Zoologie expérimentale*. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la pression interne dans les fluides et la forme de la fonction  $\varphi(pvt) = 0$* ; par M. E.-H. AMAGAT.

« Je me propose d'appliquer la fonction  $\pi$  dont j'ai précédemment étudié les lois à la relation  $\varphi(pvt) = 0$ , mise sous la forme généralement adoptée

$$(1) \quad (p + \varpi)(v - a) = RT.$$

» Il convient d'examiner d'abord si, d'après sa définition,  $\pi$  peut comme  $\varpi$  représenter cet effet attribué à l'attraction réciproque des molécules, tendant à diminuer le volume comme le ferait une pression extérieure, de telle sorte que les choses se passent comme si, cette attraction n'existant pas, la pression extérieure était  $(p + \varpi)$ .

» Or,  $\pi$  est le quotient du travail intérieur par  $dv$ , de même que  $p$  est le quotient par  $dv$  du travail extérieur, et il est facile de voir que le raisonnement établissant que le travail extérieur est  $Pdv$  est en tout point applicable au travail intérieur, à la condition que ce travail soit exclusivement celui des forces à l'effet desquelles on peut substituer celui d'une pression extérieure, ici l'attraction réciproque des molécules. Cela revient donc à admettre qu'à température constante le travail interne de la molécule est nul, c'est-à-dire que l'énergie moléculaire varie seulement avec la température, ce qui paraît très vraisemblable tant que les distances des molécules sont relativement grandes; pour un volume suffisamment petit on conçoit que la réaction des molécules pressées les unes contre les autres

quand on fait varier ce volume, puisse donner lieu, à température constante, à un travail intramoléculaire, mais on conçoit aussi que ce travail devient alors l'un des facteurs de la pression intérieure effective et rentre, par suite, dans la somme dont le quotient par  $dv$  donne la valeur de cette pression.

» On a vu que la constance de la valeur de  $\pi$  sous un volume donné dépend de celle de  $\frac{dp}{dt}$  sous ce même volume; la substitution de l'expression de  $\pi$  dans la relation (1) conduit en quelque sorte à la réciproque, pourvu que  $(v - a)$ , même modifié, soit fonction du volume seul. On a effet

$$\left( p + T \frac{dp}{dt} - p \right) (v - a) = RT,$$

d'où

$$\frac{dp}{dt} = \frac{R}{v - a} = \Phi(v).$$

D'autre part, j'ai montré, dans un de mes précédents Mémoires, qu'en partant de la relation  $\varphi(pvt) = 0$  sous la forme (1), on est conduit, pour satisfaire aux données expérimentales, à considérer  $\mathcal{Q}$  comme fonction du volume et de la température, et cependant il résultait de ces mêmes données que  $\frac{dp}{dt}$  était fonction du volume seul; il y a là une contradiction qui n'est en réalité qu'apparente et qu'il est facile d'expliquer.

» Je remarquerai d'abord que la démonstration supposait connue la valeur de  $a$ , que j'avais déduite du coefficient angulaire de la partie des isothermes qui paraissait sensiblement rectiligne; mais j'ai montré depuis que, prolongées jusque sous des pressions beaucoup plus considérables, ces isothermes conservent une courbure peu prononcée, mais certaine; par suite, la valeur numérique de  $a$  n'est plus déterminée, il faut alors modifier le raisonnement; on peut le faire ainsi qu'il suit.

» Soient  $v$  et  $v'$  les volumes occupés par le gaz à  $T^0$  sous les pressions  $P$  et  $P'$ , puis à  $T'^0$  sous la pression  $P_1$  et  $P'_1$ . Nous aurons, en appliquant la relation (1) aux deux températures et en supposant que  $\mathcal{Q}$  soit fonction du volume seul,

$$\frac{(P + \mathcal{Q})(v - a)}{(P' + \mathcal{Q}')(v' - a)} = 1, \quad \frac{(P_1 + \mathcal{Q})(v - a)}{(P'_1 + \mathcal{Q}'')(v' - a)} = 1.$$

» Ces relations peuvent être mises sous la forme

$$\frac{P(v - a)}{P'(v' - a)} = 1 + \frac{\mathcal{Q}'(v' - a) - \mathcal{Q}(v - a)}{P'(v' - a)}, \quad \frac{P_1(v - a)}{P'_1(v' - a)} = 1 + \frac{\mathcal{Q}''(v' - a) - \mathcal{Q}(v - a)}{P'_1(v' - a)},$$

desquelles on tire, en éliminant [ $\mathfrak{Q}'(v' - a) - \mathfrak{Q}(v - a)$ ],

$$a = \frac{v'(P_1 - P') - v(P_1 - P)}{P - P' - P_1' - P_1}.$$

Cette formule doit évidemment donner pour  $a$  des valeurs indépendantes des volumes choisis pour faire le calcul au moyen des données expérimentales; or ce n'est pas ce qui a lieu; les valeurs de  $a$  diminuent avec les volumes choisis: elles varient du simple au double entre 100 et 1000 atmosphères; par suite, l'hypothèse que  $\mathfrak{Q}$  est fonction du volume seul est inexacte,  $\mathfrak{Q}$  est aussi fonction de la température;

résultat en contradiction formelle avec ce qui précède.

» Or, le résultat auquel nous venons d'arriver dépend essentiellement de la forme de fonction (1) que nous avons adoptée et que rien n'impose *a priori*; la contradiction peut donc parfaitement tenir à cette forme même;  $\mathfrak{Q}$  peut parfaitement n'être fonction que du volume seul, si, par exemple,  $a$  est aussi fonction de celui-ci; on est donc ainsi conduit à remplacer  $a$  par une fonction de  $v$  tendant vers une limite  $\alpha$  au fur et à mesure que  $v$  tend lui-même vers cette limite. Il reste à déterminer les formes de cette fonction et de celle qui exprime la pression intérieure  $\pi$ .

» La loi suivant laquelle  $\pi$  varie avec le volume conduit de suite à essayer la forme

$$\pi = A \frac{v - \varepsilon}{v^m},$$

$\varepsilon$  étant le volume sous lequel  $\pi$  s'annule avant de changer de signe; j'ai déduit précédemment des données expérimentales la valeur de  $\varepsilon$  pour l'hydrogène; j'ai pu ensuite, par des calculs assez pénibles, déterminer les valeurs des coefficients  $A$  et  $m$ .

» Les valeurs de  $\pi$  sont bien représentées dans toute la série des volumes en prenant

$$A = 0,000506, \quad m = 3, \quad \varepsilon = 0,002111.$$

» Pour trouver l'expression de  $a$ , je remarquerai que la relation (1) devient, en y substituant  $\left(T \frac{dp}{dt} - p\right)$  à la place de  $\pi$ ,

$$\left(p + T \frac{dp}{dt} - p\right)(v - a) = RT, \quad \text{soit} \quad \frac{dp}{dt}(v - \alpha) = R,$$

$R$  étant une constante (0,00367); on pourra, au moyen du Tableau des valeurs de  $\frac{dp}{dt}$ , calculer celles de  $a$  pour toute la série des volumes.

» On arrive à bien représenter l'ensemble des valeurs de  $a$  ainsi calculées.

lées, au moyen de l'expression

$$a_v = z + B(v - z)^n.$$

Le calcul m'a conduit à

$$B = 0,0077, \quad n = \frac{1}{2}, \quad z = 0,0004.$$

» On arrive donc, en résumé, à la relation

$$\left( p + A \frac{v - \varepsilon}{v^m} \right) \left( v - [z + B(v - z)^n] \right) = RT.$$

» Avec  $m = 3$  et  $n = \frac{1}{2}$  pour l'hydrogène; il reste à savoir si avec les autres gaz, pour lesquels la valeur de  $\varepsilon$  n'est point connue expérimentalement, on pourra représenter aussi facilement les valeurs de  $\pi$  et de  $a_v$ .

» Voici maintenant un Tableau calculé pour l'hydrogène au moyen des coefficients qui précèdent; il donne aux différentes températures pour la série des volumes occupés par le gaz à zéro sous des pressions croissant de 100 atmosphères en 100 atmosphères, les pressions calculées par la formule et celles qui ont été fournies par l'expérience.

A zéro.				177,3.		99°.25.		200°.	
Expé- rience.	Formule.	Expé- rience.	Formule.	Expé- rience.	Formule.	Expé- rience.	Formule.	Expé- rience.	Formule.
atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm
100	101,5	1200	1191	1164	1171	137	139,5	174	179
200	201,5	1400	1393	1273	1276	276	278,5	351	357
300	301	1600	1595	1399	1393	414	415	528	533
400	400	1800	1798	1505	1506	551	551	700	706
500	500	2000	2003	1737	1739	688	686	874	878
600	599	2200	2212	1960	1968	824	820	»	»
700	699	2400	2409	2184	2199	960	953	»	»
800	799	2600	2613	2418	2435	»	»	»	»
900	899	2800	2825	2642	2667	»	»	»	»
1000	998	»	»	2858	2890	»	»	»	»

» Le plus grand écart relatif a lieu pour chaque température sous la pression la plus faible; c'est ce qui arrive assez souvent pour le premier point d'une courbe, là où une légère erreur ne peut être rectifiée facilement par la direction de l'ensemble des points; on voit, du reste, que l'accord est aussi satisfaisant pour les pressions les plus élevées que pour les pressions inférieures.

» Enfin je terminerai en signalant une coïncidence intéressante. Si l'on calcule, au moyen des coefficients adoptés, la pression intérieure pour un volume égal à l'unité, celui du gaz à zéro et sous la pression normale, on trouve  $0^{\text{atm}},000875$ ; le travail intérieur serait donc les  $\frac{875}{1000000}$  du travail

extérieur, pour une variation isothermique de volume. Les expériences classiques de lord Kelvin et Joule donnent  $\frac{1}{12.50}$ , soit  $\frac{8.00}{1000000}$ ; pour une question aussi délicate, l'accord peut être considéré comme satisfaisant. »

## MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Travaux à Madagascar, en 1892.*

Note du P. E. COLIX.

« *Magnétisme.* — Au moyen d'instruments construits par MM. Brunner, nous avons déterminé les trois éléments magnétiques de déclinaison, d'inclinaison et de composante horizontale, le long du chemin de Tananarive à Tamatave. Notre manière d'opérer est la même que celle de M. Moureaux dans son levé magnétique de la France. Ajoutons cependant que, pour mesurer la composante horizontale, nous dévions le barreau aux deux distances de la règle; de plus, faute de temps et souvent exposé à la pluie ou aux ardeurs d'un soleil tropical, nous avons observé nos déclinaisons et inclinaisons avec un seul barreau et une seule aiguille.

» Afin d'éviter les curieux, les influences locales, et de préciser la station par des relèvements sur des signaux lointains, nous avons opéré le plus souvent sur les sommets des montagnes voisines des villages. Ces azimuts orientés ont été obtenus par des hauteurs du Soleil combinées avec la détermination de l'heure locale; ils sont comptés de 0° à 360° dans le sens direct, c'est-à-dire du nord à l'est, sud et ouest. La composante horizontale est exprimée en unités centimètre, gramme, seconde.

» Aucune perturbation magnétique n'a été signalée dans les diagrammes du magnétographe de l'observatoire de l'île Maurice, aux jours et heures de nos observations.

» 1. *Amboasary (M<sup>1</sup>)*, près *Ankeramadinka*, 21 août 1892. Argile rouge; dans le voisinage, roches granitiques, micaschistes; à 8<sup>km</sup> sud-ouest, minerai de fer abondant. Longitude et latitude approximatives: 45°32' est de Paris, 18°56' sud; altitude 1518<sup>m</sup>.

### *Relèvements de signaux orientés.*

Vodivato (M <sup>1</sup> ) .. . . . . .	8° 46' 32"	Angavokely (M <sup>1</sup> ) .. . . . . .	267° 39' 2"
Ambolobé (M <sup>1</sup> ) .. . . . . .	174° 45' 2"	Ambatodravony, pierre debout ..	283° 49' 2"

Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
12° 36' 58" NW	0,22910	55° 26' 32"
De 9 <sup>h</sup> à 10 <sup>h</sup> matin	De 10 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> à midi	De 1 <sup>h</sup> à 2 <sup>h</sup> soir

» II. *Tangaina* (M<sup>l</sup>), près *Moramanga*, 30 août 1892. Terrain argileux. Le chemin de Tamatave passe à 156<sup>m</sup> au sud de la station. Longitude et latitude approximatives : 45°54' est de Paris, 18°59'10" sud; altitude 1053<sup>m</sup>.

*Relèvements de signaux orientés.*

Maromisaha (M <sup>l</sup> ) . . . . .	93°14'13"	Fanongoavana (M <sup>l</sup> ) . . . . .	256°41'58"
Ambohibé (M <sup>l</sup> ) . . . . .	94°15'54"	Vodivato (M <sup>l</sup> ) . . . . .	320°37'51"
Déclinaison.		Composante horizontale.	Inclinaison.
12°37'23" NW		0,23015	54°38'0"
De 9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> à 10 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> matin		De 10 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> à 11 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	De midi à 1 <sup>h</sup>

» III. *Tsiendorana* (M<sup>l</sup>), près *Beforona*, 11 septembre 1892. Terrain argileux; aux environs à l'est, coulées granitiques, minerai de fer. Longitude et latitude approximatives : 46°11' est de Paris, 19°0' sud; altitude 719<sup>m</sup>.

*Relèvements de signaux orientés.*

Rabéarana (M <sup>l</sup> ) . . . . .	153°33'33"	Vohidrazana (M <sup>l</sup> ) . . . . .	256°26'33"
Mât de pavillon de Beforona.	208°44'1"	Ambolimanga (M <sup>l</sup> ), sud . . . . .	324°59'12"
Déclinaison.		Composante horizontale.	Inclinaison.
11°48'44" NW		0,23348	54°24'55"
De 9 <sup>h</sup> à 10 <sup>h</sup> , matin		De 10 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> à 11 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	De midi à 1 <sup>h</sup>

» IV. *Ambatojahanary*, près *Andevorante*, 25 septembre 1892. — Dune de sable surmontée de dix pierres, emblèmes idolâtriques. Nous étions placés à 3<sup>m</sup> sud-est de la dernière grande pierre sud. En ce même endroit, nous avons terminé nos opérations géodésiques exécutées depuis la province de l'Imerina, et nous avons fixé les positions géographiques d'Andevorante. La mission protestante anglaise est à 900<sup>m</sup> au sud; l'embouchure du fleuve l'Haroka est à 2630<sup>m</sup> au sud. Le sable est mélangé de particules de fer; le sol sous-jacent est constitué, dit-on, de débris madréporiques. Longitude et latitude : 46°45'34" est de Paris, 18°56'48" sud; altitude : 5<sup>m</sup>60<sup>cm</sup>.

*Relèvements de signaux orientés.*

Vohilonjo (M <sup>l</sup> ) . . . . .	255°36'41"	Maromisaha (M <sup>l</sup> ) . . . . .	269°36'58"
Vohidrazana (M <sup>l</sup> ) . . . . .	267°19'16"	Ambolimanga (M <sup>l</sup> ), sud . . . . .	282° 9'27"
Déclinaison.		Composante horizontale.	Inclinaison.
14°40'42" NW		0,23753	54°12'50"
De 9 <sup>h</sup> à 10 <sup>h</sup> , matin		De 10 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> à 11 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	De 1 <sup>h</sup> à 2 <sup>h</sup> , soir

» Le 20 janvier 1886, M. Favereau, lieutenant de vaisseau, observa la déclinaison au sud d'Andevorante, probablement à 1<sup>km</sup>,500 sud de notre station; il obtint les deux résultats suivants : 13°57',9 et 14°40',8. Par une coïncidence fortuite, cette dernière déclinaison concorde, à plusieurs secondes près, avec notre résultat de septembre 1892.

» V. *Tamatave*, campagne, 3 octobre 1892. Dune de sable à 2<sup>km</sup> ouest-sud-ouest de la ville, à 300<sup>m</sup> nord-est de l'endroit où le ruisseau Mangaréze traverse le chemin de Tamatave à Tananarive. Le sable est mélangé de particules de fer. Longitude et latitude approximatives : 47°4' est de Paris, 18°9'30" sud; altitude 5<sup>m</sup>.

*Relèvement de signal orienté.*

Mât de pavillon du fort Hova . . . . .	52°52'44"	
Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
9°39'5" NW	0,23697	53°17'46"
De 9 <sup>h</sup> à 9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> matin	De 10 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> à 11 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	De 1 <sup>h</sup> à 2 <sup>h</sup> soir

» VI. *Tamatave*, allée des Manguiers, 8 octobre 1892. Le résultat inattendu de la déclinaison obtenue en pleine campagne nous détermina à recommencer nos opérations au nord-ouest de la ville, sur la promenade dite : *Allée des Manguiers*. L'instrument était placé sous le dernier manguiers est de l'allée, à 150<sup>m</sup> ouest de la plage, à 400<sup>m</sup> du fort Hova, 1<sup>km</sup> nord-ouest du débarcadère. Le sable est mélangé de particules de fer. Longitude et latitude approximatives : 47°5' est de Paris, 18°9'20" sud; altitude 5<sup>m</sup>.

*Relèvement du signal orienté.*

Mât de pavillon du fort Hova . . . . .	200°48'41"	
Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
10°31'3" NW	0,23721	53°10'59"
De 2 <sup>h</sup> à 2 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> , soir	De 2 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> à 3 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	De 3 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> à 4 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>

» En 1864, M. Germain, ingénieur hydrographe, eut pour résultat de la déclinaison à Tamatave : 10°39' nord-ouest. Ce chiffre se rapproche de nos observations du 8 octobre 1892; mais il est éloigné des déclinaisons obtenues en 1874 et 1884; les premières égalent : 11°45' nord-ouest; les secondes, exécutées au point A de la carte française 209S, égalent : 12°50' nord-ouest. Le voisinage des habitations des noirs de Sainte-Marie nous empêcha d'observer les éléments magnétiques au point A, lors de notre passage à Tamatave.

» Comme on a pu le remarquer, les différentes déclinaisons obtenues en plusieurs points de Tamatave par divers observateurs varient entre 9° et 12°. Or, en observant cet élément sur différentes stations de la montagne au sommet de laquelle est bâti l'observatoire de Tananarive, nous avons trouvé ces mêmes variations consignées dans les résultats suivants :

	Déclinaisons.
Au N, à 60 <sup>m</sup> de distance de l'édifice, le 11 août 1892 . . . . .	9.41.49" NW
Au S, à 50 <sup>m</sup> » » le 12 avril 1893 . . . . .	10.52.42
» » » le 15 mai 1893 . . . . .	10.49.47
» (Obs. du P. Combes), le 8 août 1893 . . . . .	10.47. 1
Au SE, à 2 <sup>km</sup> de distance de l'édifice, le 18 mai 1893 . . . . .	11.59. 3
Au NW, à 120 <sup>m</sup> » » le 16 mai 1893 . . . . .	12. 6.41
Au NNW, à 50 <sup>m</sup> » » » . . . . .	12.45.42



» On sait que Duperrey obtint, à l'île Sainte-Marie-de-Madagascar, 7° de différence de déclinaison entre deux points distants d'une centaine de mètres, la jetée de l'île Madame et la Tour des Baleiniers.

» De tous ces résultats, nous tirerons les conclusions suivantes, applicables seulement à la région que nous avons explorée, depuis la capitale jusqu'à la côte est de Madagascar : 1° les levés à la boussole et les tracés des lignes isogones de déclinaison magnétique semblent devoir inspirer peu de confiance, à cause des influences locales qui, très probablement, tirent leur origine de la constitution géologique du sol; 2° malgré ces causes de perturbations, les deux autres éléments magnétiques, l'inclinaison et de la composante horizontale, paraissent éprouver moins d'irrégularités que la déclinaison.

» Nos prochains travaux magnétiques, exécutés en d'autres stations de la grande île africaine, nous permettront de constater si ces deux observations doivent être limitées simplement à une zone, ou si elles s'étendent d'une manière générale à l'île de Madagascar. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la présence d'un microbe polymorphe dans la syphilis.* Note de M. le Dr GOLASZ.

( Commissaires : MM. Sappey, Bouchard, Duclaux. )

« En 1888, j'ai trouvé, sous forme de bâtonnets, dans des végétations syphilitiques, un bactérium rappelant par sa morphologie le bacille décrit par Koch dans la tuberculose. Les végétations en question ne présentaient aucune trace d'ulcération ou d'érosion : par conséquent, le microbe ne pouvait provenir de l'extérieur. Comme ce microbe ne se colorait pas par la méthode de Koch, je dus en conclure qu'il ne s'agissait pas du bacille de la tuberculose, mais d'une variété différente.

» En 1890, j'ai constaté, dans un cas de syphilis aiguë, suivi de mort, que le sang et les pustules étaient envahis par une quantité considérable de bâtonnets, identiques à ceux que j'avais précédemment trouvés dans les végétations syphilitiques. En outre, à côté de ces bâtonnets, existaient des cellules ovoïdes (spores) et de nombreux filaments articulés présentant une longueur moyenne de 60<sup>µ</sup>.

» De l'association de ces formes, je conclus à l'existence d'un microbe polymorphe, appartenant à une espèce très voisine des *Leptothrix* et des *Cladothrix*, mais plus rapprochée de cette dernière.

» Voulant poursuivre mes observations et m'assurer qu'il s'agissait bien d'un microbe polymorphe, je cherchai à le cultiver. Ici se posait un premier problème. Devais-je employer les milieux de cultures solides, indiqués par Koch et son école, ou faire usage des milieux liquides?

» Avant Koch, Cienkowski, de Bary, van Tieghem ont étudié la biologie et la morphologie de microorganismes de la famille des Leptothrix et des Cladothrix. Van Tieghem, en particulier, a donné une belle description du bacille amylobacter, qu'il a décrit sous forme de *filaments longs et immobiles, bâtonnets courts et cellules ovoïdes*.

» Ces savants ont eu recours à des milieux de culture liquides. Pasteur a, sur ce point comme sur beaucoup d'autres, ouvert la voie aux expérimentateurs, en donnant le premier la formule d'un milieu de culture liquide. C'est en m'appuyant sur les travaux de ces illustres bactériologistes que j'ai choisi un milieu liquide.

» Frappé de cette idée que la syphilis ne se développe pas chez les animaux, j'eus d'abord recours au bouillon de chair humaine : cette première tentative fut complètement infructueuse.

» Je pensai alors à choisir un des éléments contenant, en quelque sorte, la synthèse des albuminoïdes et des sels du corps humain, la nucléine.

» Après m'être procuré de la nucléine provenant de la rate de sujets indemnes de syphilis, je fis des solutions aqueuses de cette substance et j'employai ces solutions comme terrain de culture. Le résultat, cette fois, fut satisfaisant. Le sang des malades atteints de syphilis, ensemencé dans ce liquide, donne en effet la culture pure d'un microorganisme polymorphe, qui évolue sous forme de filaments, de bâtonnets homogènes, de bâtonnets granulés, de cocci et de grandes cellules ovoïdes. Après avoir bien étudié les caractères de ces différentes formes dans les cultures pures, je repris l'étude du sang syphilitique : je retrouvai dans ce liquide exactement les mêmes formes qui se révèlent facilement à la suite d'une macération de la préparation dans l'acide phénique et d'une coloration au bleu de méthylène.

» J'ajoute, pour ne rien omettre d'important, que dans les cultures pures, fraîchement préparées, c'est-à-dire riches en nucléine, on voit pulluler les formes végétatives (filaments et bâtonnets). Quand la culture est épuisée, ces formes disparaissent progressivement, en donnant naissance aux formes ovoïdes et aux zooglées. Si l'on ajoute alors une nouvelle quantité du milieu de culture, les formes végétatives reparaissent.

» On observe dans le sang des phénomènes analogues. Quand la syphilis est en pleine évolution, on observe surtout les formes végétatives (filaments et bâtonnets); quand la médication spécifique modifie le milieu, filaments et bâtonnets disparaissent pour faire place aux cellules ovoïdes et aux zooglées, qui représentent l'état latent du microorganisme. A cette phase d'inactivité biologique du microbe, répond une phase clinique que Verneuil a bien caractérisé par le mot : *microbisme latent*.

» Les mêmes phénomènes, dus aux mêmes causes, s'observent dans toutes les maladies à évolution chronique, dont le microbe spécifique appartient aux familles des Leptothrix et des Cladothrix, c'est-à-dire dans la syphilis, la tuberculose, la lèpre, la morve. »

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le triangle des séquences.* Mémoire de M. **DÉSIRÉ ANDRÉ.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré, Appell.)

« I. Prenons une permutation quelconque des  $n$  premiers nombres; sur  $n$  ordonnées équidistantes, à partir de l'axe des abscisses, portons des longueurs proportionnelles à ces nombres; joignons enfin par un trait l'extrémité de chacune de ces longueurs à l'extrémité de la suivante. Nous obtenons une ligne brisée, de  $n - 1$  côtés, qu'on peut regarder comme composée de suites alternatives de côtés tous montants ou tous descendants. Chacune de ces suites est une *séquence*, montante ou descendante, de la permutation.

» J'ai partagé, il n'y a pas longtemps, les permutations des  $n$  premiers nombres en deux espèces d'après le nombre pair ou impair de leurs séquences. J'avais antérieurement désigné par  $P_{n,s}$  le nombre de celles qui présentent chacune  $s$  séquences: établi la formule fondamentale

$$P_{n,s} = sP_{n-1,s} + 2P_{n-1,s-1} + (n-s)P_{n-1,s-2},$$

et construit, à l'aide de cette formule, le triangle

2				
2	4			
2	12	10		
2	28	58	32	
2	60	236	300	122
...	...	...	...	...

où le nombre  $P_{n,s}$  se trouve à la rencontre de la colonne de rang  $s$  avec la ligne de rang  $n - 1$ .

» C'est ce triangle que j'ai appelé le *triangle des séquences*. En l'étudiant successivement dans ses colonnes, dans ses lignes et dans son ensemble, j'ai trouvé des propositions nombreuses, peut-être intéressantes, dont je vais énoncer les principales.

» 2. Considérons d'abord les colonnes du triangle, et lions entre eux les nombres

$$P_{s+1,s}, \quad P_{s+2,s}, \quad P_{s+3,s}, \quad \dots,$$

qui composent celle de rang  $s$ , par la série entière

$$P_{s+1,s} + P_{s+2,s}z + P_{s+3,s}z^2 + \dots$$

» I. Cette série est convergente toutes les fois que  $z$ , en valeur absolue, est inférieur à l'inverse de  $s$ .

» II. La somme  $V_s$  de cette série satisfait à l'équation aux différences mêlées

$$(1 - sz)V_s = 2V_{s-1} + \frac{dV_{s-2}}{dz}.$$

» III. Cette somme  $V_s$  est une fraction rationnelle, dans laquelle le degré du dénominateur dépasse toujours de  $s$  unités celui du numérateur.

» IV. Si l'on pose

$$F_{2\sigma-1} = [1 - z][1 - 3z][1 - 5z] \dots [1 - (2\sigma - 1)z],$$

$$F_{2\sigma} = [1 - 2z][1 - 4z][1 - 6z] \dots [1 - (2\sigma)z],$$

le dénominateur  $D_s$  de cette fraction est donné par la formule

$$D_s = F_1 F_2 F_3 \dots F_s.$$

» V. Les nombres composant la colonne de rang  $s$  forment une série récurrente proprement dite, dont l'ordre est égal à  $\sigma(\sigma + 1)$  ou à  $\sigma^2$ , suivant que  $s$  est égal à  $2\sigma$  ou à  $2\sigma - 1$ .

» 3. Considérons maintenant les lignes du triangle; lions entre eux les nombres

$$P_{n,1}, \quad P_{n,2}, \quad P_{n,3}, \quad \dots, \quad P_{n,n-1},$$

qui composent la  $(n - 1)^{\text{ième}}$ , par le polynôme

$$P_{n,1} + P_{n,2}x + P_{n,3}x^2 + \dots + P_{n,n-1}x^{n-2};$$

et désignons ce polynôme par  $\Pi_n(x)$ , ou, plus simplement, par  $\Pi_n$ .

» VI. Ce polynôme satisfait à l'équation aux différences mêlées

$$\Pi_n = [1 + 2x + (n - 3)x^2]\Pi_{n-1} + (x - x^3)\frac{d\Pi_{n-1}}{dx}.$$

» VII. L'équation

$$H_n(x) = 0$$

est du degré  $n - 2$ . Si l'on désigne par  $\nu$  la partie entière de la moitié de  $n$ , cette équation admet  $\nu - 1$  fois la racine  $-1$ ; et ses  $n - \nu - 1$  autres racines sont réelles, simples et comprises entre  $-1$  et  $0$ .

» VIII. Les dérivées d'ordre  $\nu - 1$  des deux polynômes consécutifs  $H_{2\nu}$  et  $H_{2\nu+1}$  prennent toujours, pour  $x = -1$ , des valeurs égales et de signes contraires.

» IX. Dans les permutations des  $n$  premiers nombres, si l'on désigne par  $\mu_n$  la valeur moyenne du nombre des séquences d'une permutation, on a identiquement, pour toute valeur de  $n$ ,

$$\frac{\mu_n}{n} = \frac{2n-1}{3n};$$

et le rapport de  $\mu_n$  à  $n$  tend vers la limite  $\frac{2}{3}$  lorsque  $n$  croît indéfiniment.

» X. Dans les permutations des  $n$  premiers nombres, si l'on désigne par  $M_n$  la valeur moyenne du carré du nombre des séquences d'une permutation, on a identiquement, pour toute valeur de  $n$  égale ou supérieure à  $4$ ,

$$\frac{M_n}{n^2} = \frac{40n^2 - 24n - 19}{90n^2},$$

et le rapport de  $M_n$  à  $n^2$  tend vers la limite  $\frac{4}{9}$  lorsque  $n$  croît indéfiniment.

» XI. Dans les permutations des  $n$  premiers nombres, pour toute valeur de  $n$  égale ou supérieure à  $2k + 4$ , la somme des puissances  $k^{\text{ièmes}}$  de tous les nombres de séquences est la même pour les permutations de la seconde espèce que pour celles de la première.

» XII. Dans le système total formé par les permutations des  $2k + 2$  et celles des  $2k + 3$  premiers nombres, la somme des  $k^{\text{ièmes}}$  puissances des nombres de séquences correspondant aux permutations de la seconde espèce est juste égale à la somme des  $k^{\text{ièmes}}$  puissances des nombres de séquences correspondant aux permutations de la première.

» 4. Considérons enfin l'ensemble du triangle, et relierons-en tous les termes par la série entière, à deux variables,

$$H_2(x) + \frac{y}{1!} H_3(x) + \frac{y^2}{2!} H_4(x) + \frac{y^3}{3!} H_5(x) + \dots$$

» XIII. Cette série est convergente pour toutes les valeurs de  $x$  et de  $y$  dont les modules sont l'un et l'autre inférieurs à l'unité.

» XIV. La somme  $\varphi(x, y)$  de cette série, c'est-à-dire la fonction génératrice de tout le triangle, satisfait à l'équation aux dérivées partielles

$$(x^2 - x) \frac{\partial \varphi}{\partial x} + (1 - x^2 y) \frac{\partial \varphi}{\partial y} = (1 + 2x) \varphi.$$

» XV. Si l'on pose

$$w = 1, \frac{1+\sqrt{1-x^2}}{x} - y\sqrt{1-x^2},$$

la fonction génératrice  $\varphi(x, y)$  est donnée par la formule

$$\varphi(x, y) = \frac{1}{x} \frac{e^{\frac{w}{x}} + e^{-\frac{w}{x}}}{\sqrt{1+x}} \left( \frac{e^{\frac{w}{x}} - e^{-\frac{w}{x}}}{\sqrt{1+x}} \right)^{-1}.$$

» 5. Toutes les propositions qui précèdent, la neuvième exceptée, me paraissent nouvelles. Je viens de les énoncer, sans les expliquer ni les démontrer. Je les donne, ainsi que plusieurs autres, avec les explications nécessaires et les démonstrations développées, dans le Mémoire complet. »

## CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles planètes AX (Wolf, 1<sup>er</sup> mars) et AZ (Courty, 5 mars), faites à l'équatorial coudé (0<sup>m</sup>,32) de l'observatoire de Lyon, par M. G. LE CADET, présentées par M. Tisserand.*

### PLANÈTE AX.

#### Comparaisons et positions de la Planète.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Planète — Étoile.		Nombre de comp.	$\alpha$ app.	Log. fact. parall.	$\delta$ apparente.	Log. fact. parall.	*
		$\Delta\alpha$ .	$\Delta\delta$ .						
Mars 7...	9.55.23 <sup>h m s</sup>	-3.30,96 <sup>m s</sup>	+ 2.15,1	6:12	10.58.20,89 <sup>h m s</sup>	9,320 <sub>n</sub>	+ 6.57.44,5	0,749	1
9...	10.42.10	+1.16,39	+ 6.16,0	9: 9	10.56.15,40	8,986 <sub>i</sub>	6.56.34,8	0,742	2

### PLANÈTE AZ.

Mars 7...	11.18.39	+0.12,28	- 7.32,7	4: 4	9.32.56,10	8,973	+23.19.39,6	0,530	3
9...	9. 0.59	+0. 8,32	+ 0.49,5	4: 4	9.31.37,48	9,136 <sub>a</sub>	+23.31. 1,0	0,535	4

*Positions moyennes des étoiles de comparaison.*

Étoiles de comparaison.	Réduction au jour.		Réduction au jour.		Autorités.
	$\alpha$ moy. 1894,0.	$\delta$ moy. 1894,0.	$\alpha$ moy. 1894,0.	$\delta$ moy. 1894,0.	
1 BD + 7,2414	11 <sup>h</sup> 1.50 <sup>m</sup> .13	+1,72	+ 6.55.37,0	- 7,6	BBVI + 7 <sup>o</sup> .2414.
2 BD + 7,2394	10.54.57,27	+1,74	+ 6.50.26,5	- 7,7	} rapp. à $\frac{1}{2}$ (Paris 13379 + Gl 2925)   = 56 Lion.
3 BD + 23,2128	9.32.41,90	+1,92	+ 23.27.13,0	- 0,7	
4 BD + 23,2123	9.31.27,25	+1,91	+ 23.30.12,0	- 0,5	} rapp. à $\frac{1}{3}$ (W <sub>2</sub> 9 <sup>h</sup> .645 + 2 Paris 11863)   = BD 2126.
( * 2 — 56 Lion ). . . .	$\Delta\alpha = + 4^m 26,03$	$\Delta\delta = + 5' 22'', 4$	Comp : 4:4		
( * 4 — BD 2126 ). . . .	$\Delta\alpha = - 1^m 7,48$	$\Delta\delta = - 1' 34'', 3$	Comp : 4:4		

» REMARQUES : *Mars* 7. — Observations bonnes; images très calmes. AX estimée 10°, AZ estimée 11°.

» *Mars* 9. — Images faibles et diffuses.

» Ces observations ont été faites au moyen du micromètre à fils fins brillants qui ne comporte que de forts grossissements. Grandeur : 600. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la planète 1894 AZ, faite au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux; par M. L. PICART (transmise par M. G. Rayet.)*

« La planète AZ, découverte à l'observatoire de Bordeaux le 5 mars par M. F. Courty, n'a pu être observée qu'une seule fois par suite du mauvais temps. La position obtenue est la suivante :

## PLANÈTE AZ, COURTY.

Date 1894.	Étoile.	Temps sidéral de		$\Delta\alpha$ planète.	$\Delta\delta$ planète.	Observ.
		Bordeaux.	Bordeaux.			
Mars 7 . . . . .	1	7 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup> .69	+ 2 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup> .50	+ 11' 21'', 40		L. Picart

*Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1894,0.*

Étoile.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.	Catalogue et autorité.
1 . . .	9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup> .06	+ 1 <sup>s</sup> .91	06° 29' 10'', 9	+ 0'', 61	$\frac{1}{3}$ [Paris 11827. — A. G. Z Berlin zone 79.16 et zone 82.12]

*Position apparente de la planète AZ.*

Date	Temps moyen de	Ascension droite	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire	Log. fact. parallaxe.
1894.	Bordeaux.	apparente.		apparente.	
Mars 7....	8 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup> ,4	9 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> ,47	—1,363	66°41'2",9	—0,552

ASTRONOMIE — *Observations de planètes, faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner); par M. F. ROSSARD, présentées par M. Tisserand.*

Dates	Planètes.	Étoiles.	Gr.	Planète — Étoile		Nombre de compar.
				$\Delta R.$	$\Delta$ Décl.	
Févr. 13....	AV	<i>a</i>	8,0	—1. 1,59	—4. 1,4	18;20
16....	AV	<i>a</i>	8,0	—0. 59,77	—3. 53,8	18;20
16....	AV	<i>a</i>	8,0	—0. 58,45	—3. 48,4	16;12
Mars 5....	AX	<i>b</i>	9,1	—1. 33,24	+3. 10,8	18;20
5....	AY	<i>c</i>	8,9	—1. 2,32	—4. 52,6	18;20
7....	AY	<i>d</i>	8,9	—0. 30,76	+4. 30,6	18;20
9....	AY	<i>e</i>	9,0	—1. 49,58	—4. 45,1	18;20
7....	AZ	<i>f</i>	9,0	—0. 12,56	—7. 33,6	18;20
8....	AZ	<i>f</i>	9,0	—0. 24,47	—2. 17,3	10; 4
9....	AZ	<i>g</i>	7,0	+0. 34,19	+1. 30,0	18;20
9....	BA	<i>h</i>	8,0	+0. 38,74	+5. 23,0	18;20

*Positions des étoiles de comparaison.*

Dates	Étoiles.	Ascens. droite	Réduction	Déclinaison	Réduction	Autorité.
1894.		moyenne	au	moyenne	au	
		1894,0.	jour.	1894,0.	jour.	
Févr. 16.	<i>a</i> 2147 BD + 24	9.52.34,87	—1,89	+22. 49. 3,3	—3,2	Weisse <sub>2</sub> 1077-8
Mars 5...	<i>b</i> 2444 BD + 7	11. 1.50,13	+1,70	+ 6.55.37,0	—8,3	Bonn t. VI
5...	<i>c</i> 2474 BD + 5	11.12. 7,08	+1,69	+ 4.54. 4,8	—8,8	Weisse <sub>1</sub> 160
7...	<i>d</i> 2469 BD + 5	11.10.14,24	+1,71	+ 5. 3.37,9	—8,4	Weisse <sub>1</sub> 120
9...	<i>e</i> 2468 BD + 5	11.10. 3,03	+1,72	+ 5.32. 6,3	—8,0	Weisse <sub>1</sub> 116
7...	<i>f</i> 2428 BD + 23	9.32.41,71	+1,92	+23.27. 9,1	—0,7	Weisse <sub>2</sub> 648
8...	<i>f</i> 2428 BD + 23	9.32.41,71	+1,91	+23.27. 9,1	—0,7	Weisse <sub>2</sub> 648
9...	<i>g</i> 2420 BD + 23	9.30.55,20	+1,90	+23.30.17,4	—0,4	Weisse <sub>2</sub> 606
9...	<i>h</i> 2273 BD + 11	10.38.51,12	+1,79	+10.55.59,8	—6,5	Weisse <sub>1</sub> 656

*Positions apparentes des planètes AV-AX-AY-AZ-BA.*

Dates	Planètes.	Temps moyen	Ascension	Log. fact.	Déclinaison	Log. fact.
1894.		de	droite	parall.	apparente.	parall.
		Toulouse.	apparente.			
Févr. 16....	AV	9.54.17	9.53.38,35	1,403 <sub>n</sub>	+22.44.58,7	0,546
16....	AV	10.39.49	9.53.36,53	1,233 <sub>n</sub>	+22.45. 6,3	0,511



Dates 1894.	Planètes.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>			
Févr. 16. . .	AV	11. 10. 24	9. 53. 35, 21	1, 043 <sub>n</sub>	+ 22. 45. 11, 7	0, 529
Mars 5. . . .	AX	12. 1. 46	11. 0. 18, 58	2, 000 <sub>n</sub>	+ 6. 58. 39, 5	0, 720
5. . . .	AY	12. 34. 48	11. 11. 6, 45	2, 524	+ 4. 49. 3, 4	0, 741
7. . . .	AY	11. 19. 25	11. 9. 42, 16	2, 951 <sub>n</sub>	+ 5. 8. 0, 0	0, 740
9. . . .	AY	11. 25. 40	11. 8. 15, 17	2, 775 <sub>n</sub>	+ 5. 27. 13, 2	0, 735
7. . . .	AZ	11. 2. 42	9. 32. 56, 19	2, 810	+ 23. 19. 34, 8	0, 484
8. . . .	AZ	8. 6. 24	9. 32. 19, 15	1, 428 <sub>n</sub>	+ 23. 24. 51, 1	0, 541
9. . . .	AZ	12. 28. 26	9. 31. 31, 29	1, 394	+ 23. 31. 47, 0	0, 530
9. . . .	BA	12. 1. 10	10. 39. 31, 65	2, 781	+ 11. 1. 16, 3	0, 676

ASTRONOMIE. — *Phénomènes solaires observés pendant les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> trimestres 1893, à l'observatoire du Collège romain.* Lettre de M. P. TACCHINI à M. le Président.

« Rome, 7 mars 1894.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats que j'ai obtenus sur la distribution en latitude des phénomènes solaires, d'après des observations faites pendant les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> trimestres 1893, et qui se rapportent à chaque zone de 10° dans chaque hémisphère du Soleil.

1893.	Protubérances.	Facules.	Taches.
Latitudes.	3 <sup>e</sup> trimestre.	3 <sup>e</sup> trimestre.	4 <sup>e</sup> trimestre.
90° + 80°	0,000		
80 + 70	0,011		
70 + 60	0,011		
60 + 50	0,011		
50 + 40	0,042	0,000	0,006
40 + 30	0,111	0,017	0,006
30 + 20	0,115	0,068	0,061
20 + 10	0,069	0,184	0,200
10 + 0	0,066	0,173	0,127
0 — 10	0,057	0,109	0,127
10 — 20	0,076	0,177	0,279
20 — 30	0,107	0,184	0,176
30 — 40	0,081	0,085	0,018
40 — 50	0,021	0,003	0,000
50 — 60	0,110		
60 — 70	0,115		
70 — 80	0,007		
80 — 90	0,000		

1893.	Protubérances.	Faécules.	Taches.
Latitudes.	1 <sup>er</sup> trimestre.	1 <sup>er</sup> trimestre.	1 <sup>er</sup> trimestre.
90 — 80	0,000		
80 — 70	0,000		
70 — 60	0,000		
60 — 50	0,011		
50 — 40	0,016	0,000	
40 — 30	0,069	0,025	0,000
30 — 20	0,149	0,106	0,079
20 — 10	0,091	0,192	0,219
10 — 0	0,058	0,145	0,132
0 — 10	0,051	0,184	0,228
10 — 20	0,066	0,208	0,237
20 — 30	0,121	0,106	0,105
30 — 40	0,088	0,031	0,009
40 — 50	0,028	0,008	
50 — 60	0,063		
60 — 70	0,168		
70 — 80	0,011		
80 — 90	0,000		

» Tous les phénomènes présentent une plus grande fréquence dans les zones australes, comme dans le semestre précédent : mais il faut noter que, pour les faécules et les taches, la fréquence a été presque la même dans les deux hémisphères pendant les mois de novembre et décembre. Les maxima de fréquence des faécules et des taches ont continué dans les zones ( $\pm 10^\circ$  à  $\pm 20^\circ$ ), tandis que, pour les protubérances, les maxima se trouvent à des latitudes plus élevées.

» Je dois faire remarquer la singulière persistance du maximum des protubérances entre  $-50^\circ$  et  $-70^\circ$ , qui a été déjà notée dans le 3<sup>e</sup> trimestre, et qui est précédée par un minimum bien marqué dans la zone ( $-40^\circ$  à  $-50^\circ$ ). La plus grande activité dans l'hémisphère austral se trouve encore confirmée par ce fait, que les protubérances les plus belles et les plus hautes ont été presque toutes observées au sud de l'équateur solaire, ce qui démontre qu'en dehors de la rotation solaire il y a des causes encore inconnues, qui font varier fortement l'activité solaire par latitude et par hémisphère.

» Pendant le 3<sup>e</sup> trimestre, nous n'avons pas observé d'éruptions ; et dans le 1<sup>er</sup> trimestre, on trouve des indices d'éruption à  $+21^\circ,7$  et  $+22^\circ,6$  à l'est le 25 et le 26 décembre seulement. »

PHYSIQUE. — *Sur la dépression capillaire barométrique*. Note de M. C. MALTÉZOS, présentée par M. A. Cornu.

« La dépression cherchée du sommet est

$$(1) \quad h = \frac{2a^2}{b},$$

$2a^2$  étant la constante capillaire, et  $b$  le rayon de courbure au point culminant du ménisque. Si l'on prend la tangente à ce point de la méridienne du ménisque pour axe de  $x$ , et l'axe du tube barométrique (cylindrique) mené de haut en bas pour axe de  $z$ , et si l'on désigne par  $l$  le rayon du tube et  $q$  la hauteur de la flèche, en intégrant <sup>(1)</sup> l'équation de Laplace (ou de Gauss) par la série de Maclaurin, on aura, au signe du second membre près

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} q = h & \left[ \left( \frac{l}{2a} \right)^2 + \left( 1 + \frac{h^2}{a^2} \right) \frac{1}{(2!)^2} \left( \frac{l}{2a} \right)^4 + \left( 1 + 10 \frac{h^2}{a^2} + \frac{9}{2} \frac{h^4}{a^4} \right) \frac{1}{(3!)^2} \left( \frac{l}{2a} \right)^6 \right. \\ & + \left( 1 + 82 \frac{h^2}{a^2} + \frac{315}{2} \frac{h^4}{a^4} + 45 \frac{h^6}{a^6} \right) \frac{1}{(4!)^2} \left( \frac{l}{2a} \right)^8 \\ & \left. + \left( 1 + 652 \frac{h^2}{a^2} + 3871 \frac{h^4}{a^4} + 3780 \frac{h^6}{a^6} + \frac{1575}{2} \frac{h^8}{a^8} \right) \frac{1}{(5!)^2} \left( \frac{l}{2a} \right)^{10} + \dots \right]. \end{aligned} \right.$$

» Cette série n'est pas toujours convergente. En effet, quand le diamètre  $2l$  du tube est très petit, les puissances de  $\frac{l}{2a}$  sont des petites quantités, mais par contre les coefficients sont beaucoup plus grands, et si  $l$  diminue ceux-ci augmentent beaucoup plus rapidement et la série diverge.

» Mais, pour les rayons  $l$  égaux à 2<sup>mm</sup>, le calcul nous montre que la série converge rapidement. On pourra donc pour  $l \geq 2^{\text{mm}}$  prendre en première approximation

$$q = h \left[ \left( \frac{l}{2a} \right)^2 + \frac{1}{(2!)^2} \left( \frac{l}{2a} \right)^4 + \frac{1}{(3!)^2} \left( \frac{l}{2a} \right)^6 + \dots \right].$$

» La nouvelle série se rattache aux fonctions de Bessel; en effet, cette

(1) Il paraît que cette solution a été donnée pour la première fois par M. Quet (*Rapport sur le progrès de la capillarité*, 1869). Quet s'était arrêté au terme en  $\left( \frac{l}{2a} \right)^8$ .

équation s'écrira

$$(3) \quad q = h \left[ J_0 \left( \frac{il}{a} \right) - 1 \right].$$

» On peut maintenant, connaissant  $a^2$ ,  $q$ ,  $l$ , calculer  $h$  en première approximation par l'équation (3). Appelons cette valeur  $h_1$ . En remplaçant  $h$  par  $h_1$  dans les coefficients de l'équation (2), on trouve finalement  $h$ . De cette manière, j'ai calculé diverses dépressions barométriques par les données des Tables de Delcros ( $2a^2 = 6,5278$ ), rapportées par Quetelet (1), et j'ai trouvé une concordance parfaite.

» Prenons la dérivée de deux membres de l'équation (3) (où à la place des  $q$  on pose  $z$  et  $x$ ), et nous aurons

$$\frac{dz}{dx} = h \frac{dJ_0 \left( \frac{ilx}{a} \right)}{dx} = \frac{hl}{a} \frac{dJ_0 \left( \frac{ilx}{a} \right)}{d \left( \frac{ilx}{a} \right)}$$

et, d'après la formule connue de la théorie des fonctions besséliennes

$$\frac{dJ_0(x)}{dx} = -J_1(x),$$

on aura

$$(4) \quad \left( \frac{dz}{dx} \right)_{x=l} = -\frac{hl}{a} J_1 \left( \frac{il}{a} \right).$$

» D'autre part, on a au même degré d'approximation la formule

$$(5) \quad \left( \frac{dz}{dx} \right)_{x=l} = \left( \tan \left( \frac{\pi}{8} - \frac{\alpha}{4} \right) \right)^{-1} e^{-\sin^2 \left( \frac{\pi}{8} - \frac{\alpha}{4} \right)},$$

où  $\alpha$  est l'angle de raccordement. En comparant les formules (4) et (5), il vient

$$(6) \quad -\frac{hl}{a} J_1 \left( \frac{il}{a} \right) = \left( \tan \left( \frac{\pi}{8} - \frac{\alpha}{4} \right) \right)^{-1} e^{-\sin^2 \left( \frac{\pi}{8} - \frac{\alpha}{4} \right)}.$$

» J'ai calculé par cette formule approximative les Tables données par Bravais (2) ( $2a^2 = 6,528$ ), en suivant la méthode des quadratures indiquée par Laplace. La différence entre mes nombres et ceux du Tableau de Bravais est à peine de quelques microns (1<sup>re</sup> à 5<sup>es</sup>), excepté toutefois pour  $l = 2^{\text{mm}}$ , où la différence accusée va jusqu'à  $0^{\text{mm}}, 05$ .

(1) *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, 1838.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3<sup>e</sup> série, t. V, 1842.

» Il faut noter que les constantes de Deleros et de Bravais ne diffèrent que de  $0^{\text{mm}},0002$ . Malheureusement la constante dans un même tube, bien calibré et de chambre sans aucune trace d'air, varie surtout avec la température suivant une loi encore inconnue.

» Si nous revenons à la formule (2), nous voyons que  $2a^2$  augmente, quand  $q$  augmente. C'est ce qui a été vérifié par l'expérience. En effet, en cherchant les valeurs de  $2a^2$  qui correspondent aux nombres du Tableau expérimental de M<sup>lle</sup> Gutkowska, j'ai trouvé par des interpolations que, pour  $q = 0^{\text{mm}},4$ ,  $2a^2$  était égal à 4,147 pour dépasser 6, quand  $q$  devient égal à  $1^{\text{mm}},6$ .

» Il faut donc laisser de côté toutes les Tables et les formules capillaires (vu la difficulté de déterminer  $2a^2$  pour chaque appareil et pour les diverses températures), et se contenter de la méthode pratique qui consiste à prendre la valeur moyenne  $h_0$ , donnée par la comparaison du baromètre en question avec un baromètre normal, pendant une quinzaine de jours. Mais le mieux serait que cette comparaison ait lieu pendant des jours de diverses températures et pressions atmosphériques, pour pouvoir former une Table empirique, pour chaque baromètre, de la dépression moyenne correspondant à chaque valeur de  $q$  (de 0,1 à 0,1 de millimètre.) »

OPTIQUE. — *Achromatisme et chromatisme des franges d'interférence.* Note de M. J. MACÉ DE LÉPINAY.

« MM. Cornu, Mascart, Lord Rayleigh, ont étudié les phénomènes d'achromatisme que présentent les franges d'interférence, en lumière blanche, sous l'influence du pouvoir dispersif des milieux interposés entre la source et l'œil de l'observateur. Je me propose de compléter sur quelques points les résultats de ces travaux, en étudiant les colorations des franges au voisinage des régions achromatisées.

» Supposons que les franges observées, de forme quelconque, soient nettes dans toute l'étendue d'un certain plan (trou éclairant). Soit  $\varphi$  la différence de phase, pour une radiation  $\lambda$ , des deux mouvements vibratoires qui se superposent en un certain point du plan, et  $A_\lambda^2$  leur intensité commune;  $\varphi$  est une fonction des coordonnées  $\xi, \eta$  du point et de  $\lambda$ . L'intensité du mouvement vibratoire résultant étant  $4A_\lambda^2 \cos^2 \frac{\varphi}{2}$ , la composition

de la radiation complexe qui illumine ce point peut être représentée symboliquement par

$$C = \sum A_{\lambda}^2 \cos^2 \frac{\varphi}{2}.$$

La composition de cette radiation, et par suite les impressions physiologiques d'intensité et de couleur qui en résultent dépendent uniquement de la relation qui lie  $\varphi$  à la longueur d'onde  $\lambda$ , ou à l'inverse de cette dernière  $x = \frac{1}{\lambda}$ .

» Dans un appareil interférentiel normal, c'est-à-dire ne contenant aucun milieu dispersif, cette relation est de la forme

$$(\cdot) \quad \varphi = 2\pi(\delta_1 x + \varepsilon),$$

$\delta_1$  et  $\varepsilon$  étant indépendants de  $x$ , le premier variable d'un point à l'autre, le second en général identique pour tous les points du plan. Cette équation, où l'on regarde  $\varphi$  et  $x$  comme des coordonnées, est celle d'une droite. Il importe, pour la suite, de remarquer qu'à des valeurs de  $\varepsilon$  de la forme  $\varepsilon = \varepsilon_0 + k(\cdot)$ ,  $k$  étant un nombre entier quelconque, correspond la même proportion  $\cos^2 \frac{\varphi}{2} = \cos^2 \pi(\delta_1 x + \varepsilon_0)$  de chaque radiation simple, et par suite la même composition de la radiation complexe éclairante.

» Pour abrégér, nous appellerons *teintes de p<sup>ième</sup> ordre* les teintes, variables avec  $\varepsilon$ , qui peuvent coïncider avec la  $p^{\text{ième}}$  frange ( $\delta_1 = p\lambda_0$ ) de la radiation la plus intense du spectre ( $\lambda = \lambda_0$ ), dans un appareil interférentiel normal.

» Dans le cas d'un appareil interférentiel comprenant des milieux dispersifs, la relation qui lie  $\varphi$  à  $x$  définit une courbe. Toutefois, si nous remarquons que l'intensité lumineuse décroît très rapidement dans le spectre, de part et d'autre du maximum, nous pourrons, dans un grand nombre de cas, confondre cette courbe avec sa tangente au point  $x = x_0 = \frac{1}{\lambda_0}$  (<sup>2</sup>), et écrire

$$(2) \quad \varphi = \varphi_0 + \left( \frac{d\varphi}{dx} \right)_0 (x - x_0),$$

(<sup>1</sup>) Dans le cas des anneaux de Newton ou des trois miroirs de Fresnel  $\varepsilon = \pm \frac{1}{2}$ .

(<sup>2</sup>) J'aurai l'occasion, dans une prochaine Communication, de revenir sur cette approximation, et de montrer dans quelles limites elle est permise.

Posant alors

$$(3) \quad \left( \frac{dz}{dx} \right)_0 = 2\pi\delta_1 = 2\pi p\lambda_0 = \frac{2\pi p}{x_0},$$

$$(4) \quad \varphi_0 = x_0 \left( \frac{dz}{dx} \right)_0 = 2\pi\varepsilon,$$

les équations (1) et (2) deviennent identiques. On se trouve pouvoir assimiler la teinte obtenue au point considéré à celle qui correspond à la  $p^{\text{ième}}$  frange d'un phénomène d'interférence normal caractérisé par une certaine valeur de  $\varepsilon$  donnée par (4) ou par

$$(5) \quad \varepsilon = \frac{\varphi_0}{2\pi} = p.$$

» L'équation (3), où l'on suppose que  $p$  a une valeur donnée, et où  $z$  est une fonction de  $\xi$ ,  $\tau$ , définit un certain lieu que nous appellerons *courbe de chromatisme d'ordre  $p$* . L'une de ces courbes ( $p = 0$ ) est la courbe d'achromatisme de Lord Rayleigh.

» Une discussion facile conduit aux résultats suivants :

» 1° *La composition de la radiation éclairante et, par suite, les intensités et les colorations se reproduisent périodiquement le long d'une même courbe de chromatisme.*

» Si l'on suppose, en particulier,  $p$  entier, à tous les points d'une pareille courbe définis par la condition

$$\varphi_0 = 2\pi q,$$

$q$  étant un nombre entier, correspond une valeur entière,  $q = p$ , de  $\varepsilon$ . Les intensités et les colorations sont assimilables à celles de la  $p^{\text{ième}}$  frange (brillante) des franges normales à centre blanc. De même, en tous les points définis par la condition  $\varphi_0 = (2q + 1)\pi$ , les teintes sont celles de la  $p^{\text{ième}}$  frange (sombre) des franges normales à centre noir.

» 2° *Le long d'une même frange ( $\varphi_0 = \text{const.}$ ), les intensités et les colorations varient d'une manière continue.* En particulier, une frange brillante ( $\varphi_0 = 2q\pi$ ) quelconque est assimilable à la frange centrale des deux miroirs de Fresnel, aux points où elle rencontre la courbe d'achromatisme; aux franges brillantes successives du même appareil, aux points où elle rencontre les courbes de chromatisme d'ordre  $\pm 1$ ,  $\pm 2$ , ...; aux franges brillantes successives des trois miroirs de Fresnel, aux points où elle rencontre les courbes de chromatisme d'ordre  $\pm \frac{1}{2}$ ,  $\pm \frac{3}{2}$ , ...

» *Application.* — L'expérience des anneaux de Newton vus à travers un prisme fournit un remarquable exemple de ces phénomènes. Je supposerai que les anneaux (lame d'air) soient examinés sous une incidence presque normale, à travers un prisme de petit angle. Si  $m$  est l'indice du prisme,  $u$  son angle au sommet,  $a$  sa distance à la lame mince,  $R$  le rayon de la surface convexe qui limite cette dernière, le calcul, calqué sur celui de Lord Rayleigh (1), conduit aux résultats suivants :

» Les courbes de chromatisme sont des circonférences concentriques. Le rayon  $r_0$  de la courbe d'achromatisme est donné par

$$r_0^2 = au\lambda_0 \left( \frac{dm}{d\lambda} \right)_u.$$

Cette courbe passe par le centre apparent des anneaux. Le rayon de l'une ou l'autre courbe de chromatisme d'ordre  $p$  est donné par

$$r_p^2 = r_0^2 \pm Rp\lambda_0^2 = r_0^2 \pm \varepsilon_p^2,$$

$\varepsilon_p$  étant le rayon du  $p^{\text{ième}}$  anneau.

» La figure obtenue dans les conditions suivantes : rayon du dix-huitième anneau, 2,4<sup>mm</sup>; rayon de la circonférence d'achromatisme, 12<sup>mm</sup>; franges supposées indistinctes au delà des courbes de chromatisme de troisième ordre, est à peu près identique à celle qui a été dessinée par Newton (2). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Emploi de l'électricité pour suivre les phases de certaines réactions chimiques.* Note de M. **JULES GARNIER.**

« J'ai exécuté, aux ateliers de M. Hillairet, ingénieur électricien à Paris, quelques expériences dans le but d'utiliser l'électricité pour se rendre compte des phases de certaines opérations métallurgiques, mesurer leur durée et leur intensité. Comme j'ai la pensée que cette méthode est applicable à un grand nombre de cas, il m'a paru intéressant de faire connaître les premiers résultats obtenus.

» Je plaçai, dans un tube en terre réfractaire, de l'oxyde de nickel en poussière, mêlé de charbon de bois; deux barres cylindriques d'acier doux, pénétrant dans le tube par ses extrémités, venaient presser entre elles le mélange, dont l'épaisseur était de quelques centimètres. Cet ensemble fut disposé horizontalement dans un petit four à réverbère, chauffé au coke, pendant que les deux barres d'acier étaient placées dans le circuit d'un courant électrique. Tout d'abord la résistance opposée au courant

(1) *Philos. Mag.*, (5), t. XXVII, p. 189; 188).

(2) *Optique*, planche II du Livre II.



était absolue : pendant que l'ampérage était nul, le voltmètre marquait 50; mais, après quinze minutes de chauffe, les aiguilles se mirent en mouvement, l'ampérage s'éleva peu à peu, le voltage diminua, de sorte que, à un moment donné, j'eus près de 50 ampères et presque pas de résistance. Après un instant d'équilibre dans ce dernier état, les aiguilles des ampères et des volts revinrent peu à peu à leur position primitive, pour se fixer à 45 volts environ, et 1 ou 2 ampères.

» Ces variations progressives du courant électrique, tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre, indiquent les réactions accomplies dans l'oxyde de nickel mélangé de charbon. Au début, ce mélange s'est opposé au passage du courant; au moment où la réduction à l'état de métal a commencé à se produire, le courant a passé d'abord faiblement, puis de plus en plus aisément, en sorte que, au moment précis où le nickel réduit a formé une sorte de chaîne ininterrompue de l'anode à la cathode, le voltage a été nul. C'est alors que la carburation du nickel métallique a commencé à se produire : les aiguilles des appareils à mesurer les volts et les ampères l'ont indiqué par leur mouvement en sens inverse du mouvement primitif; la résistance est même devenue considérable, au moment où les particules de nickel carburé, c'est-à-dire aisément fusible, se sont réunies en globules.

» Dans une autre expérience où j'ai opéré sur un mélange d'oxyde de cuivre, de nickel et de fer, malgré la complexité du mélange, les variations d'intensité du courant électrique ont bien indiqué les phases successives de réduction des trois métaux.

» Une des conclusions à tirer de ces expériences est que l'on peut suivre électriquement la marche d'un certain nombre d'opérations métallurgiques, notamment le raffinage des métaux dont les pouvoirs conducteurs varient à mesure que la composition se modifie. Un chef d'usine, par exemple, pourrait suivre de son bureau, sur les aiguilles d'ampèremètres et de voltmètres, les phases de la fabrication de l'acier sur sole, du raffinage d'un bain de cuivre, de nickel ou d'autres métaux. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude des levures.* Note de MM. P. HAUTEFEUILLE et A. PERREY, présentée par M. L. Troost.

« Nous avons entrepris l'étude des levures qui interviennent dans le cuvage de divers vins des côtes de Nuits et de Beaune. Ces levures peuvent, à une ou deux exceptions près, être classées, suivant les allures qu'elles communiquent à la fermentation, dans trois groupes.

» Les levures du premier groupe sont des levures apiculées. Ce sont elles qui, dès l'origine, conduisent la fermentation de la cuve et, dans quatre cas sur douze, elles l'ont achevée. Dans les huit autres cas, la cuve étant maintenue à la température de 30°, la fermentation a été terminée par des levures du deuxième groupe, levures ellipsoïdes plus actives que les premières. La substitution a été complète, dans le moût en fermentation tumultueuse, en moins de 48<sup>h</sup>; ou plus exactement, tandis que, dans la première période de la fermentation, les prises de moûtensemencées sur gélatine donnaient exclusivement des colonies de levures apiculées, dans la seconde période elles donnaient exclusivement des colonies de levures ellipsoïdes du deuxième groupe. Ce fait paraît explicable par l'observation suivante :

» La fécondité de certaines levures apiculées en moût de raisin, à la température de 28°, s'épuise après un certain nombre de générations : ainsi, une levure avait servi à vingtensemencements successifs, tous féconds; la levure du vingtième tube a étéensemencée dans trois tubes, dont un seul a été fertile; celui-ci a servi à enensemencer dix qui tous ont été stériles.

» Les levures que nous avons classées dans le troisième groupe sont ellipsoïdes. Dans le moût de raisin neutralisé ou très peu acide, elles se comportent plutôt à la manière des levures hautes et prennent une coloration variant du rose au rouge vineux foncé. Nous les avons rencontrées dans dix cuves : elles paraissaient y jouer un rôle peu actif; une fois cependant, nous avons vu une levure de ce groupe conduire seule la fermentation.

» La coloration de ces levures, qui a son siège dans la membrane cellulaire, est due, chez les unes, à la production d'une couche uniformément colorée en rose ou en rouge brique, chez d'autres à la production de très petites verrues rouge foncé, rares d'abord, qui se multiplient, se resserrent et se joignent enfin pour former une couche continue.

» Dans les levures de ce groupe, on reconnaît dès le très jeune âge de la cellule, au sein du protoplasma hyalin, l'existence d'un petit globule sphérique fortement réfringent. Pendant la période la plus active de la vie cellulaire, ce globule augmente de volume rapidement jusqu'à 2 ou 3 $\mu$ , donnant à la cellule un aspect caractéristique. Plus tard, dans la masse granuleuse du protoplasma vieilli, il persiste, aisément reconnaissable à sa réfringence et à son volume.

» Si la levure fraîche est transportée sur un morceau de craie humide,

ce globule prend des dimensions de plus en plus considérables et finit par remplir presque totalement la cavité cellulaire (1). Il s'échappe enfin, dès longtemps pourvu d'une membrane (souvent colorée en rouge). Son protoplasma, jusqu'à ce moment resté hyalin, se différencie peu après en spores très petites, très nombreuses. La membrane du sporange se rompt à son tour, mettant les spores en liberté.

» La sporulation se fait donc suivant le mode observé par M. Engel chez les levures apiculées.

» Si, au contraire, les cellules, dont le sporange a presque rempli déjà la capacité, sont replacées en moût de raisin, le sporange perd rapidement ses dimensions, sans jamais disparaître, et la cellule reprend le même aspect qu'elle avait avant d'être enlevée au milieu nutritif.

» Les faits que nous avons observés constituent une véritable préparation à la sporulation pendant la période la plus active de la vie cellulaire.

» Du reste, nous avons eu occasion de reconnaître que la sporulation pouvait se faire dans un milieu même très favorable à la nutrition de la cellule : nous avons rencontré une levure (étrangère aux trois groupes actuellement visés) qui, dans le moût de raisin, à la température de 25° et dès les premiers jours de la fermentation, se multiplie par spores aussi activement que par bourgeons. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les spectres d'étincelle de quelques minéraux (sulfures métalliques)*. Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. Friedel.

« Plusieurs minéraux, tels que la galène et la pyrite, sont assez bons conducteurs de l'électricité pour qu'on puisse obtenir facilement l'étincelle d'une bobine d'induction entre deux de leurs fragments. Je me suis proposé d'étudier les spectres électriques ainsi produits et de rechercher dans cette manière d'opérer, sinon une méthode générale d'investigation, du moins un caractère spécifique important pour le diagnostic des minéraux conducteurs et des minerais métalliques.

» Les deux fragments du minéral examiné, aussi petits que possible, étaient saisis

---

(1) Lorsque la cellule fille, au lieu de se détacher de la cellule mère, a grandi avec elle dans le moût nutritif, de manière à en former comme un prolongement, on trouve deux globules sous une seule enveloppe cellulaire.

entre des pinces à bout de platine opposées par le sommet, mobiles le long d'un support vertical, et communiquant avec les pôles d'une bobine d'induction. Celle-ci appartenait au type construit pour l'inflammation des moteurs à gaz, et les résistances du fil inducteur et du fil induit étaient respectivement de  $0^{\text{ohm}},20$  et de  $3235$  ohms.

» Cette bobine était actionnée par six éléments au bichromate à vase poreux et zinc intérieur. Un condensateur d'environ  $19^{\text{dm}^2}$  de surface, formé de quatre petites bouteilles de Leyde, rendait l'étincelle courte et chaude, en reliant ses armatures avec les deux pôles de la bobine.

» Cette étincelle, très lumineuse et courte, était étudiée avec un spectroscope ordinaire de laboratoire à un prisme, en flint lourd de densité  $4,72$  et d'indice pour la raie D :  $1,7561$ ; conditions se rapprochant beaucoup de celles où avaient été produits les spectres du grand Ouvrage de M. Lecoq de Boisbaudran <sup>(1)</sup>, et dont la comparaison était simplifiée par l'identité des échelles micrométriques employées. Les lectures faites sur le micromètre étaient transformées en longueurs d'onde au moyen d'une courbe de graduation de l'instrument, préalablement construite à l'aide de raies connues.

» On employait aussi pour le même usage une Table numérique correspondante.

» Les spectres mesurés et dessinés étaient comparés à ceux de M. Lecoq de Boisbaudran pour les métaux et à ceux du *Traité de Spectroscopie* de M. Salet pour les métalloïdes, en tenant compte des raies de l'air qui formaient un spectre très voisin de celui décrit par M. Lecoq de Boisbaudran sous le nom d'*étincelle longue, sans condensateur, ou trait de feu*.

» Dans les expériences qui suivent, les seules raies de l'air qui aient persisté, au milieu de celles des éléments du minéral d'où jaillissait l'étincelle, étaient d'abord H $\alpha$  ( $\lambda = 656$ ), Az $\beta$  ( $\lambda = 567$ ), Az $\gamma$  ( $\lambda = 500$ ) et en second lieu, très peu visibles, Az $\delta$  ( $\lambda = 593$ ), Az $\zeta$  ( $\lambda = 517$ ). Nébuleuses sur les bords, elles faisaient contraste avec la netteté des raies métalliques obtenues avec les minéraux.

» Je me bornerai à énumérer, dans ce qui va suivre, les raies les plus caractéristiques en les désignant par les mêmes lettres que M. Lecoq de Boisbaudran, bien que, par suite de l'emploi du condensateur, l'intensité relative des raies ne soit pas maintenue, surtout dans le violet où elle est augmentée par la chaleur plus grande de l'étincelle. Les chiffres entre ( ) expriment les longueurs d'onde en millièmes de millimètre.

» J'ai commencé par l'étude des sulfures, qui donnent de beaux spectres, plus complets et plus intenses que les métaux eux-mêmes; la blende seule paraît faire exception.

» *Galène* : PbS. Pierrelitte.— Donne le spectre complet du plomb; les principales

(1) *Spectres lumineux*. Paris, 1874.

raies sont  $\varepsilon(600)$ ,  $\gamma(560)$ ,  $\zeta(537)$ ,  $\delta(520)$ ,  $\beta(500)$ , puis deux raies très renforcées par le condensateur :  $(438)(424)$  et enfin la plus caractéristique  $\alpha(405)$ .

» *Pyrite* :  $\text{FeS}_2$ . Corse. — Fournit un plus beau spectre du fer que les chlorures usités généralement. On a :  $\alpha(591)$ ,  $\theta(561)(557)$ ,  $\varepsilon(543)(540)(548)$ ,  $\alpha(532)(526)(523)$ ,  $\delta(519)(517)(514)$ ,  $\beta(496)(492)$ ,  $\zeta(490)(489)(487)$ ,  $\gamma(440)(438)$ ,  $\tau(432)(430)$ ,  $\lambda(427)$ .

» *Chalcosine* :  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Toscane. — Très belles raies du cuivre  $\gamma(578)$ ,  $\delta(570)$ ,  $\alpha_1(522)$ ,  $\beta(515)$ ,  $\alpha_2(510)$ .

» *Chalcopyrite* :  $(\text{CuFe})\text{S}$ . Baïgorry. — Les raies du cuivre sont prédominantes et éteignent de leur éclat les raies du fer qui apparaissent dans le fond, renforcées par addition sur les pinces d'une goutte d' $\text{HCl}$ .

» *Argyrose* :  $\text{Ag}_2\text{S}$ . Bohême. — Raies intenses de l'argent  $\alpha(546)$ ,  $\beta(520)$  et  $(467)$  faible.

» *Cinabre* :  $\text{HgS}$ . Almaden. — Belles raies du mercure  $\gamma(579)(577)$ ,  $\alpha(546)$ ,  $\beta(436)$ ,  $\delta(404)$ .

» *Haüérite* :  $\text{MnS}$ . Sicile. — Mauvaise conductrice, donne, seulement après avoir été humectée d' $\text{HCl}$ , les raies du manganèse, vives mais fugitives, entre autres  $\beta(602)$ ,  $\alpha$  triple  $(482)(478)(476)$ .

» *Blende* :  $\text{ZnS}$ . (Ariège). — Ne conduit pas. Un seul échantillon, à gangue calcaire, m'a donné passagèrement les raies du zinc :  $\beta(636)$ ,  $\alpha(481)$ ,  $\gamma(472)$ ,  $\delta(468)$ , avec celles du calcium, en l'humectant d' $\text{HCl}$ . Ces raies du zinc, et en outre  $(463)$  apparaissent, au contraire, facilement et avec beaucoup d'intensité, dans les autres minéraux même faiblement zincifères, mais plus conducteurs.

» *Stannine* :  $2(\text{Cu}^2, \text{Fe}, \text{Zn})\text{S} \cdot \text{SnS}_2$ . Cornouailles. — Donne les raies du cuivre, celles du zinc (bien que contenant moins de  $\frac{1}{4}$  pour 100 de ce métal) et la raie de l'étain  $\alpha(452)$ . Les raies du fer, peu visibles, augmentent passagèrement en nombre et en intensité par l'addition d' $\text{HCl}$ .

» *Bismuthine* :  $\text{BiS}$ . Bamle, Norwège. — S'obtient facilement même sans condensateur; on a les raies du bismuth :  $\beta(555)$ ,  $\gamma(521)$ ,  $\varepsilon(515)$ ,  $\alpha(472)$ ,  $\delta(412)$  et la raie du plomb  $\text{Pb}\alpha$ , qui indiquerait un passage à la *cosalite*,  $2\text{PbS} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$ .

» *Stilbène* :  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ . Corse. — Bien que mauvaise conductrice finit par donner les raies de l'antimoine  $\gamma(613)$ ,  $\delta(608)$ ,  $\alpha(600)$ ,  $\zeta(591)$ , quand l'étincelle produit un grillage du minéral.

» *Réalgar* :  $\text{AsS}$ . (Banat). — Mauvais conducteur, avec  $\text{HCl}$  donne les raies de l'arsenic  $\beta(565)$ ,  $\alpha_1(556)$ ,  $\alpha_2(550)$ ,  $\gamma(533)$ , mais difficilement. L'*orpiment*  $\text{As}_2\text{S}_3$  ne donne rien.

» SÉLÉNURE. — *Zorgite* :  $(\text{Pb}, \text{Cu})\text{Se}$ . (Andes). — Se comporte comme un sulfure, donnant facilement les spectres du cuivre et du plomb. Il se forme sur les pinces l'encre couleur de brique caractéristique du sélénium.

» TELLURE. — *Tétradymite* :  $\text{BiTe}$ . — Donne facilement le spectre du bismuth et, en plus, les principales raies du tellure :  $(604)$ ,  $\beta(597)$ ,  $(585)$ ,  $\gamma(575)$ ,  $\delta(571)$ ,  $\varepsilon(565)$ ,  $\theta(522)$ .

» Quelques métaux ou *corps simples natifs* ont aussi été étudiés; nous citerons :

» L'*or* (Philippines) donne les raies  $\alpha(583)$ ,  $\beta(527)$ ,  $\gamma(479)$ ,  $\delta(523)$ ,  $\varepsilon(506)$ ,  $\zeta(565)$  et les raies de l'argent.

» L'argent. Mêmes raies que l'argyrose.

» Le cuivre et le bismuth natifs donnent les mêmes spectres que les sulfures correspondants.

» L'arsenic (Cumberland) donne facilement les raies :  $\varepsilon$ (617), (611), (602),  $\beta$ (565),  $\alpha_1$ (556),  $\alpha_2$ (550),  $\gamma$ (533). Il se forme des globules blancs d'acide arsénieux.

» L'antimoine (Canada) dégage pendant l'expérience des fumées blanches caractéristiques, donne facilement un spectre assez fugitif :  $\gamma$ (612),  $\delta$ (607),  $\alpha$ (600),  $\zeta$ (591),  $\varepsilon$ (563),  $\tau$ (516). Résultats améliorés par l'addition de HCl.

» Les sulfoarséniures et sulfoantimoniures donnant de bons spectres, j'espère pouvoir présenter dans une prochaine séance les résultats de recherches en cours d'exécution sur ces classes de minéraux. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Influence du temps sur l'absorption de l'oxyde de carbone par le sang* (1). Note de M. N. GRÉHANT, présentée par M. Larrey.

« Dans les recherches intéressantes que M. de Saint-Martin a publiées sur la respiration, j'ai lu un passage qui me concerne personnellement. « M. Gréhan a omis, dit-il, de faire intervenir dans ses essais un facteur » très important : je veux parler du temps pendant lequel le mélange » toxique est respiré. » Cette critique amicale m'a rendu service, car elle m'a décidé à reprendre la question de l'absorption de l'oxyde de carbone par le sang de l'animal vivant, en faisant varier le temps et les proportions des mélanges titrés.

» *Expérience I.* — Je fais préparer six fois successivement, dans un gazomètre de M. de Saint-Martin, un mélange de 100<sup>lit</sup> d'air et de 100<sup>cc</sup> d'oxyde de carbone pur : 500<sup>lit</sup> sont envoyés d'abord dans un grand gazomètre servant de réservoir.

» Chez un petit chien du poids de 6<sup>kg</sup>, je fixe un tube dans une artère carotide ; je fais respirer l'animal dans le premier gazomètre contenant 100<sup>lit</sup> du mélange titré ; au fur et à mesure que le gaz circule dans les poumons à l'aide d'une muselière de caoutchouc et de soupapes hydrauliques, on fait arriver du gaz du grand gazomètre dans le petit et l'animal peut respirer pendant deux heures et demie.

» Au bout d'une demi-heure, je fais une première prise de sang, égale à 25<sup>cc</sup> : ce liquide est injecté dans le récipient de la pompe à mercure qui a reçu d'abord 100<sup>cc</sup> d'acide acétique à 8° privé de gaz par l'ébullition ; j'obtiens rapidement à 100° les gaz du sang et l'oxyde de carbone qui avait été absorbé par l'hémoglobine ; ce gaz combustible privé d'acide carbonique est dosé dans mon grisonmètre qui, pour 1<sup>cc</sup> d'oxyde de carbone, donne une réduction de 7,6 divisions.

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

» La première analyse grisométrique a donné une réduction de 11,5 divisions qui correspond à 1,5 d'oxyde de carbone ou à 6<sup>cc</sup> d'oxyde de carbone pour 100<sup>cc</sup> de sang ; ce nombre 6 est très voisin de celui 5,5 que j'ai obtenu dans les expériences antérieures qui m'ont servi à établir une première loi d'absorption de l'oxyde de carbone dans des mélanges titrés que l'on fait respirer pendant une demi-heure (*Comptes rendus*, 1892).

» On détache le récipient de la pompe, on fait écouler les liquides et on fait le vide de nouveau sur l'acide acétique pour la seconde extraction et ainsi de suite.

» Voici les résultats qui ont été obtenus :

Une demi-heure . . . . .	6,0	CO pour 100 <sup>cc</sup> de sang
Une heure . . . . .	9,2	»
Deux heures . . . . .	10,0	»
Deux heures et demie . . . . .	9,3	»

» On voit donc que chez l'animal qui a respiré pendant une heure, la proportion d'oxyde de carbone absorbé par le sang est plus grande qu'au bout d'une demi-heure, mais qu'elle devient constante dans les heures suivantes.

» *Expérience II.* — J'ai fait préparer de la même manière 600<sup>lit</sup> de mélange à  $\frac{1}{10000}$ ; 100<sup>lit</sup> contenaient seulement 10<sup>cc</sup> CO pur; cinq extractions de gaz du sang ont été faites chez un autre animal de la même espèce, de demi-heure en demi-heure : le grisomètre, instrument d'une exactitude merveilleuse, a donné des réductions de 2,7 pour le premier échantillon, de 6,8 pour le dernier échantillon. Les résultats suivants ont été obtenus :

Une demi-heure . . . . .	1,42	pour 100 <sup>cc</sup> de sang
Une heure . . . . .	2,05	»
Une heure et demie . . . . .	3,9	»
Deux heures . . . . .	3,15	»
Deux heures et demie . . . . .	3,6	»

» On voit ici que l'oxyde de carbone augmentait progressivement dans le sang, ce qui montre qu'il existe une différence complète, impossible à prévoir, entre la marche de l'absorption du gaz toxique par le sang, quand on fait respirer des mélanges différents à  $\frac{1}{1000}$  et à  $\frac{1}{10000}$ . C'est en m'appuyant sur ces nouvelles bases que je compte commencer la recherche et le dosage de l'oxyde de carbone dans les atmosphères confinées produisant des accidents d'empoisonnement qui n'ont jamais été aussi fréquents qu'à l'époque actuelle et qui constituent une véritable calamité publique. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'utricule prostatique et les canaux déférents des Cétacés.* Note de MM. H. BEAUREGARD et R. BOULART, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans les premiers jours du mois de janvier dernier, un grand Cétacé, long de 20<sup>m</sup>, était jeté à la côte sur la plage de Karafédé près de Loctudy (Finistère). C'était un Rorqual (*Balenoptera musculus*), mâle et très adulte, en bon état de conservation. L'un de nous fut délégué par M. le professeur Pouchet pour procéder à la dissection de l'animal et en assurer la possession aux collections d'Anatomie comparée du Muséum. Le squelette fut donc rapporté à Paris, en même temps qu'un certain nombre de viscères. Parmi ceux-ci figurent les organes génitaux internes, à propos desquels nous avons rédigé la présente Note.

» L'utricule prostatique (*protometra*, utérus mâle), très petit chez l'homme, offre chez beaucoup de Mammifères un grand développement et ressemble parfois à un utérus bicorné (certains Rongeurs par exemple). Il a été peu étudié chez les Cétacés et son existence n'a été signalée que chez un petit nombre de Cétodontes : chez le Globiceps et le Marsouin, par Jackson (1); chez le Narwal, par Owen (2). Il est décrit par ces anatomistes comme figurant un court cæcum, placé entre les extrémités terminales des canaux déférents et s'ouvrant sur le verumontanum un peu en avant des orifices de ces canaux.

» On ne possède, d'autre part, aucun renseignement sur cet organe chez les Mysticètes. M. le professeur Yves Delage, dans son *Histoire de la B. musculus de Langrune* (1885), déclare n'avoir point trouvé l'utricule prostatique. En procédant à la dissection de la région prostatique de l'urètre du Rorqual de Karafédé, nous avons porté notre attention spéciale sur ce point.

» A première vue, le verumontanum apparaît comme un épais bourrelet longitudinal, saillant sur la partie dorsale de la portion prostatique de l'urètre, et mesurant environ 6<sup>cm</sup> de long sur 1<sup>cm</sup>,5 de large. Son extrémité postérieure se prolonge en deux lambeaux membranoux triangulaires accolés; à sa surface, on n'aperçoit

---

(1) JACKSON, *Dissection of a Sperm Whale* (*Boston Journal nat. hist.*, 1845-47, vol. V).

(2) OWEN, *Comp. Anat.*, t. III.



aucun orifice. Mais si l'on écarte les deux lambeaux en question, on voit à leur base une ouverture qui donne dans une cavité au fond de laquelle apparaît l'extrémité du verumontanum portant trois orifices : un médian et deux latéraux. Ces derniers sont les orifices des canaux déférents; l'orifice médian est celui de l'utricule prostatique que nous avons disséqué après l'avoir injecté. Cet organe est ici un sac claviforme mesurant 3<sup>cm</sup> de longueur sur 1<sup>cm</sup>,2 dans sa plus grande largeur; il est donc, relativement à la taille de l'animal, extrêmement peu développé; il siège d'ailleurs à sa place normale, entre les extrémités terminales des canaux déférents.

» L'utricule prostatique existe donc chez les Mysticètes comme chez les Cétodontes, et il est assez semblable à celui de ces derniers Cétacés. Cela ressort des descriptions des auteurs et aussi d'une dissection que nous avons eu l'occasion de faire récemment sur un Dauphin. Jackson n'avait étudié qu'un fœtus de Dauphin, si petit, dit-il, qu'il n'a pu voir l'organe en question. D'après nos observations, le verumontanum chez le Dauphin est cylindrique, atténué à ses deux extrémités, et présente vers son extrémité postérieure trois orifices : un médian circulaire et deux latéraux, semi-lunaires. Ces derniers sont ceux des canaux déférents; le médian est l'orifice de l'utricule prostatique, qui se présente ici sous la forme d'un cæcum cylindrique, appointi en avant, mesurant 2<sup>cm</sup>,4 de long sur 4<sup>mm</sup>,5 de large.

» Sans insister sur les détails qui prendront place dans un Mémoire que nous préparons, nous tenons à signaler ici une disposition anatomique imprévue, que nous avons observée dans les canaux déférents.

» Ceux-ci, gonflés par la masse solide que nous y avons fait pénétrer, avaient extérieurement une apparence spiralée très remarquable. En les ouvrant, nous avons constaté que la muqueuse de ces conduits est relevée en une véritable valvule spirale, dont les tours ont de 1<sup>cm</sup>,5 à 2<sup>cm</sup> d'écartement, rappelant la disposition anatomique qui s'observe dans les cæcums de l'Austruche et dans l'intestin des Squales.

» Cette valvule spirale cesse à 3<sup>cm</sup> environ de la terminaison des canaux déférents. Il n'est point à notre connaissance que cette particularité ait été signalée jusqu'à ce jour chez aucun Mammifère; elle n'est toutefois pas propre au *B. musculus*. En effet, notre attention ayant été attirée sur ce point, nous n'avons pas négligé d'examiner les canaux déférents du Dauphin qui nous avait servi à démontrer l'existence de l'utricule prostatique chez ce Cétodonte : nous avons pu constater que, chez le Dauphin comme chez le Rorqual, les canaux déférents sont pourvus d'une valvule spirale (1). »

---

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire d'Anatomie comparée de M. le professeur Pouchet, au Muséum.

ZOOLOGIE. — *Sur les ascidies composées du genre Distaplia.*

Note de M. CAULLERY.

« Della Valle <sup>(1)</sup> et Uljanin <sup>(2)</sup> ont observé que, quand les cormus de *Distaplia* se trouvent dans de mauvaises conditions, la surface de la colonie prend l'aspect d'une croûte uniforme, à l'intérieur de laquelle on ne trouve plus que des masses en dégénérescence (cet état avait été décrit par O. Schmidt comme une éponge, *Cellulophan* <sup>(3)</sup>) et des bourgeons qui se développent quand les circonstances deviennent favorables. Kowalewsky <sup>(4)</sup>, notamment, a insisté sur l'intérêt de ces phénomènes pour la Physiologie générale. Je m'étais proposé, dès l'été de 1892, d'étudier ces dégénérescences sur les colonies de *Distaplia rosea*, D. V., à Wimereux, où cette espèce a été signalée par M. Giard <sup>(5)</sup>. Dans un très intéressant Mémoire, Salensky <sup>(6)</sup> a tout récemment étudié la disparition de l'oozoïte de *D. magnilauva*, D. V., fait qui suit de près la fixation du tétard. Les résultats de mes recherches diffèrent quelque peu de ceux auxquels a été amené l'éminent professeur russe. Je ne mentionne ici que les divergences les plus saillantes, devant revenir sur cette question dans un travail détaillé.

» 1. Pour Salensky : 1<sup>o</sup> il y a dissociation des divers tissus de l'oozoïte ; 2<sup>o</sup> les cellules devenues libres se rendent dans la tunique et surtout dans les tubes ectodermiques (*Nährstolonen*) pour s'y transformer en cellules du mésenchyme ; 3<sup>o</sup> les cellules musculaires sont phagocytées ; 4<sup>o</sup> autour de certaines cellules mésodermiques (*Prægastralentodermzellen*), riches en vitellus, se groupent des cellules mésenchymateuses, qui ultérieurement s'isolent après avoir contribué à la digestion du vitellus (*Symphagocytes*).

» Je confirme, à des détails près, le premier et le troisième de ces points. Dans la dégénérescence de l'intestin il y a, comme le dit Salensky, pénétration de la paroi par des cellules mésenchymateuses ; mais, sans mé-

(1) DELLA VALLE, *Nuove contrib., etc.* (Atti Accad. Lincei, (3) Mem., t. V; 1881).

(2) ULJANIN, *Bemerk. üb. die Synascidiengattung Distaplia* (Zool. Anz., t. VIII; 1885).

(3) KOWALEWSKY, *Einige Beitr. z. Bild. des Mantels der Ascidien* (Mém. Ac. Sc. Pétersb., t. XXXVIII; 1892).

(4) GIARD, *Sur deux Synasc. nouv. p. les côtes de France* (Comptes rendus, t. CIII 1886).

(5) SALENSKY, *Morphol. Stud. an Tunicaten*, II; *Morph. Jahrb.*, t. XX; déc. 1893).

connaître le rôle actif de ces cellules, je ne puis admettre qu'ensuite elles remplissent la cavité du tube digestif. Les éléments qu'on y trouve sont les cellules endodermiques elles-mêmes, dont on peut suivre la transformation.

» Sur le deuxième et le quatrième, les divergences sont plus grandes; j'ai vu les stolons se séparer des individus à un stade précoce de la dégénérescence. Il est difficile de vérifier sur des colonies l'anastomose de ces stolons avec ceux des bourgeons. En tous cas, ils ne renferment jamais que des cellules mésenchymateuses, et pas de masses en dégénérescence. Dans les colonies à croissance active, on constate, autour des tubes ectodermiques des divers individus, une accumulation très dense de masses en dégénérescence. La paroi de ces tubes est formée de cellules envoyant des prolongements pseudopodiques entre ces masses, et les englobant au moins partiellement. Je vois là une disposition de nature phagocytaire, contribuant à la disparition des produits dégénérés et servant à la nutrition des individus par l'intermédiaire de l'ectoderme (cf. bourgeons de *Doliolum*, d'après Uljanin).

» Les cellules des divers organes se réunissent en groupes dont la forme rappelle des *morule*. Les éléments de même origine s'associent de préférence. La dégénérescence s'accroît; les noyaux et le protoplasme prennent les colorants d'une façon intense et diffuse. Ces groupes se répandent dans la tunique; ils y sont bientôt englobés par les cellules amœboïdes, phénomène phagocytaire; il n'y a vraisemblablement pas digestion complète du paquet englobé. En tous cas, ces paquets n'ont pas dans la généralité la signification que leur attribue Salensky (4°, symphagocytes). Dans un petit nombre de cas seulement, il y a peut-être transformation de ces éléments en cellules mésenchymateuses. Les cellules musculaires, isolées ou groupées, les ovules dissociés en fragments et leurs vésicules germinatives longtemps reconnaissables, sont aussi entourés par des phagocytes.

» Les cellules de la branchie (et très probablement celles d'autres tissus) forment des paquets très caractéristiques. Leurs protoplasmes se fondent en une masse filamenteuse, serrée, prenant les colorants. Ces paquets sont englobés nettement, comme il a été décrit. Plus tard, les noyaux ont disparu, et les filaments se segmentent en petits granules prenant de moins en moins le carmin et rappelant le pigment solide de *Distaplia*. Cette dégénérescence pigmentaire rappelle, à certains égards, le corps brun des Bryozoaires.

» En résumé, la phagocytose est le phénomène dominant de cette dégénérescence.

» Ces phénomènes se reproduisent toute l'année et sur des colonies de tout âge. Néanmoins, dans la Manche, les *Distaplia* présentent une évolution saisonnière nette. La reproduction sexuée est estivale. Au printemps, les cormus ne renferment que des individus jeunes, sans produits génitaux mûrs.

» II. Au cours de ces recherches, j'ai été amené à constater ou à rectifier certains faits que je mentionne rapidement ici :

» 1° L'ovogénèse de la *D. rosea* ne confirme pas les résultats de Davidoff<sup>(1)</sup> sur la *D. magnilarva*. Les cellules du testa proviennent par mitoses des cellules folliculaires et non d'un bourgeonnement de la vésicule germinative.

» 2° Les cellules du testa ne contribuent pas à la formation de la tunique. Salensky, à qui revient le mérite d'avoir signalé le premier la diapédèse des cellules mésenchymateuses à travers l'ectoderme (*Pyrosoma*), avait cru<sup>(2)</sup> que, pour les *Distaplia*, ce phénomène était accompagné de la transformation des cellules du testa en éléments de la tunique.

» 3° La cavité péribranchiale de l'oozoïte se forme tout entière aux dépens de deux invaginations ectodermiques.

» 4° La queue du têtard de la *D. rosea* dégénère par les processus décrits par Kowalewsky (*Phallusia mamillata*) et Salensky (*Diplosoma Listeri*, *Amarœcium roseum*, *Botryllus* sp.). L'exception que ce dernier auteur indique pour la *D. magnilarva* est donc tout à fait improbable. Ses figures laissent supposer d'ailleurs un cas pathologique.

» 5° Les colonies de *D. magnilarva* sont, comme on le sait, misexuées. Uljanik croyait cependant que chaque individu était successivement mâle, puis femelle. En réalité, les bourgeons sont d'abord hermaphrodites ; mais l'une des deux glandes génitales régresse de bonne heure et définitivement. Sur les cormus que j'ai examinés, le sexe qui se développe dans les bourgeons est toujours celui des individus adultes de la colonie. Celle-ci possède donc une véritable sexualité persistant la même, au moins pendant plusieurs générations blastogénétiques<sup>(3)</sup>. »

---

(1) DAVIDOFF, *Unters. z. Entw. der D. magnilarva* (Mith. Zool. Stat. Neapel. I. IV, 1889).

(2) SALENSKY, *Ueb. d. Thätigkeit der Kalymnocyten* (Festschrift z. 70<sup>er</sup> Geburtstage B. Leuckart's, 1892).

(3) Travail des laboratoires zoologiques de Wimereux (Pas-de-Calais) et de l'École Normale supérieure.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur des épis de maïs attaqués par l'Alucite des céréales dans le midi de la France.* Note de M. A. LABOULBÈNE, présentée par M. E. Blanchard.

« Des épis de maïs attaqués par des insectes, remis par M. Duchartre et provenant de la propriété de M. d'Abbadie, voisin de la frontière d'Espagne à Hendaye, m'ont fourni des Lépidoptères se rapportant à la *Sitotroga cerealella* Olivier, ou Alucite des céréales.

» Cette espèce, qui est la *vraie teigne des grains* de Réaumur, avait dès 1736 été signalée par lui, comme nuisible à l'orge et au blé, dont elle vidait les grains à l'état de chenille. Plus tard, le nom d'*Alucite* a été donné d'une manière constante et a été consacré par l'usage. De nombreux auteurs, entre autres Duhamel et Bosc, ont confondu l'Alucite vraie avec la *fausse teigne des grains* de Réaumur, ou *Tinea granella* L., dont la chenille vit dans un fourreau de soie à l'extérieur des grains réunis en tas, et jamais dans l'intérieur de ces mêmes grains.

» Les *Sitotroga* sorties du maïs sont de taille plus grande que celles qui proviennent du blé; leur longueur est de 7<sup>mm</sup> à 9<sup>mm</sup>; leur envergure, de 14<sup>mm</sup> à 18<sup>mm</sup>. La couleur des ailes supérieures est d'un jaune d'ocre pâle à reflets luisants. Le port des ailes fermées est caractéristique : elles sont rapprochées vers le bord sutural, disposées alors en toit assez aplati, mais sans être relevées à leur extrémité en forme de queue de coq.

» Les habitudes, les mœurs de la *Sitotroga cerealella* sont indispensables à préciser pour arriver à combattre les ravages de l'insecte. Les œufs éclosent huit à dix jours après la ponte; l'état de chenille dure de vingt à vingt-cinq jours; l'état de chrysalide ou la nymphose huit à dix jours. En somme, l'Alucite éclôt à l'état sexné ou adulte au bout de cinquante à soixante jours. Il y a deux apparitions principales, celle de la première saison, en juin, celle de la seconde saison, en juillet-août. Après leur naissance, les femelles fécondées vont placer leurs œufs soit sur les récoltes en épis, à l'air libre, soit dans les greniers. La chenille, au sortir de l'œuf, est rouge, puis elle devient blanchâtre avec la tête noire ou brune; elle a pénétré à l'intérieur de la cariopse et attaqué l'embryon, puis elle poursuit sa galerie en vidant le grain. Le blé alucité ne germe point; jeté en terre, il s'y conserve, sert d'aliment à la chenille, qui, accomplissant ses métamorphoses, en sort à l'état de papillon pouvant propager son espèce et produire de grands dégâts.

» Il convient de voir comment la *Sitotroga* se développe dans les grains du maïs; elle a été trouvée sur cette céréale dans les deux mondes.

» Duhamel croyait que l'Alucite ne touche jamais au maïs. Bose assurait avoir observé l'Alucite des céréales dans la Caroline du Sud, en Amérique, mais Bose avait confondu les diverses teignes, vraie et fausse; son assertion resta douteuse. Mathieu Bonafous indique fort bien les dégâts de la teigne des greniers (*Tinea granella*) et ceux de l'Alucite ou papillon des grains qu'il appelle *Alucita cerealella*, pâle, de la couleur du froment, dont la chenille vit cachée dans le grain de maïs; il la figure exactement. Goureau a mentionné l'Alucite vraie comme attaquant l'orge, l'avoine, le blé, le maïs.

» A l'Exposition de Paris, en 1878, M. Poujade, préparateur au laboratoire d'Entomologie de M. Émile Blanchard, trouva la *Sitotroga cerealella* dans les maïs de la Section des États-Unis d'Amérique. Récemment, un autre préparateur de mon cher maître M. Émile Blanchard, au Muséum, M. Lesne, a signalé des dégâts occasionnés, en septembre et octobre 1893, dans le sud-ouest de la France (Landes et Basses-Pyrénées), aux récoltes du maïs, par la *Sitotroga*. Ces dégâts n'avaient pas eu lieu seulement dans les greniers; ils s'étaient produits dans les grains des épis sur pied, dans les champs.

» En examinant sur un épi de maïs l'état des grains attaqués, on voit la surface extérieure de ces grains tantôt percée d'un trou rond, parfois avec la dépouille de la chrysalide à moitié sortie, tantôt avec une tache plus claire que la couleur du grain, résultant de la pellicule amincie en cet endroit. Avec la pointe d'une épingle, on soulève cette pellicule; elle est arrondie en forme de disque ou d'opercule recouvrant l'orifice de la galerie creusée par la chenille. Le papillon venant d'éclorre n'a, de la sorte, qu'à pousser devant lui cette petite trappe qui le sépare de l'extérieur.

» Le maïs alucité permet de confirmer ce qu'avait dit Réaumur sur l'orge et le blé rongés par la vraie teigne, qui préparait le trou de sortie du papillon en amincissant l'endroit terminal de la galerie en forme de rondelle et l'assujettissant, au besoin, par des fils de soie. Duhamel et Doyère avaient révoqué en doute ce fait parfaitement exact.

» Il n'y a pas sur le maïs le sillon ou la rainure de la cariopse de l'orge ou du blé, sillon par lequel pénètre la chenille sortant de l'œuf. Plusieurs grains m'ont offert une petite tache à l'extrémité, près du point adhérent à la rafle de l'épi; la galerie de la chenille commençait en cet endroit pour aller ensuite vers l'extérieur du grain, et jusqu'à la porte de sortie. La chenille avait perforé le grain assez près du point d'attache.

» En fendant un grand nombre de grains de maïs, pour savoir comment

était l'intérieur mangé par la chenille de la *Sitotroga*, j'ai vu que jamais le grain n'est consommé en entier. Les gros grains étaient au tiers ou à moitié dévorés; une fois, j'ai trouvé deux galeries et deux trous : un grain avait nourri deux chenilles, il restait le tiers de la fécule du grain. La galerie creusée à travers le grain de maïs est de plus en plus large, renfermant des excréments de la chenille sous forme de grains blanchâtres ou grisâtres.

» A l'extrémité, une enveloppe de soie, un cocon en miniature, formé de fils entrecroisés, à tissu lâche, peu serré, entoure la chrysalide. La tête de cette dernière est dirigée vers l'extérieur, près de l'opercule fermant le trou de sortie préparé à l'avance. Il faut noter combien l'observation de Réaumur était juste, quand il dit que, dans le grain de blé entièrement dévoré, plus ou moins rempli de déjections, la vraie teigne forme une petite loge soyeuse où elle accomplit sa dernière transformation. Doyère révoquait le fait en doute, il est absolument exact, à en juger par ce qui a lieu dans le maïs.

» L'embryon des grains de maïs est atteint, néanmoins ce grain peut-il germer? Cela est douteux, mais l'expérience seule peut le faire savoir. En tout cas, la chenille de la *Sitotroga*, abondamment entourée de nourriture, pourrait vivre en terre dans le grain, s'y transformer et en propager l'espèce. A tous les points de vue, le choix d'un grain sain pour les semences est absolument important.

» Que convient-il de faire pour préserver le maïs des atteintes de la *Sitotroga cerealella*, ou, en d'autres termes, pour que la récolte de maïs ne devienne pas alucitée?

» Il faut empêcher le maïs de semence de propager l'insecte nuisible. Pour cela, il convient d'abord d'égrener les épis. On jettera ensuite les grains dans l'eau; ceux qui gagnent le fond ne sont pas atteints, ils ont fécule et embryon à l'état sain. Ceux qui surnagent ont été attaqués, plus ou moins vidés par les chenilles. Le mieux alors est de les placer sur le feu et de faire bouillir l'eau; le grain cuit n'est plus nuisible, il peut encore servir à la nourriture des volailles.

» Dans les grandes exploitations, les moyens conseillés pour traiter le blé alucité et tuer les chenilles pourraient être mis en œuvre. On se servirait, dans les endroits clos, de l'acide sulfureux ou du sulfure de carbone. La sélection des grains à semer ou à conserver pourrait être faite rapidement, après la mort des insectes, au moyen de trieurs à force excentrique projetant au loin les grains devenus plus légers que les autres. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence des sels de potassium sur la nitrification.* Note de MM. J. DUMONT et J. CROCHETELLE, présentée par M. Delhérain.

« Nous avons montré, dans une précédente Communication (1), l'action favorable qu'exercent différents engrais potassiques sur la nitrification des terres de défrichement, à la fois riches en humus et en calcaire. Il nous a paru intéressant de poursuivre ces expériences sur des sols silico-humifères pauvres en chaux. Nos essais ont porté sur une terre de bruyère renfermant, par kilogramme, 185<sup>gr</sup> d'humus et 2<sup>gr</sup>,85 de calcaire.

» En raison de la faible activité que déploient les ferments nitriques pendant l'hiver, nous avons placé les terres à l'étuve, maintenue à une température constante de 25° environ, et nous les avons arrosées tous les jours avec de l'eau distillée, afin de les entretenir dans un état d'humidité convenable.

» Les sels de potassium, en dissolution dans l'eau, ont été distribués à des doses variables.

» L'épuisement des terres, effectué après trois semaines d'expérience, nous a donné les chiffres suivants :

*Azote nitrifié, en vingt jours, dans 1000<sup>gr</sup> de terre de bruyère.*

Carbonate de potassium pour 100.	Azote nitrique en milligrammes.	Sulfate de potassium pour 100.	Azote nitrique en milligrammes.
0	24	0	25
0,1	47	0,5	50
0,5	65	1,0	19
1,0	94	1,5	24
1,5	156	2,0	19
2,0	188	2,5	20
2,5	238	3,0	27
3,0	313	3,5	25
3,5	282	4,0	29
4,0	348	4,5	20
4,5	438	5,0	18
5,0	407		
6,0	375		

» L'action du carbonate de potassium est bien manifeste, et ce nouvel

(1) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 670.



essai confirme une fois de plus les résultats que nous avons obtenus précédemment avec les terres d'Avilly et de Grignon.

» Il nous montre, en outre, que la dose maximum de carbonate est variable suivant la constitution du sol, sa richesse en humus et aussi, probablement, sa teneur en calcaire. Dans les terres pauvres, on ne peut ajouter que des doses très faibles, tandis que dans des sols comme celui d'Avilly, renfermant, par kilogramme, 11<sup>gr</sup> d'azote, 68<sup>gr</sup>, 4 d'humus et 420<sup>gr</sup> de calcaire, on peut mettre  $\frac{2}{1000}$  à  $\frac{3}{1000}$  de carbonate de potassium. Dans la terre de bruyère, on peut en appliquer  $\frac{4}{100}$  à  $\frac{5}{100}$ , comme le montre, d'ailleurs, l'expérience précédente.

» Ce qui nous a le plus frappés, dans cet essai, c'est l'inefficacité du sulfate de potassium. Tandis que dans les terres calcaire-humifères il produit de merveilleux résultats et peut être appliqué à des doses plus fortes que le carbonate, il donne avec la terre de bruyère des nombres tout à fait irréguliers.

» Visiblement, si nous nous rapportons aux conditions particulières qu'offre la constitution des sols mis en expérience, nous devons attribuer l'échec absolu du sulfate de potassium à l'absence relative de calcaire dans la terre de bruyère.

» C'est pour vérifier ce fait que nous avons entrepris une nouvelle série d'essais avec un mélange de sulfate de potassium et de carbonate de calcium.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau ci-dessous.

*Azote nitrifié, en un mois, dans 1000<sup>gr</sup> de terre de bruyère.*

1 <sup>re</sup> série (du 15 janvier au 15 février).			2 <sup>e</sup> série (du 1 <sup>er</sup> février au 1 <sup>er</sup> mars).		
Carbonate de calcium pour 100.	Sulfate de potassium pour 100.	Azote nitrique en milligrammes.	Carbonate de calcium pour 100.	Sulfate de potassium pour 100.	Azote nitrique en milligrammes.
0	0	25	0	0	26
2,5	0	28	2,5	0	30
2,5	0,25	62	2,5	0,5	75,6
2,5	0,50	66	2,5	1,0	91,3
2,5	0,75	82	2,5	1,5	107,1
2,5	1,0	101	2,5	2,0	129,1
2,5	1,5	116	2,5	2,5	151,2
2,5	2,0	126	2,5	3,0	173,2
2,5	2,5	135	2,5	4,0	163,8
2,5	3,0	144	2,5	5,0	189,0

» La présence du calcaire en quantité suffisante rend efficace l'action du sulfate de potassium en déterminant sa transformation en carbonate. Cette transformation est assez rapide. Tandis que le liquide filtrant au travers de la terre de bruyère additionnée de sulfate de potassium passe presque incolore, il est coloré, au contraire, quand on ajoute du calcaire et la coloration est d'autant plus foncée que les doses de sulfate de potassium sont plus fortes. On retombe alors dans le cas du carbonate, dissolvant énergique des matières ulmiques. Il est assez facile, du reste, de constater cette transformation en caractérisant le sulfate de calcium dans les eaux d'épuisement.

» Les doses que nous avons appliquées à la terre de bruyère, quelque considérables qu'elles paraissent, sont justifiables; en admettant que le dédoublement s'effectue peu à peu, nous devons retomber dans les conditions de la première expérience qui nous a appris que, même à raison de  $\frac{4}{100}$ , le carbonate de potassium favorise encore la nitrification.

» Les expériences précédentes démontrent que les horticulteurs qui emploient des terres très riches en humus pourront les faire nitrifier rapidement en les additionnant de cendres non lessivées ou de sulfate de potassium, en ayant soin, dans ce dernier cas, de donner au préalable un amendement calcaire si le sol est relativement pauvre en chaux.

» Des expériences effectuées avec différents terreaux employés en horticulture nous ont donné des résultats semblables à ceux que nous venons de rapporter.

» Dans la pratique, on n'a nullement besoin de recourir à des doses aussi élevées que celles que nous avons employées, surtout si l'on a soin de fabriquer les composts au moment où la nitrification est active. C'est à la fin du printemps, pendant l'été ou à l'automne que les horticulteurs auront intérêt à préparer les terres destinées principalement à la culture des plantes à feuillage ornemental; comme ils ne négligent pas les arrosages et qu'ils n'ont pas à subir l'influence capricieuse des saisons, ils ne sauraient craindre de préparer les composts quelque temps à l'avance. Par des arrosages et des brassages assez fréquents ils pourront obtenir de véritables nitrifiées et utiliser ainsi cet azote organique qu'ils ont souvent tant de peine à rendre assimilable (1). »

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École de Grignon.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la fécondité de la Persicaire géante* (*Polygonum sachalinense*). Note de M. CH. BALTET, présentée par M. Duchartre. (Extrait.)

« Le 12 juin 1893, l'Académie a reçu de M. Doumet-Adanson une Communication faisant ressortir les ressources que promettait, comme plante fourragère, la Persicaire géante, *Polygonum sachalinense*, espèce vivace, drageonnante, à végétation puissante, d'un grand rendement et résistant aux extrêmes de chaleur et de froid (+ 40° et - 36°).

» Le monde agricole s'en est ému; des expériences, renouvelées sur divers points de notre territoire, ont justifié les assertions émises à ce sujet. Relativement à la multiplication de cette plante, on craignait qu'elle ne pût guère être opérée que grâce à son appareil souterrain, car on ne l'avait vue que rarement fructifier.

» Cependant, à l'automne dernier, nous avons récolté des semences de cette Persicaire de Sakhalin dans nos pépinières troyennes, où la plante existe depuis vingt ans; les chaleurs prolongées de 1893 ont sans doute favorisé la fécondation de l'ovaire.

» Nous avons pu en recueillir ailleurs, sur des touffes gênées au collet de la plante par des pierres ou un amas de décombres. Peut-être cette entrave au cours de la sève joue-t-elle le rôle du bonrelet d'une greffe ou de l'incision annulaire opérées sur des Dicotylédonées.

» Dans son pays d'origine, la fructification de la plante est abondante. Nous avons reçu, des îles de la mer d'Okhotsk, des quantités de graines en parfait état de maturité. Les épis floraux deviennent là des panicules de fruits en bouquets compacts à l'aisselle des feuilles.

» Il semble donc, au total, n'y avoir plus lieu de redouter le défaut de fructification comme un obstacle à la multiplication en grand et peu dispendieuse de la Persicaire géante (*Polygonum sachalinense* Schm.). »

BOTANIQUE. — *Recherches physiologiques sur les Champignons.*

Note de M. PIERRE LESAGE, présentée par M. Duchartre.

« Les études que je poursuis m'ont amené à rechercher si des différences très faibles dans la tension de la vapeur d'eau qui remplit une atmosphère

peuvent déterminer des différences appréciables dans les organes des végétaux qui s'y développent. J'ai déjà indiqué quelques résultats concernant les racines des Haricots <sup>(1)</sup>. Dans plusieurs séries d'expériences, je me suis servi de Champignons. Ce sont les principales de ces expériences dont je désire présenter les résultats.

» I. Deux Haricots ayant trempé dans l'eau pendant plusieurs jours avaient été fixés, à l'aide d'épingles, à 1<sup>cm</sup> de hauteur sur deux plaques de liège qui flottaient, l'une sur de l'eau ordinaire (n° 1), l'autre sur une solution concentrée de sel marin (n° 2). Ces liqueurs occupaient chacune l'un des compartiments d'un cristalliseur divisé, jusqu'à la moitié de sa hauteur, par une lame de verre lutée à la paraffine. Le cristalliseur était fermé par un couvercle. Sa moitié supérieure, celle où se trouvaient les Haricots, comprenait une atmosphère unique, mais reposant sur des liquides au-dessus desquels la tension de la vapeur d'eau est différente, comme nous le savons et, d'ailleurs, comme la suite de l'expérience le montra. En effet, l'appareil étant resté plusieurs mois à la même place, le niveau de l'eau baissa, tandis que, au contraire, celui de la solution monta jusqu'à déborder par-dessus la lame mitoyenne.

» Des Moisissures se développèrent sur les Haricots, mais toujours en plus grande abondance sur le n° 1 que sur le n° 2, c'est-à-dire davantage au-dessus du compartiment où la tension de la vapeur était la plus forte.

» II. J'avais mis, au fond de trois flacons semblables et à large ouverture, la même quantité d'eau (n° 1), de solution de NaCl à 12,5 pour 100 (n° 2), de solution à 25 pour 100 (n° 3); ensuite j'avais suspendu dans la partie supérieure, et à la même hauteur au-dessus du liquide, une rondelle de liège portant du crottin. Les trois flacons, restés ouverts, furent placés dans une boîte garnie de copeaux pour y conserver une température égale aux trois termes de comparaison.

» Il se forma des Moisissures en quantité plus grande dans 1 que dans 2, et dans 2 que dans 3.

» III. Dans une nouvelle expérience, j'employai le même appareil, mais en remplaçant le liège par un petit meuble porte-lames, largement ouvert sur deux côtés opposés et dans lequel j'avais placé des lames de verre portant des conidies de Champignons.

» Après un certain temps, on voyait des Moisissures plus abondantes dans 1 que dans 2, alors qu'il n'y avait encore rien dans 3. Pour faire une sorte de contre-épreuve, je remplaçai dans 3 la solution à 25 pour 100 par l'eau ordinaire et je remis en place. Une nouvelle observation me permit de reconnaître qu'il y avait plus tard des Moisissures plus développées dans 3 que dans 2 et presque autant que dans 1. Rappelons qu'à la température moyenne de l'expérience, 15°, la tension maximum de la vapeur d'eau est de 12<sup>mm</sup>,70 au-dessus de l'eau pure (Regnault), de 11<sup>mm</sup>,75 sur la solution à 12,50 pour 100 et de 10<sup>mm</sup>,80 sur la solution à 25 pour 100 (calculée d'après Wüll-

---

<sup>(1)</sup> Voir P. LESAGE, *Notions pour servir à l'étude du mouvement de la vapeur d'eau dans le sol et les massifs cellulaires* (Bull. de la Soc. sc. et méd. de l'Ouest, p. 202 à 214; 1893, p. 212).

ner). C'est dire que cette tension varie relativement peu d'un terme de comparaison à l'autre. Cependant les différences dans la quantité des Moisissures sont relativement grandes.

» Dans ces trois expériences, chaque fois que la tension de la vapeur d'eau a été plus grande, les Moisissures se sont développées en plus grande abondance, les termes comparés restant à la même température.

» Dans les expériences suivantes, j'ai employé des cultures sur lames de verre garnies de gélatine, en partant des conidies du *Penicillium glaucum* récoltées sur une culture obtenue, par élimination, pure de tout autre Champignon.

» IV. Les cultures étaient placées dans un porte-lames long, étroit et présentant seize compartiments placés à 2<sup>cm</sup> les uns au-dessus des autres. Ce porte-lames était suspendu à l'intérieur d'une éprouvette à pied au fond de laquelle il y avait soit de l'eau, soit une solution concentrée de sel marin, de manière que la lame la plus basse fût à 4<sup>cm</sup> au-dessus du liquide. Les deux éprouvettes étaient semblables et avaient 51<sup>cm</sup> de hauteur sur 7<sup>cm</sup> de diamètre. Dans cette expérience, elles restaient ouvertes, mais étaient placées dans une caisse garnie où elles avaient toutes deux la même température. Disons tout de suite que cette température a oscillé faiblement de 10° à 12°.

» J'ai fait huit observations au microscope, pour suivre la germination et le développement ultérieur du *Penicillium*. Voici, pour ce qui concerne la germination, un Tableau qui résume ces observations jusqu'au 24<sup>e</sup> jour après le semis des conidies.

Liquueur.	Hauteur au-dessus du liquide où commence la germination au							
	2 <sup>e</sup> jour.	3 <sup>e</sup> jour.	7 <sup>e</sup> jour.	9 <sup>e</sup> jour.	11 <sup>e</sup> jour.	16 <sup>e</sup> jour.	19 <sup>e</sup> jour.	24 <sup>e</sup> jour.
Sur l'eau ordinaire . . . . .	4 et 8 <sup>cm</sup>	12 <sup>cm</sup>	16 <sup>cm</sup>	20 <sup>cm</sup>	20 <sup>cm</sup>	24 <sup>cm</sup>	24 <sup>cm</sup>	28 <sup>cm</sup>
Sur la solution de NaCl . . . . .	»	4	8	12	16	20	20	20

» On constate un retard de la solution sur l'eau. Nous savons, par ce que nous avons déjà vu, que cela tient à ce que la tension de la vapeur d'eau est plus faible sur la solution. Mais, aussi bien sur l'eau que sur la solution, toutes les cultures n'ont pas encore germé après vingt-quatre jours. Les lames étant placées de deux en deux compartiments, il reste encore à germer les conidies d'une culture sur l'eau, et de trois cultures sur la solution.

» Des différences de même sens ont été observées en prenant pour points de comparaison l'allongement des filaments mycéliens, la ramification de ces filaments et l'apparition des pinceaux de conidies nouvelles.

» Toutes ces différences s'échelonnant le long d'une même éprouvette s'expliquent par des tensions de vapeur d'eau de plus en plus petites depuis la surface du liquide jusqu'à l'ouverture libre de cette éprouvette.

» V. Dans une autre expérience, j'ai utilisé le même appareil avec de l'eau pure

seulement, mais l'éprouvette était fermée par un couvercle luté à la paraffine. De plus, chacun des compartiments du porte-lames était occupé par une culture de *Penicillium*; il y en avait seize en tout.

» J'ai fait cinq observations successives, ayant bien soin, après chacune d'elles, de refermer hermétiquement l'éprouvette. Voici les résultats concernant la germination. Au troisième jour, elle a commencé sur les lames 1 et 2; au septième, sur les lames 3, 4 et 5; au dixième, sur les lames 6 et 7; au quinzième, sur 8, 9 et 10; et enfin, au vingtième jour, elle ne faisait encore que commencer sur la lame 11. Donc, après vingt jours, il restait encore cinq cultures où la germination ne se manifestait pas. Les autres différences signalées dans l'expérience précédente se retrouvaient ici.

» Il devient plus difficile d'expliquer ces différences que dans les premiers cas. Il faut admettre que la vapeur d'eau qui garnit l'atmosphère interne de l'éprouvette ne se dégage qu'avec une extrême lenteur, avant d'arriver à se conformer à la loi de Dalton, c'est-à-dire avant de prendre, à la température de l'éprouvette, la tension maximum que prendrait rapidement cette vapeur si elle se dégageait dans le vide. On conçoit alors que, au moment des observations, la tension de vapeur n'est pas encore uniforme dans toute l'atmosphère limitée où se trouvent les Champignons, malgré ses dimensions relativement faibles, d'où les différences observées, et cela, conformément aux résultats obtenus précédemment (1).

» En tous cas et pour résumer, il ressort nettement de ces diverses expériences que les Moisissures, et en particulier le *Penicillium glaucum*, sont sensibles à de très faibles différences de tension de la vapeur d'eau. C'est l'un des points que je voulais élucider. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur le Cedroxylon varolense.*

Note de MM. B. RENAULT et A. ROCHE, présentée par M. Duchartre.

« Les bois des Conifères fossiles compris sous le nom de *Cedroxylon* ont pour type, parmi les végétaux vivants, le bois des *Abies*, des *Cedrus*, des *Tsuga*; ils sont caractérisés sur une section transversale par des zones concentriques d'accroissement, dues à différentes causes, telles que le développement annuel, ou l'alternance de périodes sèche ou humide. Sur une coupe longitudinale radiale, on voit les trachéides ornées, sur leurs parois latérales, d'une rangée de ponctuations grandes et arrondies avec pore cen-

---

(1) Au point de vue purement physique, les résultats obtenus dans l'expérience V offrent un intérêt tout particulier.

tral circulaire; plus rarement celles-ci sont disposées par paires horizontales; les rayons cellulaires ligneux sont simples et formés de cellules toutes semblables.

» Ce type représente l'organisation la plus simple du bois des Conifères. Les rayons cellulaires ligneux renferment quelquefois des produits résineux, mais les cellules et les canaux résineux, distincts, font défaut.

» Le *Cedroxylon pertinax* (Goep.) Kraus, du rhétien, est l'espèce la plus anciennement connue. Celle que nous décrivons aujourd'hui a été recueillie à Varolle, près Antim, à la partie supérieure du terrain autumnien (horizon de Chamboi). Cette espèce se rencontre soit sous la forme de fragments de tiges plus ou moins volumineux, soit sous celle de petits rameaux; ces derniers étant mieux conservés, ce sont eux qui nous ont servi pour en étudier la structure.

» L'un d'eux, décortiqué, mesurant 22<sup>mm</sup> de diamètre, possède une moelle de 11<sup>mm</sup>, relativement considérable, le cylindre ligneux étant épais seulement de 5<sup>mm</sup>, 5. Ce dernier présente trois zones d'accroissement rendues distinctes par la différence de coloration et de lignification des éléments qui les constituent. En allant du centre à la périphérie, la première couche est colorée en brun et les trachéides qui la composent ont leurs parois plus épaisses; la deuxième couche est plus claire, les trachéides ont les parois plus minces; elle est enveloppée par une troisième plus foncée et à trachéides plus lignifiées. Les zones concentriques foncées se composent en moyenne de cinquante rangées de trachéides, la couche plus claire de quarante rangées seulement.

» La moelle est formée de cellules isodiamétrales, polyédriques, mesurant en coupe transversale 40  $\mu$  dans la région périphérique, et 60  $\mu$  dans la région centrale. Sur une coupe longitudinale, elles sont à section sensiblement rectangulaire, un peu plus large que haute. La moelle est sillonnée çà et là par des trainées horizontales de cellules plus petites, rayonnant autour de masses cellulaires rendues presque opaques par leur contenu; ce sont sans doute des dépôts résineux.

» Les coins ligneux sont contigus et les rayons du tissu fondamental qui les séparent sont peu apparents et formés de une ou deux rangées de cellules au plus, en épaisseur. Les rayons cellulaires ligneux sont toujours simples. Les coins ligneux se terminent du côté de la moelle par des lames de trachéides, verticales et séparées par des prolongements de la moelle.

» Les éléments primaires qui les forment sont constitués par des trachées, et par quatre ou cinq rangées rayonnantes de trachéides rayées; le bois secondaire est formé uniquement de trachéides ponctuées, dont les dimensions sont: dans les zones foncées ou claires de 28  $\mu$  en coupe radiale, et 22  $\mu$  en coupe tangentielle, la différence entre les deux groupes de trachéides consistant seulement dans l'épaississement des parois de celles qui occupent les zones foncées.

» Les ponctuations sont disposées sur un seul rang; *très rarement* elles sont pla-

cées sur deux et, dans ce cas, elles alternent. Leur contour mesure 14  $\mu$  de diamètre; serrées les unes contre les autres, leurs bords supérieur et inférieur comprimés sont rectilignes; le pore central est circulaire.

» Les trachéides sont séparées par des rayons cellulaires ligneux simples, formés de une à douze cellules superposées qui mesurent chacune 24<sup>u</sup> en hauteur et 28<sup>u</sup> dans le sens radial; sur leurs faces latérales, on remarque deux punctuations qui peuvent se confondre en une seule par défaut de conservation.

» Dans le bois, il n'y a aucune trace de cellules ou de canaux à résine. L'écorce s'était séparée dans les divers échantillons recueillis.

» De la description succincte qui précède, il résulte que notre échantillon diffère des bois réunis sous le nom d'*Araucarioxylon*, par la grandeur des punctuations, leur disposition unisériée et le nombre des pores placés sur les parois latérales des cellules formant les rayons ligneux.

» Il se rapproche du bois des *Poa Cordaïtes* (<sup>1</sup>), mais en diffère par l'absence de stries à la surface interne des trachéides, par la taille des punctuations qui, dans les *Poa Cordaïtes*, ne mesurent que 7<sup>u</sup>, sont rondes et offrent un port elliptique.

» Il se rapproche davantage du bois des *Cedroxylon*, dont il ne se distingue que par la disposition des punctuations qui alternent, quand elles sont bisériées; mais nous avons fait remarquer que celles-ci étaient presque toujours unisériées.

» Les Conifères fossiles dont le bois appartient au type des *Cedroxylon* descendent donc (et c'est cela que nous désirons faire remarquer) jusque dans l'antunnien au lieu de s'arrêter au rhétien, comme on l'avait cru jusqu'ici.

» Nous distinguerons cette espèce sous le nom de *Cedroxylon varolense*. »

HYDROLOGIE. — *Sur la variation de la composition de l'eau des lacs avec la profondeur et suivant les saisons.* Note de M. A. DELEBECQUE, présentée par M. Daubrée.

« Dans une récente Communication (<sup>2</sup>), j'ai montré que, pendant la saison chaude, la composition chimique de l'eau des lacs n'était pas la même à la surface et dans les profondeurs; j'annonçais en même temps que, pendant l'hiver, la différence devait s'atténuer considérablement.

---

(<sup>1</sup>) *Cours de Botanique fossile*, 4<sup>e</sup> année, p. 81; 1885.

(<sup>2</sup>) *Comptes rendus*, 20 novembre 1893.



L'observation a confirmé mes raisonnements théoriques, comme on peut le voir par le Tableau ci-dessous :

	Dates.	Résidu fixe par litre (°).		
		Surface.	Fond.	
Lac d'Annecy.....	18 août 1893	0,138 <sup>gr</sup>	0,157 <sup>gr</sup>	} 65 <sup>m</sup>
	26 décembre 1893	0,140	»	
	14 février 1894	0,146	0,1445	
Lac d'Aiguebelette...	20 juillet 1893	0,1175	0,1605	} 71 <sup>m</sup>
	19 août 1893	0,114	0,156	
	15 février 1894	0,1407	0,157	
Lac de Nantua.....	22 octobre 1893	0,154	0,189	} 43 <sup>m</sup>
	24 décembre 1893	0,175	0,176	
	25 février 1894	0,180	0,1793	
Lac de Saint-Point.....	14 octobre 1893	0,152	0,182	} 40 <sup>m</sup>
	13 décembre 1893	0,1766	»	
Lac de Genève.....	8 février 1894	0,172	0,1765	310 <sup>m</sup>
Lac du Bourget.....	4 mars 1894	0,164	0,164	145 <sup>m</sup>

» A l'exception du lac d'Aiguebelette, les différences observées en hiver sont du même ordre que les erreurs inévitables des évaporations; on peut donc admettre que, pendant cette saison, l'eau des lacs a une composition sensiblement uniforme. L'écart de 0<sup>gr</sup>,0163 observé au lac d'Aiguebelette tient probablement à ce qu'une partie du lac était encore gelée le jour où j'ai fait mes prises et que la surface recevait de l'eau douce provenant de la fonte de la glace.

» Les chiffres du lac de Nantua sont particulièrement instructifs. Ils montrent à l'évidence l'influence du refroidissement automnal et de la convection thermique verticale qui mélange les eaux de la surface avec celles des profondeurs et fait disparaître les différences constatées en été. Ils montrent aussi que pendant l'hiver la composition de l'eau reste uniforme, mais que le titre augmente légèrement. Comme d'ailleurs le lac est alimenté en majeure partie par des eaux de source, dont la composition chimique ne varie pas sensiblement d'une saison à l'autre, on ne saurait attribuer aux affluents les différences de l'été.

» J'ai toujours trouvé que dans chaque lac la quantité de magnésie était rigoureusement la même, quelle que fût la région du lac, en exceptant, bien entendu, le voisinage *immédiat* des affluents et quelle que fût la

(1) La quantité d'eau évaporée a été presque toujours de 2<sup>lit</sup>, exceptionnellement de 1<sup>lit</sup> ou de 1500<sup>cc</sup> seulement.

saison. Les écarts portent principalement sur la chaux; ils portent aussi sur la silice, dont la quantité dissoute n'excède jamais, d'ailleurs, pour les lacs étudiés, quelques milligrammes par litre. J'en ai conclu qu'il se produisait, pendant l'été, sous l'influence de la chaleur et de la lumière, une décalcification par la vie organique dans les eaux superficielles. Le fait, vérifié pour le lac de Nantua, que, pendant l'hiver, l'uniformité de la composition persiste à partir du moment où elle s'est réalisée sous l'influence de la convection thermique, milite singulièrement en faveur de cette hypothèse.

» M. Guye, le savant professeur de Genève, m'a fait observer que, peut-être, la pression osmotique intervenait pour augmenter en été la concentration des eaux froides du fond et diminuer celle des eaux chaudes de la surface. Des expériences de M. Ch. Soret (1) ont en effet montré que ce phénomène se produisait pour certaines solutions salines renfermées dans un tube dont la partie supérieure était chauffée. Mais, en admettant que la température du lac soit de 25° à la surface et de 4° au fond, la pression osmotique ne peut faire varier la teneur en matières dissoute que dans le rapport inverse des températures absolues (2), soit  $\frac{273+4}{273+25} = \frac{1}{1,08}$  environ; or les rapports que j'ai constatés sont toujours beaucoup plus élevés: ils atteignent parfois la valeur  $\frac{2}{3}$ . La pression osmotique n'est donc pas suffisante pour expliquer les faits observés, mais il paraît toutefois probable que, par son effet, les eaux du fond ont une tendance à se concentrer aux dépens de celles de la surface. Peut-être même peut-elle rendre compte de ce fait singulier que, dans le lac de Nantua, les eaux du fond sont en été légèrement plus riches que celles des affluents.

» De tout ce qui précède, ainsi que de ma Note du 20 novembre, je crois pouvoir tirer les lois suivantes :

» 1° Dans les lacs où le carbonate de chaux est la matière dissoute dominante (lacs du Jura, grands lacs subalpins) les eaux de la surface sont en été moins chargées que celles du fond. La différence provient principalement d'une décalcification par la vie organique et peut-être aussi d'autres causes, parmi lesquelles figure la pression osmotique. La quantité de magnésie dissoute ne varie pas d'un point à l'autre du lac, ni d'une saison à l'autre. Cette décalcification s'exerce d'une façon énergique jus-

(1) *Archives de Genève*, 1879, 1880, 1884.

(2) VAN'T HOFF, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. 1, p. 488; 1887.

qu'à une profondeur d'environ 15<sup>m</sup>. Elle est surtout sensible dans les lacs petits et encaissés et peut ramener le titre des eaux superficielles aux  $\frac{2}{3}$  de celui des eaux profondes.

» 2° L'eau de l'émissaire a la même composition que l'eau de la surface ; elle n'est pas un mélange des eaux des diverses régions du lac.

» 3° La convection verticale, due au refroidissement automnal, rend aux eaux des lacs une composition uniforme. Pendant l'hiver, cette uniformité persiste, mais la teneur en matières dissoutes augmente jusqu'au printemps dans l'ensemble du lac, probablement par ce fait que les eaux des affluents sont en général un peu plus chargées que celles des lacs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la température des cavernes.* Note de M. E.-A. MARTEL, présentée par M. Daubrée.

« Il résulte d'un millier environ d'observations thermométriques, effectuées au cours de mes explorations d'abîmes, cavernes et sources, en France, Belgique, Autriche et Grèce, de 1888 à 1893, que la température des cavités souterraines naturelles n'est pas universellement égale à la température moyenne annuelle du lieu. Ce principe météorologique doit être amendé par les quatre suivants :

» I. La température de l'air des cavernes n'est pas constante.

Aven de Hures (Lozère), 25 juin 1889, 9° à 9°,5 ; 15 octobre 1892, 6°,5 à 7°. — Tindoul de la Vayssière (Aveyron), juillet 1891, 11° ; 9 juillet 1893, 12°,3. — Grotte-abîme de la Crousate (Lot), 12 juillet 1891, 11° ; 12 juillet 1893, 13°. — Creux de Souci (Puy-de-Dôme), 19 juin 1892, 1° à 2°,25 ; 6 novembre, 3° ; 10 août 1893, 2°,1, etc.

Le même phénomène a été constaté aux grottes d'Adelsberg et Cerna-Jama (Carniole), Béla et Aggtelek (Hongrie), etc.

» II. La température n'est pas uniforme dans les diverses parties d'une même cavité.

Grotte des Doumizelles (Hérault), 9°,5, 13° et 14°. — Abîme de Rabanel (Hérault), 11° à 25<sup>m</sup> de profondeur, 7°,5 à 130<sup>m</sup>, 13° à 165<sup>m</sup>, 9°,5 au fond à 212<sup>m</sup>. — Grotte de la Poujade (Aveyron), 7°,5 à 12°,3. — Abîme de la Fage (Lot) 5° à 14°. — Adelsberg, Cerna-Jama, Béla, Aggtelek, etc.

» III. La température de l'eau des cavernes est sujette aux mêmes variations et dissemblances que celle de l'air.

» Creux de Souci, 19 juin 1892, 1°,2 ; 6 novembre 1892, 2°,1. — Tindoul de la

Vayssière, juillet 1891, 10°,5; 9 juillet 1893, 11°,8. — La Poujade, 6°,8 et 11°,5 (18 septembre 1892, deux flaques d'eau différentes). — Grotte d'Adelsberg, 7° à 8°,5 (eau de suintement); 9° à 16° (eau courante de la Piuka). — Cerna-Jama, 4°,8 à 7°,4 (eau de suintement) etc.

» IV. La température de l'eau et celle de l'air dans les cavernes sont souvent discordantes.

	Eau.	Air.
Creux de Sauci . . . . .	1°,2 à 2°,1	1° à 3°
Tindoul . . . . .	10°,5 et 11°,8	11° et 12°,3
La Poujade . . . . .	6°,5 et 11°,5	7°,5 et 12°,3
Dargilan . . . . .	8°,5	9°,2 à 10°,5
Boundoulaou (Aveyron) . . . . .	11°,2	12°,4
Fosse mobile (Charente) . . . . .	10°,5	7°
Adelsberg (16 sept. 1893) . . . . .	16°	14°
Cerna-Jama (27 sept. 1893) . . . . .	12°,3	11°
Piuka-Jama ( id. ) . . . . .	13°,2	10°,6
Kleinhausel (18 sept. 1893) . . . . .	11°,2	12°

» Les causes de tant d'anomalies ne pourront être bien déterminées qu'après des études méthodiques et prolongées. Actuellement, il ne nous paraît possible d'en indiquer que quatre.

» 1° La *fissuration* des terrains, où sont creusées les cavernes, facilite l'introduction de l'air extérieur, au même titre que celle des eaux d'infiltration.

» 2° La *forme* des cavités.

» 3° La *densité* de l'air froid, qui l'attire et l'emmagasine dans les profondeurs. En effet, les rétrécissements et les dénivellations provoquent des appels et courants d'air, qui peuvent troubler l'équilibre de température; les abîmes à double orifice et en forme de sablier (deux entonnoirs superposés par leur pointe) favorisent la chute et l'emprisonnement de l'air froid en hiver, et entravent son remplacement par l'air chaud.

» Lou Cervi (Vaucluse), 6°,5 à 7°, au lieu de 8°,75, moyenne du lieu; Creux de Sauci; Creux Pereé (—1°, à 475<sup>m</sup> d'altitude, Côte-d'Or); Rabanel, 7°,5; Iguede Biau (Lot), 5° à 300<sup>m</sup> d'altitude; abîmes du Causse Méjean, à la fin d'octobre 1892; abîme de la Fage (Lot), en automne; Fosse mobile (Charente), 7° en avril 1892, à 110<sup>m</sup> d'altitude, etc.

» 4° L'influence de l'eau peut se faire sentir de deux manières différentes, soit en refroidissant l'air par un effet d'évaporation quand elle suinte lentement, soit en y apportant toutes les variations de l'air exté-

rieur, en y pénétrant sous forme de rivières venant du dehors (Bramabiau, Gard; Piuka et Recca dans le Karst, etc.).

» Abime de Tabourel, Aveyron; air à 8° au lieu de 9°,5; Dargilan, 8°,5 au lieu de 9°,2 à 10°,5; Igne de Biau, 5°; Cerna-Jama, 6° à 8° au lieu de 11°.

» Le voisinage d'eaux thermales ou de foyers volcaniques (même éteints) peut réchauffer d'ailleurs des cavernes, comme on l'a vu à Monsumano (Toscaue), à Montels (Hérault, d'après Marcel de Serres), etc. (1). »

M. G. MOURET adresse une Note « Sur la démonstration du principe de l'équivalence entre la chaleur et le travail ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 FÉVRIER 1894.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. GASTON DARROUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XVIII. Janvier 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. gr. in-8°.

*Un nouveau système de pêche*, par G. TROUVÉ. Paris, 1894; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

*Les émules de Darwin*, par A. DE QUATREFAGES, Membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Précédé d'une préface par M. EDMOND PERRIER, Membre de l'Institut, professeur au Muséum, et d'une Notice sur la vie et les travaux de Quatrefages, par M. L.-J. HAMY, Membre de l'Institut, professeur au Muséum. Paris, Félix Alcan, 1894; 2 vol. in-8°.

*Rapport présenté à M. le Ministre de l'Instruction publique, des Cultes et des*

---

(1) Dans un Ouvrage d'ensemble, actuellement sous presse, sur mes recherches souterraines, un Chapitre spécial donnera des détails et chiffres justificatifs à l'appui des constatations que je viens de résumer brièvement.

*Beaux-Arts*, par M. GEORGES PICOT, Membre de l'Institut, au nom de la Commission des Bibliothèques nationales et municipales chargée d'examiner l'état de l'inventaire des livres imprimés de la Bibliothèque nationale et les moyens d'en effectuer l'impression. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°.

---

ERRATA.

---

( Séance du 29 janvier 1894. )

Note de M. le général *Derrécaux*, sur la nouvelle mesure de la superficie de la France :

Page 236, *il faut lire* :

Les résultats obtenus par le calcul et les mesures, combinés, ont donné, pour la superficie de la France et de ses îles, la Corse comprise, les chiffres ci-après :

Ellipsoïde de la Carte de France . . . . .	536,464 <sup>km</sup>
» de Bessel . . . . .	536,469
» de Clarke . . . . .	536,479

soit 536 479 00 hectares.

( Séance du 26 février 1894. )

Note de M. *Charles Lepierre*, Analyse d'un fromage avarié, etc. :

Page 477, ligne 4, *au lieu de*  $C^{16}H^{23}Az^2O^3$ , *lisez*  $C^{16}H^{23}Az^2O^5$ .

Page 478, dernière ligne, *au lieu de* Minéralogie, *lisez* Microbiologie.

( Séance du 5 mars 1894. )

Note du P. *Colin*, Travaux à Madagascar en 1892 :

Page 510, ligne 13 en remontant, *au lieu de* 0',5, *lisez* 0',5.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4° Deux tomes, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

**On souscrit, dans les Départements,**

	chez Messieurs :		chez Messieurs :
<i>en</i> .....	Michel et Médan.	<i>Lorient</i> ....	Baunial.
<i>ger</i> .....	Gavault St-Lager.		M <sup>les</sup> Texier.
<i>iens</i> .....	Jourdan.		Bernoux et Cumin.
<i>gers</i> .....	Ruff.	<i>Lyon</i> .....	Georg.
<i>yonne</i> .....	Courtin-Hecquet.		Méret.
<i>sançon</i> .....	Germain et Grassin.		Chamaud
<i>urdeaux</i> .....	Lachèse.	<i>Marseille</i> ..	Vitte.
<i>urges</i> .....	Jérôme.		Ruat
<i>est</i> .....	Jacquard.	<i>Montpellier</i> ..	Calas.
<i>en</i> .....	Avrard.		Coulet.
<i>ambert</i> .....	Duthu.	<i>Moulins</i> ....	Martial Place.
<i>herbourg</i> .....	Muller (G.).		Jacques.
<i>est</i> .....	Renaud.	<i>Nancy</i> .....	Grosjean-Maupin.
<i>en</i> .....	Lefournier.		Silot frères.
<i>ambert</i> .....	F. Robert.	<i>Nantes</i> .....	Loiseau.
<i>herbourg</i> .....	J. Robert.		M <sup>les</sup> Veloppé.
<i>est</i> .....	V <sup>o</sup> Uzel Caroll	<i>Nice</i> .....	Barma.
<i>en</i> .....	Baer.		Visconti et C <sup>o</sup>
<i>ambert</i> .....	Massif.	<i>Nîmes</i> .....	Thibaud.
<i>herbourg</i> .....	Perrin.	<i>Orléans</i> ....	Luzeray.
<i>est</i> .....	Henry.	<i>Poitiers</i> ....	Blanchier.
<i>en</i> .....	Marguerite.		Drumaud.
<i>ambert</i> .....	Rousseau.	<i>Rennes</i> ....	Plillon et Hervé.
<i>herbourg</i> .....	Ribou-Collay.	<i>Rochefort</i> ..	Girard (M <sup>les</sup> )
<i>est</i> .....	Lamarche.	<i>Rouen</i> .....	Langlois.
<i>en</i> .....	Batel.		Lestringant.
<i>ambert</i> .....	Danodot	<i>St-Étienne</i> ..	Chevalier
<i>herbourg</i> .....	Lauverjat		Pastole.
<i>est</i> .....	Crepin.	<i>Toulon</i> ....	Bumche.
<i>en</i> .....	Drevet.		Gimet.
<i>ambert</i> .....	Gratier.	<i>Toulouse</i> ..	Privat.
<i>herbourg</i> .....	Foucher.		Boisselier.
<i>est</i> .....	Bourdignou.	<i>Tours</i> .....	Pericat.
<i>en</i> .....	Dombre.		Suppligeon.
<i>ambert</i> .....	Lefebvre.	<i>Valenciennes</i>	Giard.
<i>herbourg</i> .....	Quarré.		Lemaitre.

**On souscrit, à l'Étranger,**

	chez Messieurs :		chez Messieurs :
<i>Amsterdam</i>	Feikema Caarelsen et C <sup>o</sup> .	<i>Londres</i>	Dulau
<i>Athènes</i>	Beck.		Hachette et C <sup>o</sup> .
<i>Barcelone</i>	Verdaguer.	<i>Luxembourg</i>	Nutt
	Asher et C <sup>o</sup> .		V. Buck.
<i>Berlin</i>	Dames.	<i>Madrid</i>	Libri Gutenberg
	Friedlander et fils.		Capleville.
<i>Berne</i>	Mayer et Muller.		Gonzales e hijos
	Schmid, Francke et C <sup>o</sup> .	<i>Milan</i>	E. Fé.
<i>Bologne</i>	Zancheffi.		Dumolard freres
	Ranlot.	<i>Moscou</i>	Hopff.
<i>Bruxelles</i>	Mayolez et Audiarte.		Gautier.
	Lebègue et C <sup>o</sup> .	<i>Naples</i>	Furchheim.
<i>Bucharest</i>	Hannann		Margheri di Gaus
	Ranisteam.	<i>New-York</i>	Pellerano
<i>Budapest</i>	Kilian.		Dyrsen et Pfeiffer.
<i>Cambridge</i>	Deighton, Bell et C <sup>o</sup> .		Stechert.
<i>Christiana</i>	Gammermeyer.	<i>Odessa</i>	Westermann
<i>Constantinople</i>	Otto Keil		Rousseau.
<i>Copenhague</i>	Host et fils.	<i>Oxford</i>	Parker et C <sup>o</sup>
<i>Florence</i>	Loescher et Secler	<i>Palerme</i>	Clausen.
<i>Gand</i>	Hoste.	<i>Porto</i>	Magalhaes
<i>Gènes</i>	Benf.	<i>Prague</i> ....	Rivnac.
	Cherbulhez	<i>Rio-Janeiro</i>	Garnier
<i>Genève</i>	Georg.		Bocca freres
	Stapelmoir.	<i>Rome</i> .....	Loescher et C <sup>o</sup> .
<i>La Haye</i>	Belufante freres		Kramers et fils.
	Benda.	<i>Rotterdam</i> ..	Samson et Walhu
<i>Lausanne</i>	Payot.	<i>Stockholm</i>	Zinserling.
	Barth.		Wolff.
	Broekhaus	<i>Turin</i> .....	Bocca freres
<i>Leipzig</i>	Lorentz.		Brero.
	Max Rübe.	<i>Varsovie</i>	Clausen.
	Twietmeyer		Rosenberg et Sellier
<i>Lyon</i>	Guise.	<i>Verone</i>	Gebethner et Wolff
			Drucker.
		<i>Vienne</i>	Frick
			Gerold et C <sup>o</sup> .
		<i>Zurich</i>	Meyer et Zeller.

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADEMIE DES SCIENCES :**

Tomes 1<sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.  
Tomes 32 à 61. — (1<sup>er</sup> Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.  
Tomes 62 à 91. — (1<sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

**Tome I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A.-J.-J. SOLLER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HUYSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CHARLES BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856. .... 15 fr.  
**Tome II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEK. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1859, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BROSI. In-4°, avec 27 planches; 1861. .... 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

# N° 11.

## TABLE DES ARTICLES. (Séance du 12 mars 1894.)

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.	Pages.		
MM. O. CALLANDEIAU et G. BIGOURDAN. — Observations de la nouvelle planète BB (Charlois), faites à l'Observatoire de Paris. . . . .	555	M. DE LAZAR DUTHIERS. — Sur les organes de reproduction de l' <i>Ancyclus fluviatilis</i> . . . . .	560
M. H. MOISSAN. — Préparation et propriétés du borure de carbone. . . . .	559	M. E.-H. AMAGAI. — Sur la pression interne dans les fluides et la forme de la fonction $(p/v)$ . . . . .	566

### MÉMOIRES LUS.

P. E. COLIN. — Travaux à Madagascar, en 1892. . . . .	570	M. GOLASZ. — De la présence d'un microbe polymorphe dans la syphilis. . . . .	574
---	-----	---	-----

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. DESIRE ANDRÉ. — Sur le triangle des séquences. . . . .	575
---	-----

### CORRESPONDANCE.

M. G. LE CADEL. — Observations des nouvelles planètes AX (Wolf, 1 <sup>er</sup> mars) et AZ (Courty, 5 mars), faites à l'Observatoire coulé (69,32) de l'Observatoire de Lyon. . . . .	578	SUDZIN. . . . .	594
M. L. PICARD. — Observation de la planète 1894 AZ, faite au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. . . . .	579	MM. H. BEAUREGARD et B. BOUARI. — Sur l'utricule prostatique et les canaux délérents des Cétacés. . . . .	599
M. F. ROSSARD. — Observations de planètes, faites à l'Observatoire de Toulouse (équatorial Brunner). . . . .	580	M. GAULIERY. — Sur les ascidies composées du genre <i>Distaplia</i> . . . . .	598
M. P. FACCHINI. — Phénomènes solaires observés pendant les 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> trimestres (Syl.) à l'Observatoire du Collège romain. . . . .	581	M. A. LABOULBÈNE. — Sur des épis de maïs attaqués par l' <i>Huette des cereales</i> dans le midi de la France. . . . .	601
M. C. MALIZOS. — Sur la dépression barométrique. . . . .	583	MM. J. DIMONT et J. CROCHIELLE. — Influence des sels de potassium sur la nitrification. . . . .	604
M. J. MACE DE LEINAY. — Achromatisme et chromatisme des tranges d'interférence. . . . .	585	M. G. BAILLET. — Sur la fécondité de la Cersaire géante ( <i>Polygonum sachalinense</i> ). . . . .	607
M. J. GAENHEB. — Emploi de l'électrique pour suivre les phases de certaines réactions chimiques. . . . .	588	M. THIRI LESAGE. — Recherches physiologiques sur les Champignons. . . . .	607
MM. P. HAFERDICHLE et A. PIERREY. — Contribution à l'étude des levures. . . . .	589	MM. B. RENAULT et A. ROCHU. — Sur le <i>Cyberodon varolense</i> . . . . .	610
M. A. DE GRAMONT. — Sur les spectres d'émission de quelques métaux (sulfures métalliques). . . . .	591	M. A. DELIBREUIL. — Sur la variation de la composition de l'eau des lacs avec la profondeur et suivant les saisons. . . . .	610
M. N. GRIFFANT. — Influence du temps sur l'absorption de l'oxyde de carbone par le BULLIEN BIBLIOGRAPHIQUE. . . . .	617	M. L. A. MARTIN. — Sur la température des cavernes. . . . .	611
ERRATA. . . . .	618	M. G. MOURET adresse une Note à Sur la démonstration du principe de l'équivalence entre la chaleur et le travail. . . . .	617



1894

3029.

PREMIER SEMESTRE.

—

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====  
TOME CXVIII.  
=====

N° 12 (19 Mars 1894).



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 18 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5<sup>h</sup>. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé, mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 19 MARS 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LOEWY.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **PRÉSIDENT** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 26 mars sera remise au mardi 27.

M. **LOEWY**, en rappelant à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. le général *Favé*, s'exprime comme il suit :

« MESSIEURS,

» Vous avez déjà appris certainement la nouvelle perte que vient d'éprouver l'Académie. Notre Confrère, le général Favé, qui avait atteint l'âge de 82 ans, a été enlevé à l'affection des siens, la semaine dernière, après une courte maladie. La cérémonie funèbre a eu lieu vendredi, et, selon le vœu de la famille, aucun discours n'a été prononcé aux funérailles. Il ne convient donc pas de parler, à l'heure actuelle, de l'œuvre

historique et scientifique de notre éminent Confrère, qui témoigne de la haute culture de son esprit. Je crois toutefois répondre à votre désir en manifestant le profond chagrin que nous inspire la mort de notre vénéré Confrère, du général qui a consacré à sa patrie une longue vie de travail et d'honneur. Par la loyauté et l'amabilité de son caractère et par sa noble intelligence, le général était pour nous un Confrère particulièrement aimé, et je lui adresse ici, au nom de l'Académie, un dernier adieu et l'hommage de nos regrets unanimes. »

MÉCANIQUE. — *Sur un appareil relatif à la question de la marche horizontale de l'homme*; par M. H. RESAL.

« J'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie un petit mécanisme qui, à proprement parler, n'est qu'un joujou, mais qui met en évidence des effets mécaniques très curieux.

» L'appareil se compose d'un mouvement d'horlogerie (contenu dans une boîte rectangulaire), à pendule et à ancre; l'arbre horizontal de l'ancre porte une came qui détermine un mouvement alternatif et intermittent d'une tige métallique verticale, guidée en conséquence, et traversant le couvercle dont la face supérieure est une sorte de sol artificiel. L'extrémité supérieure de la tige, taillée en pivot, supporte le centre de gravité d'une figurine qui représente une danseuse. Chacune des jambes est rigide et articulée au torse, vers les reins, par des anneaux qui jouent à peu près le rôle d'une rotule.

» Lorsque la tige s'élève, les jambes se déplacent, pèsent sur le sol en raison de leur poids, d'où un frottement déterminant un mouvement gyrotatoire du corps entier avec mouvement relatif des jambes. Quand la tige s'abaisse, un fait analogue se produit, mais le frottement résulte du poids total reporté sur les appuis des pieds.

» En résumé, la figurine est animée d'un mouvement de rotation alternatif autour de la verticale du centre de gravité; les jambes éprouvent des déplacements l'un par rapport à l'autre et par rapport à cette verticale sur laquelle les talons viennent fréquemment se toucher; le mouvement des pieds est saccadé, c'est à peu près tous les effets que l'on observe sur le théâtre.

» L'étude analytique de ces divers mouvements paraît présenter de grandes difficultés. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des chylières du rat et de l'absorption intestinale* ;  
par M. L. RANVIER.

« Les villosités intestinales du rat (*Mus decumanus*) ont la forme de lames sémilunaires. Elles ont toutes la même orientation ; leur plan est perpendiculaire à l'axe de l'intestin. Elles adhèrent aux tuniques intestinales par leur bord rectiligne seulement et sont entièrement libres dans le reste de leur étendue. Chacune possède une artériole centrale et deux veines latérales. L'artériole gagne en droite ligne le sommet de la villosité et s'y termine en formant un bouquet de vaisseaux qui alimentent le réseau capillaire. Ce réseau est des plus remarquables. Il est double, en ce sens qu'il y a un réseau pour chacune des faces de la villosité. De plus, le bord arrondi de celle-ci est occupé par un capillaire d'une régularité parfaite, en forme d'arc, auquel je donnerai le nom de *capillaire marginal*. Le capillaire marginal et les capillaires qui occupent les deux faces de la villosité ont une structure spéciale. Je n'ai jamais pu, au moyen du nitrate d'argent, y déceler la présence de plaques endothéliales ; mais sous l'influence de ce réactif j'ai vu s'y dessiner un réseau ménagé en blanc, sur fond noir, qui correspond à un reticulum protoplasmique. Les capillaires de la villosité intestinale du rat ont donc la structure des capillaires embryonnaires. Il me paraît probable que cette structure est en rapport avec le rôle considérable et très actif de ces vaisseaux dans l'absorption intestinale. Les veines latérales naissent dans l'intérieur de la villosité à une petite distance de son bord. Elles ne reçoivent pas directement le sang du capillaire marginal. Il leur arrive par l'intermédiaire des capillaires qui occupent chacune des deux faces de la villosité.

» Je passe à la description des chylières. Le réseau lymphatique principal de l'intestin occupe la celluleuse, c'est-à-dire cette couche conjonctive qui se trouve entre la musculuse de la muqueuse et la musculuse proprement dite. Ce réseau est entièrement constitué par des capillaires lymphatiques, c'est-à-dire par des vaisseaux sans paroi musculaire, sans valvules et caractérisés surtout par la forme toute spéciale de leur endothélium. Cet endothélium est formé de cellules *denticulées*. Les troncs lymphatiques, ceux qui cheminent dans les rayons vasculaires du mésentère, par exemple, ont au contraire des valvules, possèdent une tunique musculaire bien marquée et ont un endothélium semblable à celui des

veines. Cette distinction entre les troncs lymphatiques et les capillaires lymphatiques est fondamentale. Elle s'applique au système lymphatique tout entier.

» Du réseau lymphatique de la celluleuse se dégagent des vaisseaux qui refoulent devant eux les éléments musculaires de la musculuse de la muqueuse pour les conduire dans les villosités où ils constituent le muscle de Brücke.

» A la base de chaque villosité, les lymphatiques se réunissent pour former une sorte d'ampoule, à laquelle je donnerai le nom d'*ampoule basale*. L'ampoule basale est relativement vaste. Sa forme est celle d'un ovoïde aplati. Son grand axe est perpendiculaire à la direction de l'intestin. Il s'en dégage trois, quatre, cinq et jusqu'à huit capillaires lymphatiques qui pénètrent dans la villosité, s'anastomosent entre eux et se terminent par des culs-de-sac en forme de doigt de gant. Quelquefois aussi, ils s'anastomosent par inosculation. Alors ils se terminent par des anses.

» Toute cette description est fondée sur l'observation de préparations dans lesquelles les vaisseaux sanguins et les lymphatiques ont été injectés, les uns de carmin, les autres de bleu de Prusse. Ces préparations sont très démonstratives. Je les ai déjà montrées à un grand nombre de personnes que l'Histologie intéresse, aux auditeurs de mon cours notamment. Je les soumettrai toujours avec plaisir à tous ceux qui désireront en faire l'examen.

» Il n'y a donc pas dans la villosité membraneuse du rat un chylifère central, correspondant à la description classique, mais plusieurs chylifères qui forment un plexus et se terminent soit par des culs-de-sac, soit par des anses. Au lieu de dire se terminent, je devrais dire ont pour origine des culs-de-sac ou des anses, et ajouter qu'il n'y a pas lieu de leur chercher une autre origine quelle quelle soit. C'est là une grave question d'Histologie sur laquelle je crois aujourd'hui pouvoir et même devoir être absolument affirmatif.

» Avant d'arriver à mes recherches sur le mécanisme de l'absorption intestinale, je veux encore donner quelques renseignements indispensables sur la structure de la villosité. L'épithélium qui la recouvre est bien connu. Il est formé de deux espèces de cellules, les cellules cylindriques à plateau strié et les cellules caliciformes ou glandes muqueuses unicellulaires. On y observe encore un nombre variable de cellules lymphatiques en migration, comme il y en a du reste dans presque tous les épithéliums, même les épithéliums glandulaires. L'épithélium de la villosité repose sur

une membrane, une vraie membrane. Cette membrane est fenêtrée. Elle est doublée de cellules étoilées, ramifiées et anastomosées les unes avec les autres de manière à constituer un reticulum protoplasmique continu. Je ne veux pas formuler aujourd'hui mon opinion sur la signification morphologique de cette membrane, parce que cela m'entraînerait à une discussion qui m'éloignerait trop du sujet principal de cette Communication.

» C'est dans l'épaisseur même de la membrane limitante de la villosité que sont compris les capillaires embryonnaires dont il a été question plus haut. Cette membrane possède encore un plexus nerveux d'une grande richesse. L'espace ou cavité qu'elle limite contient l'artériole centrale, les veines latérales, les chylifères, un réseau de fibres musculaires lisses, résultant de l'expansion de la musculuse de la muqueuse, et un nombre considérable, mais variable, de cellules rondes, de divers diamètres, qui paraissent être toutes ou presque toutes des cellules lymphatiques en migration. Je n'y ai jamais observé, dans la villosité intestinale du rat, ni une fibre conjonctive, ni une fibre élastique.

» Je crois avoir exposé maintenant toutes les notions anatomiques que l'on doit avoir pour comprendre l'absorption intestinale, au moins dans ce qu'elle a d'essentiel. Lorsqu'un phénomène physiologique a une marche lente et régulière, il est difficile d'en saisir les diverses phases et, par conséquent, le mécanisme. C'est pour cela que la nutrition et l'évolution sont si imparfaitement connues, et à coup sûr si Ludwig n'avait pas fait la découverte des nerfs sécréteurs, on ne saurait pas grand'chose aujourd'hui sur le mécanisme de la sécrétion. Pourquoi la connaissance des nerfs sécréteurs a-t-elle permis d'aborder et même de pousser si loin l'étude de ce mécanisme? Parce qu'elle a donné le moyen d'exagérer la sécrétion à un degré tel que les phénomènes obscurs jusque-là sont devenus évidents. J'ai donc essayé de faire pour l'absorption ce que l'on a fait pour la sécrétion, ces deux fonctions parallèles et si importantes à la nutrition. J'y suis arrivé par un procédé fort simple. Après avoir laissé un rat à jeun pendant deux jours, je le soumets au régime exclusif des noix et de l'eau pendant un, deux ou trois jours. Pour que l'expérience réussisse, il faut que le rat soit bien portant, ce que l'on reconnaît à ce qu'il mange les noix avec avidité. On sacrifie l'animal en le mettant sous une cloche avec un peu de chloroforme. Après lui avoir ouvert la cavité abdominale, on constate que le duodénum et le jéjunum sont blancs, lactescents, et que les chylifères du mésentère sont remplis de chyle. Une portion de l'intestin, après avoir été détachée et fendue suivant sa longueur, est placée dans l'alcool au tiers.

Une autre, comprise entre deux ligatures, est remplie d'une solution d'acide osmique à 1 pour 100 et plongée dans la même solution. On l'en retire au bout de dix minutes et, après l'avoir ouverte, on la place dans l'eau.

» La première portion d'intestin, après un séjour de vingt-quatre heures dans l'alcool au tiers, est aussi mise dans l'eau. On en chasse le revêtement épithélial au moyen du pinceau, et l'on en examine les bords à l'aide d'un grossissement de 100 diamètres. On y voit un grand nombre de villosités mises à nu, dont les chylifères sont remplis non pas de chyle granuleux, mais d'huile en nature : on dirait qu'on les a injectés directement. Il y a, en outre, dans diverses régions de la villosité, en dehors des chylifères, des gouttes d'huile qui sont entièrement libres.

» Tous les éléments cellulaires, quels qu'ils soient, à l'exception des cellules musculaires, c'est-à-dire les cellules de la membrane limitante, les cellules endothéliales des capillaires sanguins, les cellules lymphatiques en migration, les cellules endothéliales des chylifères, sont infiltrées de fines granulations graisseuses.

» Ce sont là des faits que l'on peut observer sans être exercé aux recherches histologiques; ils sont presque d'ordre macroscopique. Il n'en est pas tout à fait de même de ceux qui se produisent dans le revêtement épithélial. Ces derniers faits ont une grande importance, car ce sont eux qui permettent d'interpréter les autres, c'est-à-dire de formuler à leur sujet une hypothèse vraisemblable. Pour les observer, il faut employer de forts grossissements et examiner l'intestin osmique, soit sur des coupes longitudinales, soit dans des préparations méthodiques faites par dissociation.

» L'huile passe par les cellules épithéliales cylindriques et uniquement par ces cellules. Il n'y en a jamais dans les cellules caliciformes, et les cellules lymphatiques migratrices, chez le rat, n'arrivent jamais à la surface.

» Il y a lieu de considérer à chaque cellule cylindrique cinq zones ou tranches distinctes : 1° le plateau strié; 2° une zone sous-jacente qui occupe à peu près la moitié de la hauteur comprise entre le plateau strié et le noyau, caractérisée par la coloration qu'elle prend sous l'influence des couleurs d'aniline, le bleu soluble notamment, et une striation granuleuse longitudinale; 3° une zone hyaline supra-nucléaire; 4° la zone nucléaire; 5° la zone caudale.

» Le plateau strié, comme l'ont reconnu aujourd'hui la plupart des



histologistes, doit son apparence striée à des canaux extrêmement minces. On n'y voit jamais de granulations graisseuses. Il faut qu'elles y passent très vite, ou qu'elles y soient d'une grande finesse, comme celles du chyle, par exemple. Dans la zone sous-jacente, après vingt-quatre heures du régime des noix, il y a des granulations graisseuses fines, sphériques, disposées suivant des rangées longitudinales. Dans la zone supra-nucléaire, les granulations graisseuses sont plus volumineuses et comme disposées au hasard. Elles s'accumulent au-dessus du noyau, s'avancent sur ses côtés; puis, au lieu de poursuivre leur trajet dans la cellule, elles en sortent et viennent s'accumuler dans les interstices cellulaires. Lorsqu'elles sont nombreuses, elles confluent, se fondent les unes dans les autres, et forment ainsi un bain d'huile dans lequel les cellules sont à moitié plongées et qui repose sur la membrane limitante de la villosité. Les cellules ne sont plus fixées à cette membrane que par leur extrême pointe; aussi n'y sont-elles plus solidement établies.

» De cette observation, il résulte que la graisse peut être à la fois prise par une cellule et rejetée par elle. C'est tout ce qu'il faut pour comprendre tous les faits que nous avons observés dans le corps de la villosité, surtout si nous ajoutons qu'il se fait un courant abondant de plasma qui va forcément des capillaires sanguins où la pression est la plus forte aux chylifères où elle est à peu près nulle.

» Il me semble que l'on peut comparer la série des éléments qui transportent la graisse dans les villosités à la chaîne que l'on fait pour conduire l'eau sur le lieu d'un incendie, avec cette différence que les cellules qui représentent les personnes de la chaîne abandonnent simplement les matériaux dont elles se sont chargées, sans se préoccuper de savoir si d'autres les prendront.

» Le rôle du plateau strié des cellules épithéliales cylindriques peut être compris à l'aide d'une expérience comparative. Cette expérience, je l'ai faite il y a près de vingt ans. Elle consiste à introduire dans la cavité péritonéale d'un mammifère de la myéline en suspension dans l'eau salée à la dose physiologique. La myéline est prise en nature par les cellules lymphatiques, tandis qu'il ne pénètre dans les cellules endothéliales de la séreuse que de fines granulations graisseuses. La plaque endothéliale, qui est une cuticule comme le plateau strié des cellules cylindriques, s'oppose au passage de la myéline, mais laisse passer la graisse.

» J'ai nourri des rats avec de la myéline. Je n'ai jamais trouvé cette

substance, dont les réactions, comme on le sait, sont caractéristiques, ni dans les cellules épithéliales, ni dans le stroma de la villosité, ni dans les chylifères. On y observait seulement des granulations graisseuses. Je crois d'après cela que le plateau strié des cellules cylindriques joue le rôle d'un filtre d'une très grande délicatesse et que c'est grâce à lui que les animaux évitent nombre d'intoxications qui pour eux seraient rapidement mortelles.

» Il me reste à poser une dernière question à laquelle j'essayerai encore de répondre par une expérience.

» On a vu que la graisse peut exister dans l'intérieur des chylifères des villosités non pas à l'état de fines granulations comme dans le chyle ordinaire, mais sous forme d'huile en masse. Il faut nécessairement que, pour former du chyle, cette huile soit émulsionnée de nouveau. Or on ne peut plus songer à faire intervenir ici ni la bile, ni le suc pancréatique. Il fallait donc chercher une autre explication. Je me suis alors demandé si la lymphe ne pourrait pas à elle seule produire l'émulsion. Voici l'expérience bien simple que j'ai faite pour répondre à cette question : de la lymphe péritonéale de la Grenouille a été déposée dans une de ces cellules de verre dont on fait usage dans les recherches microscopiques et l'on y a ajouté une gouttelette d'huile d'olive ; puis l'on a recouvert d'une lamelle. Examinant alors au microscope, on vit bientôt se former au contact des deux liquides des granulations graisseuses très fines, comparables à celles du chyle.

Chez les Batraciens, l'absorption de la graisse paraît se faire par un mécanisme un peu différent de celui que j'ai décrit dans cette Note. J'en ferai le sujet d'une autre Communication.

» Les faits que je viens d'exposer ne sont pas tous nouveaux. La plupart des histologistes ont observé des granulations graisseuses dans les cellules cylindriques de l'intestin. Donders a vu des gouttes de graisse libres dans les villosités. Mauthner a reconnu qu'il y a de la graisse entre les cellules épithéliales. Schäfer a constaté la présence de granulations graisseuses dans les cellules lymphatiques. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. THIÉRIER adresse un Mémoire sur la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE — *Observations des planètes 1894, AX Wolf, AY Wolf, AZ Courty, BA Charlois, faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner), par M. E. COSSEBART; transmises par M. Tisserand.*

Dates 1894.	Planètes.	Étoiles de compar.	Planète — étoile		Nombre de compar.
			R.	Décl.	
Mars 5....	AX	<i>a</i> 2414 BD + 7 <sup>°</sup>	<sup>m</sup> -1.25,20	+ 3.16,2	12:20
5....	AY	<i>b</i> 2474 BD + 5	-1. 0,22	- 5.23,7	12:20
7....	AZ	<i>c</i> 2128 BD + 23	+0.16,08	- 8. 5,6	12:20
7....	AY	<i>d</i> 2469 BD + 5	-0.27,77	+ 3.48,8	12:20
9....	BA	<i>e</i> 2273 BD + 11	+0.44,28	+ 5. 3,4	18:20
9....	AY	<i>f</i> 2468 BD + 5	-1.47,12	- 5.19,8	12:20
9....	AX	<i>g</i> 2384 BD + 6	+0.58,86	+16.29,2	12:20
12....	AX	<i>h</i> 2369 BD + 6	+2.45,46	+ 9.46,1	12:20
12....	BA	<i>i</i> 2268 BD + 11	+1. 5,73	- 8.16,6	12:22

*Positions des étoiles de comparaison.*

Dates 1894.	Étoiles de compar.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Mars 5..	<i>a</i>	11. 1.50,13	+1,73	+ 6.55.37,0	-7,9	BD., T. VI
5..	<i>b</i>	11.12. 7,45	+1,69	+ 4.54. 4,8	-8,4	160 W <sub>1</sub> , H. 11
7..	<i>c</i>	9.32.41,72	+1,92	+23.27. 9,1	-0,7	648 W <sub>2</sub> , H. 9
7..	<i>d</i>	11.10.11,22	+1,71	+ 5. 3.37,9	-8,4	120 W <sub>1</sub> , H. 11
9..	<i>e</i>	10.38.51,13	+1,80	+10.55.59,9	-6,5	656 W <sub>1</sub> , H. 10
9..	<i>f</i>	11.10. 3,04	+1,73	+ 5.32. 6,3	-8,5	116 W <sub>1</sub> , H. 11
9..	<i>g</i>	10.55.15,68	+1,74	+ 6.40.16,9	-7,7	960 W <sub>1</sub> , H. 10
12..	<i>h</i>	10.50.31,34	+1,75	+ 6.45. 3,5	-7,5	$\frac{1}{3}$ (881 W <sub>1</sub> , H. 10 + 2 Paris 13379)
12..	<i>i</i>	10.36. 5,99	+1,80	+11.17.36,7	-6,3	604 W <sub>1</sub> , H. 10

*Positions apparentes des planètes.*

Dates 1894.	Planètes.	Temps moyen		Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		Toulouse.	de				
Mars 5 . . . . .	AX	8.57.22	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	11. 0.26,66	$\bar{1},500_n$	+ 6.58.45,3	0,740
5 . . . . .	AY	11.20.47		11.11. 8,92	$\bar{1},014_n$	+ 4.48.32,7	0,742
7 . . . . .	AZ	9. 0.25		9.32.59,72	$\bar{1},253_n$	+23.19. 2,8	0,509
7 . . . . .	AY	9.37.39		11. 9.45,16	$\bar{1},417_n$	+ 5. 7.18,3	0,747
9 . . . . .	BA	9.18.13		10.39.37,21	$\bar{1},373_n$	+11. 0.56,8	0,693
9 . . . . .	AY	10. 7.21		11. 8.17,65	$\bar{1},300_n$	+ 5.26.38,0	0,740
9 . . . . .	AX	10.39.50		10.56.16,28	$\bar{1},088_n$	+ 6.56.38,4	0,722
12 . . . . .	AX	9. 0.11		10.53.18,55	$\bar{1},422_n$	+ 6.54.42,1	0,734
12 . . . . .	BA	9.43.10		10.37.13,52	$\bar{1},232_n$	+11. 9.13,8	0,682

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles planètes BB (Charlois, Nice 8 mars) et AX (Heidelberg 1<sup>er</sup> mars), faites à l'équatorial coudé de l'observatoire de Lyon ; par M. G. LE CADET, transmises par M. Tisserand.*

## PLANÈTE BB.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Planète — Étoile.		Nombre de comp.	Planète z app.	Log. fact. parall.	Planète z apparente.	Log. fact. parall.	★
		$\Delta\alpha.$	$\Delta\delta.$						
Mars 12 . .	9.13.17	<sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>m</sup> <sup>s</sup>	5:5	9.29.34,28	8,903 <sub>n</sub>	+4. 2.14,8	0,768	a
12 . .	9.45.21	+0.30,11	+0.48,0	6:6	9.29.33,33	8,348 <sub>n</sub>	+4. 2.10,3	0,767	b
14 . .	9.21.25	+2.38,67	+1.49,6	8:8	9.28.23,85	8,692 <sub>n</sub>	+4. 8.35,6	0,766	c
14 . .	9.21.25	+1. 5,52	-1. 5,7	8:8	9.28.23,86	8,692 <sub>n</sub>	+4. 8.35,8	0,766	d

## PLANÈTE AX.

Mars 14 . .	10.32. 4	-0. 5,05	+0.40,9	4:4	10.51.16,70	8,851 <sub>n</sub>	+6.53. 4,6	0,742	e
-------------	----------	----------	---------	-----	-------------	--------------------	------------	-------	---

*Positions moyennes des étoiles de comparaison.*

★.	Ascens. droite moyenne	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne	Réduction au jour.	Autorités.
a	BD +4,2220	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	+3.57.38,0	-4,0	W <sub>1</sub> 9 <sup>h</sup> , 662
b	BD +4,2210	9.32. 2,38	+1,57	-3,8	W <sub>1</sub> 9 <sup>h</sup> , 586
c	BD +4,2199	9.29. 1,66	+1,56	-4,4	$\frac{1}{2}(W_1 503 + M_1 4222 + 2 \text{ Paris, } 11709)$
d	BD +4,2203	9.25.43,64	+1,54	-4,3	W <sub>1</sub> 552 rapportée à ★ c
e	BD +7,2386	9.27.16,79	+1,55	-7,5	Rapportée à 56 Lion (Paris et Gl <sub>2</sub> )
		10.51.19,99	+1,76		

» *Remarques.* — On a comparé (a) et (b) et obtenu

$$\Delta\alpha(a-b) = + 3^m 0^s, 74, \quad \Delta\delta(a-b) = - 3' 56'', 7.$$

La première observation du 12 mars ainsi rapportée à (b) donne

$$\begin{array}{l} 1894. \text{ Mars } 12. \dots \quad 9^h 13^m 17^s \text{ TMP} \quad \alpha = 9^h 29^m 34^s, 29 \quad \delta = + 4^{\circ} 2' 6'', 4 \\ \text{Mars } 14. \dots \quad (\star e-56 \text{ Lion}) \quad 5;5 \text{ Cp.} \quad \Delta\alpha = + 0^m 48^s, 75 \quad \Delta\delta = + 7' 27'', 1 \end{array}$$

» Le 12 mars les images étaient ondulantes. La planète BB est estimée 11°. »

**ÉLECTRICITÉ.** — *Sur les variations de l'effet Peltier produites par l'aimantation.* Note de **M. L. HOULLEVIGUE**, présentée par M. Lippmann.

« On sait, depuis les expériences de Sir W. Thomson, Grimaldi, Chassagny, qu'une pile thermo-électrique contenant un métal magnétique a une force électromotrice variable avec le champ dans lequel on la maintient. On peut tirer de là une conséquence relativement aux variations de l'effet Peltier.

» A cet effet, considérons, par exemple, deux piles thermo-électriques fer-cuivre opposées, dont les soudures sont aux températures absolues T et T + dT. Dans l'une, le fer est doux; dans l'autre, il est placé dans un champ d'intensité et de directions fixes. Appelons  $f_T$  la différence de potentiel à T°, entre le fer doux et le cuivre, c'est-à-dire le potentiel du cuivre moins celui du fer;  $f'_T$  représentera la quantité analogue au contact cuivre-fer aimanté.

» La force électromotrice du couple cuivre-fer doux est

$$e = f_T - f_{T+dT} = - dT \frac{d}{dT} f_T.$$

» La force électromotrice du couple cuivre-fer aimanté est pareillement

$$e' = - dT \frac{d}{dT} f'_T.$$

» Posons  $e' - e = d\varepsilon$ ;  $d\varepsilon$  est une quantité qui dépend à la fois de la température et du champ magnétique. On a

$$(1) \quad \frac{d}{dT} f_T - \frac{d}{dT} f'_T = \frac{d\varepsilon}{dT}.$$

» Appliquons la formule établie par Lorenz et qui relie l'effet Peltier aux différences de potentiel au contact.

» Soient  $\sigma$  l'effet Peltier pour un courant passant du fer doux au cuivre,  $\sigma'$  pour un courant passant du fer aimanté au cuivre, on a

$$\begin{aligned}\sigma &= -\frac{T}{J} \frac{d}{dT} f_{\text{r}}, \\ \sigma' &= -\frac{T}{J} \frac{d}{dT} f'_{\text{r}}.\end{aligned}$$

» L'équation (1) peut alors s'écrire

$$(2) \quad \sigma' - \sigma = \frac{T}{J} \frac{d\varepsilon}{dT}.$$

» Examinons les conséquences qu'on en peut tirer :

» 1° *Fer aimanté longitudinalement.* — Il résulte des expériences de Sir W. Thomson que  $\frac{d\varepsilon}{dT} > 0$ . D'après M. Chassagny,  $\frac{d\varepsilon}{dT}$  est positif pour des champs  $< 200$  C. G. S; pour des champs très forts, il paraît devoir changer de signe.

» Donc le dégagement de chaleur au contact cuivre-fer aimanté longitudinalement augmente par l'aimantation, pourvu qu'elle ne soit pas trop forte. Dans un champ très intense, le contraire se produit peut-être.

» 2° *Nickel aimanté longitudinalement.* — D'après Sir W. Thomson, il se comporte comme le fer aimanté longitudinalement. Donc l'effet Peltier doit varier dans le même sens.

» 3° *Fer aimanté transversalement.* — D'après Sir W. Thomson, l'effet serait contraire au précédent,  $\frac{d\varepsilon}{dT} < 0$ , donc  $\sigma' < \sigma$ .

» 4° *Bismuth.* — D'après M. Grimaldi,  $\frac{d\varepsilon}{dT}$  est toujours positif pour le bismuth pur, qu'il soit aimanté longitudinalement ou transversalement. De plus, l'effet ne serait sensible que pour des champs  $> 1000$  C. G. S. L'effet Peltier au contact bismuth-cuivre augmenterait donc toujours quand on place le couple dans un champ magnétique puissant. L'effet se renverserait pour le bismuth commercial.

» J'ajouterai en terminant la remarque suivante :

» L'équation (1) peut s'écrire  $\frac{d}{dT} V_{\text{r}} = \frac{d\varepsilon}{dT}$ ,  $V_{\text{r}}$  étant la différence de potentiel qui existe à T° entre le métal doux et le même métal aimanté. Supposons qu'on ait déterminé les valeurs de  $\frac{d\varepsilon}{dT}$  pour toutes les valeurs de T et du champ magnétique M, et qu'on les relie par une formule géné-

rale  $\frac{dz}{dT} = \varphi(T, M)$ . On aura alors

$$V_r = \int \varphi(T, M) dT,$$

ce qui fournira la solution générale du problème suivant : *Trouver, à une température T, la différence de potentiel entre un métal doux et le même métal placé dans un champ M.*

» Je m'occupe actuellement de la solution expérimentale de ce problème. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle méthode pour étudier la convection électrique dans les gaz.* Note de M. N. ПИЛТЧИКОВ, présentée par M. Lippmann.

« On sait qu'un conducteur pointu se décharge silencieusement quand sa tension devient suffisamment élevée : c'est la décharge par convection. Voici une nouvelle méthode pour étudier ce phénomène.

» Plaçons une pointe au dessus d'une couche d'huile de ricin, contenue dans un vase métallique électrisé de signe contraire à l'électricité de la pointe, à l'aide d'une machine de Voss : une large dépression se produit sur la surface du liquide; et, si l'on approche davantage la pointe du liquide, au centre de cette dépression primaire se forme une série de dépressions secondaires. Si nous plaçons entre la pointe et l'huile divers écrans, nous voyons que :

» 1° Chaque écran produit dans la dépression primaire un soulèvement semblable à l'ombre géométrique que produirait la pointe supposée lumineuse ;

» 2° Dans ces ombres électriques, on n'observe jamais de dépressions secondaires ;

» 3° Tous les points d'une ombre électrique sont sur le même niveau que le liquide extérieur à la dépression primaire.

» La convection suit, en général, les lignes de force; si celles-ci sont courbes, l'ombre électrique d'un disque de mica, percé d'un orifice en forme de croix, a l'aspect d'un disque soulevé, entourant la croix déprimée. L'ombre d'un anneau métallique s'élargit si le corps est chargé de même signe que la pointe, et se rétrécit dans le cas contraire. L'ombre des tubes de Geissler ou de Tesla présente, pendant qu'ils sont traversés par une décharge, un rétrécissement, quel que soit le signe de l'électrisation de la pointe.

» J'ai fait des expériences en vue de comparer la décharge par convection à l'effet d'un jet d'air comprimé. Un jet puissant, très voisin de la pointe, ne fait pas dévier l'ombre électrique; il semble donc naturel d'admettre que la convection n'est qu'une projection, par la pointe, d'un nombre de molécules relativement petit, douées de vitesses relativement grandes.

» Quelle explication peut-on donner de ce mouvement, suivant les lignes de force, dans un milieu aussi résistant que l'air? Un examen des forces, dont dépend le mouvement d'une molécule chargée, montre que si la force motrice est proportionnelle à la première puissance du rayon de la molécule, la résistance est proportionnelle au carré, et la force déviatrice (provenant de l'inertie) au cube de ce rayon; à une force motrice relativement grande peuvent donc correspondre des forces résistante et déviatrice petites, ce qui suffit à expliquer le mouvement rapide des molécules chargées, suivant les lignes de force électriques.

» En étudiant le phénomène dans divers gaz et sous diverses pressions, j'ai observé que, pour des pressions de l'ordre d'une atmosphère, les ombres électriques sont semblables pour les divers diélectriques, mais que les dépressions secondaires sont différentes. Sous de faibles pressions, il n'y a plus d'ombres électriques, mais seulement des phénomènes optiques très beaux.

» J'ai photographié, avec une pose de vingt secondes, des ombres électriques produites dans l'air libre sur une couche d'huile de ricin; la longueur de la pose montre la stabilité du phénomène. Les ombres changent peu, même pour de grandes variations dans l'intensité de la convection.

» Une des photographies, celle de l'ombre d'un fil de platine rendu incandescent par le passage du courant, présente un intérêt particulier: elle confirme l'explication de la transmission de l'électricité par l'air chaud donnée par M. Blondlot. Les conditions nouvelles de cette expérience consistent en ce que l'une seulement des électrodes (le fil de platine) est chaude, l'autre (l'huile) est froide. Il se forme pourtant une dépression locale due à la convection provenant du fil chaud. L'air chaud monte, mais la couche superficielle d'air adhérente au fil, devenue libre par l'action de la chaleur, fait la convection qui descend. »



ÉLECTRICITÉ. — *Application de la méthode vectorielle aux appareils à champ tournant asynchrones.* Note de M. A. BLONDEL, présentée par M. A. Cornu.

« La méthode que j'ai indiquée dans une précédente Note <sup>(1)</sup> s'applique à tous les appareils à courants polyphasés <sup>(2)</sup>. Elle permet en particulier d'établir très simplement la théorie élémentaire des appareils asynchrones constitués par un système *primaire* à courants polyphasés et un système *secondaire* à spires fermées, dans lequel le primaire produit par induction un autre système de courants polyphasés; l'avantage de la méthode dans ce cas est de permettre une représentation facile des courants secondaires, en ne faisant intervenir que des constantes d'ensemble. Pour ne pas compliquer la question, je me bornerai à considérer le cas le plus simple, celui où l'on néglige les fuites magnétiques.

» Soient en valeurs vectorielles :

$I_1, I_2$  les courants primaire et secondaire;

$V$  la tension d'alimentation aux bornes du primaire;

$r_1, r_2, \lambda_1, \lambda_2$  les résistances vectorielles et les self-inductions *cycliques* des deux enroulements, calculés comme je l'ai indiqué;

$M$  leur coefficient d'induction mutuelle *cyclique*;

$T$  la durée d'une période des courants primaires (avec  $\Omega = \frac{2\pi}{T}$ );

$\omega$  la vitesse angulaire relative du primaire et du secondaire, supposés amenés à la forme bipolaire.

» Les flux primaires et secondaires  $\Phi_1$  et  $\Phi_2$  (*fig. 1*) se composeront suivant la règle du parallélogramme pour donner le flux résultant  $\mathcal{F}$ , et celui-ci donnera naissance dans le primaire et le secondaire à deux forces électro-motrices induites vectorielles  $E_1$  et  $E_2$ , décalées de  $\frac{\pi}{2}$  par rapport à  $\mathcal{F}$ . Comme l'induit est fermé en court circuit, le courant  $I_2$  et par suite  $\Phi_2$  seront en coïncidence de phase avec  $E_2$ ; le triangle  $Ofd$  sera donc rectangle en  $d$ .

(1) *Comptes rendus*, séance du 19 février 1894.

(2) Elle s'applique aussi lorsque les courants polyphasés sont des *courants de Foucault*.

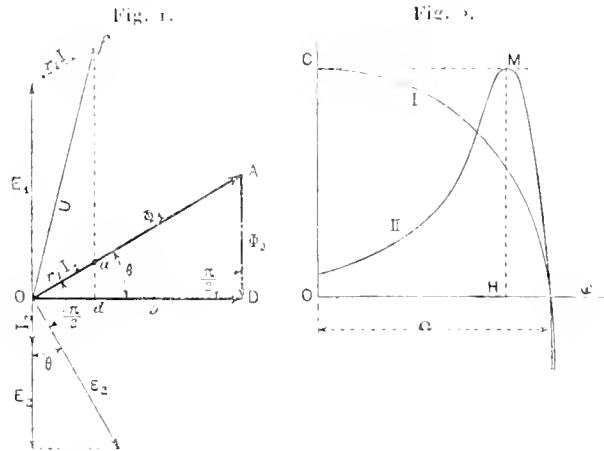
» La force électro-motrice vectorielle induite par  $\Phi_1$  tout seul serait représentée par un vecteur  $\mathfrak{E}_2$  décalé de  $\frac{\pi}{2}$  en arrière de  $\Phi_1$ .

» Puisque le calcul des courants vectoriels se fait purement et simplement comme celui de courants alternatifs ordinaires, on peut écrire immédiatement les expressions de  $\mathfrak{E}_2$  et  $E_2$

$$(1) \quad \mathfrak{E}_2 = M(\Omega - \omega)I_1, \quad E_2 = \mathfrak{E}_2 \cos\theta,$$

et du courant secondaire

$$(2) \quad I_2 = \frac{E_2}{r_2} = \frac{M(\Omega - \omega)}{r_2} I_1 \cos\theta, \quad \text{en posant} \quad \tan\theta = (\Omega - \omega) \frac{\lambda_2}{r_2}.$$



» La puissance  $P_r$  nécessaire pour donner aux deux parties de la machine la vitesse relative  $(\Omega - \omega)$  est, par conséquent,

$$(3) \quad P_r = \mathfrak{E}_2 I_2 \cos\theta = \frac{1}{r_2} [(\Omega - \omega) M I_1 \cos\theta]^2.$$

» Le couple moteur s'obtient en divisant cette puissance par la vitesse relative  $(\Omega - \omega)$ . D'où

$$(4) \quad C = (\Omega - \omega) M^2 I_1^2 \frac{\cos^2\theta}{r_2} = \frac{(\Omega - \omega) r_2}{r_2^2 + (\Omega - \omega)^2 \lambda_2^2} M^2 I_1^2.$$

formule qui ne diffère de celle donnée par MM. Hutin et Leblanc dans un cas particulier <sup>(1)</sup> que par le sens et la généralité plus grande des symboles.

(1) Voir *Comptes rendus*, 1890.

» Les expressions (2), (4), qui permettent de calculer  $I_2$  et  $C$  en fonction de  $I_1$ , ne donnent cependant la solution de la question que dans le cas exceptionnel d'une alimentation à intensité constante. Mais, habituellement, la véritable donnée du problème doit être la différence de potentiel constante aux bornes du primaire  $U$ . Il faut donc exprimer  $I_1$  en fonction de  $U$  et de la vitesse  $\omega$ .

» Or  $U$  est la résultante de la force contre-électromotrice du primaire  $E_1$  et de la différence de potentiel  $r_1 I_1$ , absorbée par la résistance  $r_1$  de l'enroulement et symphasique au flux  $\Phi_1$ . On a donc, dans le triangle rectangle  $O/d$  (*fig. 1*) (1),

$$U^2 = (E_1 - r_1 I_1 \sin \theta)^2 + (r_1 I_1 \cos \theta)^2.$$

» La force électromotrice  $E_1$ , produite par le flux résultant  $\mathcal{F} = \Phi_1 \cos \theta$ , s'obtient immédiatement en multipliant par  $\cos \theta$  la force électromotrice induite par le flux  $\Phi_1$ , c'est-à-dire la force électromotrice de self-induction  $\Omega \lambda_1 I_1$ .

» On a ainsi

$$(5) \quad E_1 = \Omega \lambda_1 I_1 \cos \theta,$$

d'où, en substituant,

$$U^2 = r_1 I_1^2 \cos^2 \theta \left[ 1 + \left( \frac{\Omega \lambda_1}{r_1} + \tan \theta \right)^2 \right] \quad (2).$$

» En remplaçant  $\theta$  par sa valeur, on tire de là

$$(6) \quad I_1^2 = U^2 \frac{1 + \left[ (\Omega - \omega) \frac{\lambda_2}{r_2} \right]^2}{1 + \left[ (\Omega - \omega) \frac{\lambda_2}{r_2} + \Omega \frac{\lambda_1}{r_1} \right]^2},$$

et, par suite, en vertu de (4),

$$(7) \quad C = \frac{M^2 U^2}{\lambda_2} \frac{(\Omega - \omega) \frac{\lambda_2}{r_2}}{1 + \left[ (\Omega - \omega) \frac{\lambda_2}{r_2} + \Omega \frac{\lambda_1}{r_1} \right]^2}.$$

(1) Cette équation montre que la courbe lieu du point  $a$  sur la *fig. 1* serait une ellipse.

(2) Si l'on veut tenir compte des fuites, le calcul précédent n'est plus rigoureux; mais, en l'absence de tout moyen de calculer  $\tau$ , il n'y aurait pas grand intérêt à compliquer davantage les formules.

» S'il n'y a pas de fuites, comme nous l'avons admis,  $\frac{M^2}{\lambda_2}$  est égal à  $\lambda_1$ ; sinon on devra poser

$$\frac{M^2}{\lambda_2} = (1 - \sigma)\lambda_1,$$

$\sigma$  étant un coefficient inconnu, variable avec la charge du moteur.

» Les expressions (1), (2), (4), (5), (6), (7) résument, sous la forme la plus élémentaire, les principales propriétés des moteurs asynchrones et suffisent pour permettre d'interpréter par une discussion facile leur mode de fonctionnement. Dans ce but, une courbe représentative du couple C peut être construite soit en coordonnées polaires en fonction de  $\theta$ , soit en coordonnées rectangulaires de  $\omega$ . On constate ainsi que, suivant que  $\frac{\lambda_2}{r_2}$  est  $>$  ou  $<$   $\frac{\lambda_1}{r_1}$ , la variation du couple en fonction de la vitesse se rapprochera de l'une des deux formes I ou II représentées sur la *fig. 2* : suivant la construction du secondaire, le moteur peut donc ou ne peut pas démarrer sous charge, le couple maximum conservant cependant la même valeur.

» Enfin, on remarquera que les équations (2) et (4) sont exactement les mêmes que celles qu'on obtiendrait pour l'intensité secondaire et la puissance d'un transformateur à courants alternatifs simples, dont la résistance secondaire aurait pour valeur  $\frac{r_2}{1 - \frac{\omega}{\Omega}}$ ; l'analogie entre les deux

sortes d'appareils se trouve ainsi nettement établie. La *fig. 1* ne diffère pas non plus du graphique applicable aux transformateurs ordinaires, mais les vecteurs sont des vecteurs *tournants* et non *alternatifs*. »

OPTIQUE. — *Sur un nouvel appareil dit monochromatoscope.*

Note de M. MAURICE DE THIERRY, présentée par M. Cornu.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil que j'ai imaginé, destiné à l'étude de la couleur propre des corps et permettant d'observer avec la plus grande facilité les substances pulvérulentes ou pulvérisées dans une couleur simple déterminée.

» Cet appareil, que j'appellerai *monochromatoscope*, se compose, comme le montre la *fig. 1*, d'une petite chambre métallique de forme cubique, de 45<sup>mm</sup> de côté, dont quatre des faces sont percées d'ouvertures dans lesquelles sont fixés quatre tubes.

» L'un de ces tubes (A), qui est fileté, est muni d'une lentille plan-convexe; l'autre (C) sert de soutien à la platine porte-objet, formée de deux miroirs mobiles et superposés, l'un argenté, l'autre noir; enfin les deux autres tubes (D et E) supportent un oculaire achromatique que l'on peut mettre à volonté soit en (D), soit en (E), et remplacer par un obturateur. Derrière la lentille (A) se trouvent deux petits volets mobiles V et V' qui limitent une ouverture rectangulaire de largeur variable et de 1<sup>mm</sup> de hauteur.

Fig. 1.

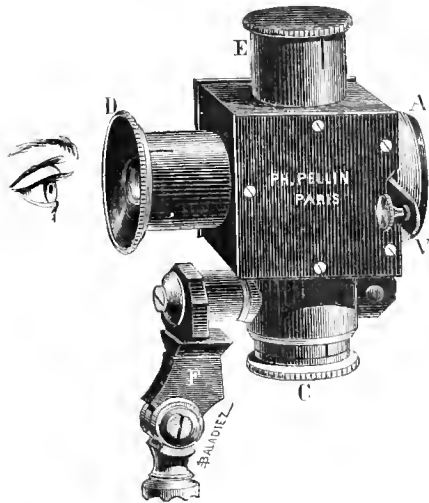
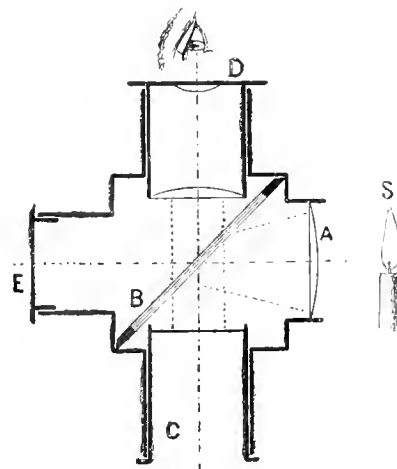


Fig. 2.



» Un oculaire-éclairage (1) de M. Cornu (B) *fig. 2*, composé de quatre glaces extrêmement minces, parfaitement transparentes, simplement superposées et maintenues à l'aide de deux petites pinces, est posé diagonalement dans la chambre métallique; il permet à la fois d'éclairer le corps à examiner et de l'observer.

» L'appareil peut à volonté, soit s'adapter, à l'aide du tube fileté (A), sur un spectroscopie quelconque, soit à l'aide d'un collier à vis sur un support spécial (F). Pour observer un corps solide, il est préférable de le pulvériser finement; on met alors la poudre obtenue sur la glace du porte-objet. La lentille oculaire (D) étant dans le tube horizontal, on fait glisser les petits volets de façon à ne laisser passer qu'un rayon lumineux de couleur déterminée, le rouge, par exemple. Ceci fait, on transporte l'oculaire dans le tube vertical, on met l'obturateur à sa place et l'on regarde la matière pulvérisée dans le rayon rouge.

» Si l'on préfère opérer sans spectroscopie avec la lumière monochromatique soit du sodium, soit du strontium, on met le *monochromatoscope* sur son support et on éclaire directement.

» Avec cet appareil, j'ai commencé l'étude si intéressante de la couleur

(1) Compte rendu du Congrès tenu à Besançon par l'Association française pour l'avancement des Sciences.

latente des corps, indiquée autrefois par Govi <sup>(1)</sup> et je l'applique à l'analyse des poudres métalliques et organiques par voie optique, ainsi qu'à la recherche des falsifications de certaines substances alimentaires et pharmaceutiques. En effet, des corps tels que : l'iodure mercurique et le vermillon, qui à la lumière solaire ont des couleurs presque semblables, diffèrent absolument dans un rayon déterminé qui permet de voir non plus les couleurs apparentes de ces corps, mais leurs couleurs propres.

» Dans une prochaine Note, je reviendrai sur les applications de cet instrument et je ferai connaître le résultat des différentes recherches que je poursuis en ce moment <sup>(2)</sup> ».

CHIMIE. — *Sur la loi générale de solubilité des corps normaux.* Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

« J'ai donné antérieurement, pour représenter la loi de solubilité des sels dans l'eau, la formule approchée suivante qui n'est applicable qu'aux solutions diluées :

$$0,002\delta \frac{ds}{s} + \frac{L dt}{T^2} = 0,$$

dans laquelle  $\delta$  représente l'abaissement proportionnel de la tension de vapeur de l'eau en fonction de l'accroissement de solubilité. Cette formule a été l'objet de nombreuses vérifications expérimentales de la part de MM. Van t'Hoff, Van Deventer, Lindeberger, etc. Le mode de raisonnement suivi pour établir cette formule peut s'appliquer à des concentrations quelconques, pourvu que l'on connaisse au préalable la loi complète d'abaissement de leur tension de vapeur. Mais la complication des phénomènes relatifs aux solutions aqueuses m'avait détourné de poursuivre cette étude.

» La distinction récemment établie par M. Ramsay entre les liquides à poids moléculaires normaux et les liquides anormaux m'a engagé à revenir sur ce sujet. L'objet de cette Note est de montrer que la formule rappelée ici s'applique dans le cas des corps normaux aussi bien aux solutions très concentrées qu'aux solutions très diluées, ce qui permet de supposer qu'elle ne s'écarte pas beaucoup de la vérité pour les solutions moyennes, à condition cependant de définir le coefficient de solubilité  $s$  par le nombre

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, séance du 15 octobre 1888, p. 609.

<sup>(2)</sup> Je me fais ici un devoir de remercier l'ingénieur Ph. Pellin pour son précieux concours et pour le soin tout particulier qu'il a apporté dans la construction de mon appareil.

de molécules du corps dissous contenu dans une molécule de mélange.

» Je reprendrai la démonstration que j'avais donnée autrefois, en modifiant seulement un peu l'ordre suivi; j'avais eu le tort, comme l'ont fait remarquer depuis MM. Van der Waals et Bakkhuis Roozeboom, d'introduire, dès le début des calculs, la loi d'abaissement des tensions de vapeur; il est préférable de le faire seulement à la fin, parce que cela permet de mieux se rendre compte de l'influence des incertitudes de cette loi sur l'exactitude de la formule obtenue.

» Soit donc une dissolution de deux corps au contact d'un excès de l'un d'eux à l'état solide, c'est-à-dire une dissolution saturée de ce corps; pour désigner ces deux corps, j'appellerai le corps qui est à saturation corps *dissous*, et le second *dissolvant*, bien que dans la dissolution les rôles de l'un et de l'autre soient absolument symétriques.

» Soient  $f$  la tension de vapeur du corps dissous émis par la dissolution,  $\zeta$  celle du dissolvant et  $F$ ,  $\Phi$  les tensions de chacun de ces corps pris isolément à l'état fondu.

» Soient  $s$  la concentration dans la dissolution du corps dissous définie par le nombre des molécules de ce corps contenu dans une molécule de mélange et  $1 - s$  celle du dissolvant.

» Soit  $L$  la chaleur latente de dissolution d'une molécule du corps dissous dans un grand excès de la dissolution prise au voisinage du point de saturation.

» J'appliquerai l'artifice de raisonnement dû à M. Van t'Hoff qui consiste à faire intervenir une membrane semiperméable de manière à pouvoir séparer par vaporisation l'un ou l'autre des corps de la dissolution.

» 1° *Corps dissous*. — La tension de sa vapeur émise par la dissolution est fonction de la température et de la concentration

$$df = \frac{df}{ds} ds + \frac{df}{dt} dt.$$

» Elle est en outre égale, puisque la dissolution est saturée, à celle du corps solide avec lequel elle est en équilibre. La variation entre la température de cette tension de vapeur et celle de la solution à concentration constante sont données par les formules connues

$$0,002 \frac{df}{f} + \frac{Q dt}{t^2} = 0,$$

$$0,002 \frac{1}{f} \frac{df}{dt} dt + \frac{Q-L}{t^2} dt = 0$$

qui retranchées membre à membre donnent

$$(1) \quad 0,002 \frac{1}{f} \frac{df}{ds} ds + L \frac{L dt}{t^2} = 0.$$

» 2<sup>o</sup> *Dissolvant*. — On a de même

$$dz = \frac{dz}{ds} ds + \frac{dz}{dt} dt.$$

Avec la relation pour la dissolution maintenue saturée

$$0,002(1-s) \frac{dz}{z} + \frac{(1-s)Q}{t^2} - \frac{sL}{t^2} dt = 0,$$

et pour la solution à concentration constante

$$0,002(1-s) \frac{1}{z} \frac{dz}{dt} dt + \frac{(1-s)Q}{t^2} dt = 0,$$

qui retranchées membre à membre donnent

$$(2) \quad 0,002(1-s) \frac{1}{z} \frac{dz}{ds} ds - \frac{sL}{t^2} dt = 0.$$

» Il ne reste plus qu'à remplacer indifféremment dans l'équation (1) ou dans l'équation (2)  $\frac{1}{f} \frac{df}{ds}$  ou  $\frac{1}{z} \frac{dz}{ds}$  par leurs valeurs. En généralisant à tous les corps normaux la relation établie par M. Raoult pour l'un deux, l'éther ordinaire, on a

» 1<sup>o</sup> Pour les solutions diluées  $s < 0,2$ ,

$$\frac{f}{F} = s, \quad \text{et, par suite,} \quad \frac{1}{f} \frac{df}{ds} = \frac{ds}{s};$$

» 2<sup>o</sup> Pour les solutions concentrées  $s > 0,8$ ,

$$\frac{z}{\Phi} = (1-s), \quad \text{et, par suite,} \quad \frac{1}{z} \frac{dz}{ds} = -\frac{ds}{1-s}.$$

» En tenant compte de ces valeurs, les équations (1) et (2) se réduisent à

$$(3) \quad 0,002 \frac{ds}{s} + \frac{L dt}{t^2} = 0,$$

qui est également exacte, des solutions diluées et des solutions concentrées, mais dont l'application aux solutions de concentration intermédiaires entre 0,2 et 0,08 ne serait pas justifiée dans tous les cas.

» Si l'on suppose dans une première approximation que la chaleur latente de dissolution soit indépendante de la température et de la concentration, c'est-à-dire soit égale à la chaleur de fusion du corps dissous,



cette équation peut être immédiatement intégrée et donne :

$$0,002 \text{ Log nép. } s - \frac{L}{t} + \frac{L}{t_0} = 0,$$

en appelant  $t_0$  le point de fusion du corps considéré.

» Cette formule conduit à cette conséquence intéressante que *la courbe normale de solubilité d'un corps donné serait la même dans tous les dissolvants* parce que dans l'équation il n'y a aucun terme relatif au dissolvant. En réalité, la chaleur latente de dissolution n'est pas constante et varie un peu avec la nature du dissolvant. La courbe définie par cette équation n'est donc qu'une courbe limite autour de laquelle devront se grouper les courbes réelles de solubilité dans les différents dissolvants.

» La forme générale de cette courbe est la suivante. Elle est comprise entre deux asymptotes parallèles : l'axe des températures vers les températures nulles et l'ordonnée  $s = \frac{L}{t_0}$  vers les températures infinies. Dans l'intervalle il y aura un point d'inflexion autour duquel la courbe sera sur une certaine longueur rectiligne. »

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau compteur densivolumétrique à liquides.* Note de M. **LOUIS BEDOUT**, présentée par M. Schützenberger.

« I. L'emploi des appareils ordinaires de mesurage pour les liquides donne lieu à des erreurs fréquentes, causées par inattention ou fraude.

» J'ai pensé qu'il pouvait être intéressant d'obtenir automatiquement ces mesures, d'une façon continue, en les totalisant et en prélevant un échantillon constant sur chaque unité, multiple ou sous-multiple.

» Pour cela, avec une balance Béranger, je décompose la masse liquide en une série de pesées. A l'aide d'une disposition automatique quelconque, j'opère sur chaque pesée une prise d'échantillon déterminé. Ces prises sont centralisées dans un réservoir spécial appelé *totaliseur*, à la disposition de l'opérateur.

» *Compteur à poids.* — En m'appuyant sur ce principe, j'ai construit un *compteur à poids* qui se divise en quatre parties principales (voir *fig. 5*).

» 1° Un réservoir distributeur G dans lequel l'orifice du serpent S déverse le liquide à mesurer;

» 2° Une balance Béranger B, dont les plateaux sont surmontés, l'un d'un poids  $b$ , l'autre d'un vase culbuteur  $b'$  qui s'équilibrent exactement;

» 3<sup>o</sup> Un réservoir totaliseur E isolé à l'abri des chocs ;

» 4<sup>o</sup> Une boîte à doubles parois emmagasine les trois éléments ci-dessus.

» Je suppose pour la description que l'appareil est adapté à un alambic. Le liquide amené par le serpentif S dans le réservoir distributeur A, à base inclinée, traverse le filtre F, qui recouvre toute sa surface, et vient, par l'entremise d'un clapet *r*, s'écouler dans le culbuteur *b'*.

» Ce vase à losange aura pour capacité, de chacun de ces récipients, 1<sup>lit</sup>,5 et sera équilibré vide par le poids de 1<sup>kg</sup>.

» 1<sup>kg</sup> de liquide a coulé dans le déverseur *b'*, l'équilibre se produit: ce plateau culbute sous l'action du marteau P. La paroi médiane qui divise le déverseur en deux vases de capacité égale, coupe instantanément le jet, qui coule alors dans la partie symétrique, tandis que la balance allégée retombe du côté du poids et ainsi de suite.

» Le clapet *r*, mû par le jeu de la balance, a pour fonction d'amener à toutes les pesées un jet constant, quel que soit le débit, pendant le court intervalle qui précède l'équilibre, de telle façon que la chute de la colonne liquide n'influe en rien sur le poids réel de liquide contenu dans le vase.

» Un frein à palettes ralentit les chutes du culbuteur *b'*. Un cadran à roues dentées G, actionné par le marteau, enregistre le nombre de pesées.

» Enfin, dans le but d'obtenir un contrôle souvent précieux, le culbuteur *b'*, sur un de ses côtés, est muni d'une petite chambre P' appelée *chambre de jauge* (fig. 4). Son rôle est d'emprunter à chaque pesée une quantité donnée de liquide,  $\frac{1}{500}$  par exemple et d'amener ce témoin de densité dans le réservoir totaliseur E. La chambre de jauge P' s'emplit en même temps que le culbuteur, à l'aide d'un petit trou, ménagé dans sa paroi.

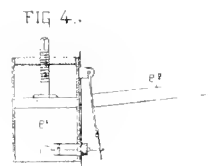
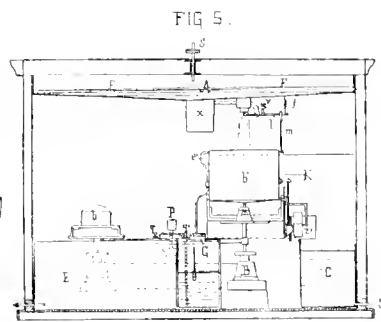
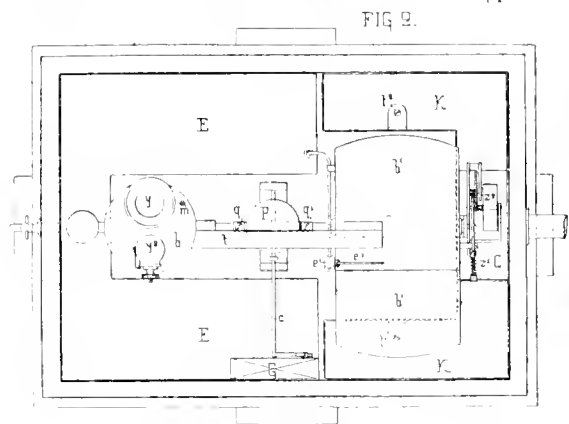
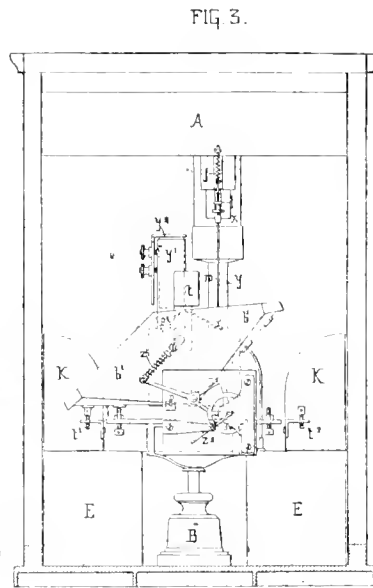
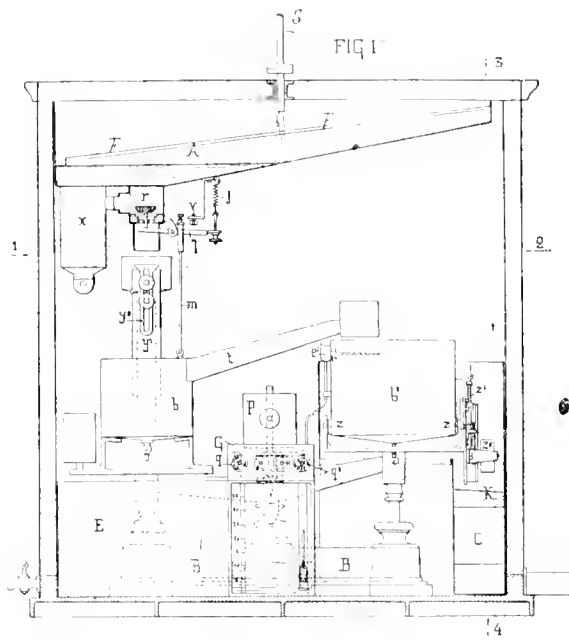
» Le cadran indiquant le poids de la masse distillée, le totaliseur renfermant une fraction constante de chacune des portions du liquide qui a traversé l'appareil, il est évident que le contenu du totaliseur représentera la composition moyenne de tout le liquide soumis à l'expérience, d'où l'on déduira au besoin facilement le volume.

» *Compteur à volume.* — Le *compteur à poids constants* que l'on vient de décrire peut aisément se transformer en un *compteur à volume constant*. Pour cela, il suffira de remplacer le poids par un vase *b* de volume connu, un litre par exemple (voir fig. 1, 2, 3).

» ASSOCIATION DES DEUX COMPTEURS. — Si l'on envisage tour à tour le compteur à *poids constant*, et le compteur à *volume constant*, on sera amené à les accoupler l'un à l'autre, de façon que le même liquide traverse simultanément leurs organes.

» Connaissant l'unité de poids de l'un, l'unité de volume de l'autre, il deviendra facile par un simple contact alternatif, pris sur un point quelconque des deux balances, de fixer, à l'aide d'un enregistreur, le double diagramme horaire des poids et des volumes de la masse distillée.

» D'autre part, le quotient de ces deux nombres représente la densité du produit obtenu. Or cette même donnée étant fournie par le totalisa-



LEGENDE.

A, Réservoir distributeur. B, Balance. C, Distributeur de sortie. E, Totaliseur. F, Filtre. G, Cadran. K, Entonnoirs du culbuteur. P, Marteau. P<sup>1</sup>, Chambre de jauge. P<sup>2</sup>, Flotteur à niveau. S, Serpentin. b, Vase-tare ou poids-tare. b', Culbuteur. j, Ressort du clapet. l, Levier du clapet. m, Commande du clapet. q, q', Taquets du marteau. r, Clapet. t, Col de cygne du vase-tare. x, Purgeur. y, Doseur. y', Col d'amenée vase-tare. z, Axe du culbuteur.

teur, l'appareil porte en lui-même le contrôle de son fonctionnement.

» APPLICATIONS. — Dans une foule de cas où, dans les laboratoires, la connaissance simultanée du poids, du volume et de la densité d'un liquide sont nécessaires, cet appareil trouvera son utilité, surtout si le liquide à mesurer est de manipulation dangereuse, comme l'éther, l'alcool, l'essence de pétrole, etc.

» J'ajoute que cet instrument n'est pas lié à une dimension spéciale ; mais qu'il peut, bien au contraire, affecter dans ses dimensions les proportions les plus favorables au mesurage automatique continu de la production des plus petits, comme des plus grands rectificateurs connus.

» EXPÉRIENCES. — Dans le courant de décembre 1892, j'ai assisté à des expériences faites dans une grande distillerie du centre de la France. Le rectificateur avait un débit moyen de 8<sup>lit</sup> à l'heure. A tous les débits, l'appareil, pendant que j'étais là, accusa des données qui, contrôlées par le dépotage à l'eau, ne s'écartaient guère d'un centilitre par 100<sup>lit</sup>. »

CHIMIE. — *Sur le poids moléculaire du perchlorure de fer.* Note de M. P.-Th. MULLER, présentée par M. Friedel.

« La densité de vapeur du perchlorure de fer, constante entre 320° et 440°, ainsi que l'ont démontré MM. Friedel et Crafts (1), correspond à la molécule Fe<sup>2</sup>Cl<sup>6</sup>. Aux températures supérieures à 440°, le produit se décompose partiellement en chlorure ferreux et chlore libre (2). Il n'est donc pas possible, en prenant la densité de vapeur du chlorure ferrique, de décider si ce corps se comporte comme le chlorure d'aluminium, c'est-à-dire si la molécule Fe<sup>2</sup>Cl<sup>6</sup> se scinde peu à peu en deux molécules FeCl<sup>3</sup>, ou, en un mot, s'il existe une température où le fer peut être considéré comme nettement trivalent.

» Le perchlorure de fer anhydre étant soluble dans l'alcool absolu et dans l'éther anhydre, il m'a paru intéressant de déterminer son poids moléculaire au sein de ces dissolvants, par la méthode ébullioscopique de M. Raoult. Les calculs ont été faits en suivant la marche indiquée par

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 301; 1888.

(2) A. MEYER et W. GRUNEWALD, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXI, p. 687; 1888.

M. Beckmann (1), c'est-à-dire en appliquant la formule d'Arrhenius relative à l'élévation moléculaire du point d'ébullition (2).

» Le perchlorure de fer était sublimé; il ne renfermait que de minimes quantités de peroxyde, ce qui n'influe pas sur le point d'ébullition. Après chaque expérience, on étendait le liquide à un volume connu et on y dosait le chlore au moyen d'une liqueur titrée d'argent. C'est de cette façon qu'on a déterminé les poids de perchlorure qui permettent de calculer le poids moléculaire. Nous avons vérifié du reste, par un dosage direct du fer, que la solution renfermait bien des poids de chlore et de fer correspondant à la composition du perchlorure. Dans aucun cas nous n'avons constaté de coloration bleue en présence du ferricyanure.

» Dans ce qui suit, P désigne le poids de perchlorure dissous dans 100<sup>gr</sup> d'alcool ou d'éther, E l'élévation du point d'ébullition, M le poids moléculaire donné par l'expression  $M = \frac{KP}{E}$ ; K est une constante égale à 11,5 pour l'alcool, à 21,1 pour l'éther (3).

*Dissolutions faites dans l'alcool absolu.*

Poids		P.	E.	M.
de l'alcool.	de la substance.			
23,845 <sup>gr</sup>	0,682 <sup>gr</sup>	2,860	0,31	156,6
20,931	0,925	4,416	0,31	163,8
26,619	1,745	6,556	0,47	160,4
25,538	2,578	10,132	0,72	161,85
Théorie pour FeCl <sup>3</sup> .....				162,5
» Fe <sup>2</sup> Cl <sup>6</sup> .....				325

» D'après ces nombres, la molécule Fe<sup>2</sup>Cl<sup>6</sup> se dédouble nettement dans l'alcool bouillant en deux molécules simples FeCl<sup>3</sup>.

(1) *Phys. Chem.*, t. IV, p. 539; 1889.

(2) *Ibid.*, p. 550.

(3) BECKMANN, *Phys. Chem.*, t. VI, p. 451 et 456; 1890.

*Dissolutions faites dans l'éther anhydre.*

Poids		P.	L.	M.
de l'éther.	de la substance.			
<sup>gr</sup> 27,77	<sup>gr</sup> 3,184	11,467	1,21	200
28,00	1,9558	6,985	0,86	171,3
26,56	0,7673	2,888	0,42	145
17,50	0,5516	2,006	0,28	151,1

» Ici, comme dans beaucoup de cas, le poids moléculaire diminue en même temps que la dilution augmente; les molécules doubles  $\text{Fe}^2\text{Cl}^6$  se scindent peu à peu en molécules simples  $\text{FeCl}^3$ .

» En résumé, dans l'alcool et l'éther bouillants la molécule de perchlore de fer répond à la formule  $\text{FeCl}^3$ ; l'allure de ce corps est comparable à celle de l'acide acétique, dont la vapeur, à  $130^\circ$ , par exemple, renferme un grand nombre de molécules doubles, et qui néanmoins, à  $0^\circ$ , au sein de l'eau possède une molécule simple.

» Je me propose d'étudier de la même façon un certain nombre d'autres sels ferriques (<sup>1</sup>). »

CHIMIE. — *Sur la composition et la chaleur de formation de l'hydrate de protoxyde d'azote.* Note de M. VILLARD (<sup>2</sup>).

« J'ai fait connaître en 1888 (<sup>3</sup>) l'existence de ce composé, dont j'ai repris depuis l'étude détaillée.

» Après divers essais, j'ai reconnu que l'absorption du gaz par l'eau n'avait une durée suffisamment limitée que si le protoxyde d'azote était liquéfié; même alors, elle demande plusieurs jours pour être complète.

» J'ai formé l'hydrate dans un tube en cristal épais, de 8<sup>mm</sup> à 10<sup>mm</sup> de diamètre intérieur, scellé, contenant un poids d'eau connu, du protoxyde liquéfié, et du mercure pour permettre d'agiter. Après un séjour suffisant dans la glace, le tube est

(<sup>1</sup>) Institut chimique de Nancy (laboratoire de M. Haller).

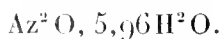
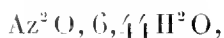
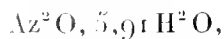
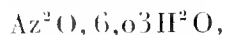
(<sup>2</sup>) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie à l'École Normale.

(<sup>3</sup>) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1601.

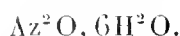
refroidi au-dessous de 0° et ouvert. Le gaz non combiné se dégage, mais dans ces conditions l'hydrate ne se décompose pas d'une façon sensible. Il suffit alors de réchauffer l'appareil pour que la décomposition se produise; le gaz obtenu est mesuré, et son poids est calculé au moyen de la densité admise pour le protoxyde d'azote.

» Cette expérience constitue en même temps une véritable préparation de gaz très pur, l'eau employée dégageant ainsi plus de 200 fois son volume de protoxyde d'azote.

» Cinq analyses m'ont donné des résultats conduisant aux formules



» Il est donc vraisemblable que la formule exacte serait



» Une expérience de contrôle m'a paru nécessaire pour justifier ce procédé d'analyse.

» J'ai formé l'hydrate dans un tube à deux branches, l'une étroite et graduée, l'autre large et recourbée à sa partie inférieure, permettant ainsi d'isoler l'eau par du mercure remplissant la courbure au début de l'expérience.

» Le protoxyde d'azote liquide enfermé dans l'appareil est d'abord réuni, par distillation, dans la branche graduée et mesuré, tout le tube étant à 0°. Cette mesure est répétée, une fois la réaction terminée, sur le gaz en excès. La connaissance des densités du liquide et de sa vapeur <sup>(1)</sup> permet d'établir la composition de l'hydrate, sans que celui-ci ait à aucun instant cessé d'être sous pression et à une température au moins égale à 0°. J'ai été conduit ainsi aux formules suivantes :



» L'étude thermo-chimique de ce composé a été faite dans le calorimètre Bunsen. Cet instrument permettait d'opérer sur peu de matière et de réaliser des expériences de longue durée; en outre, la capacité calorifique des tubes à réactions n'intervenait pas.

» La chaleur de formation de l'hydrate en partant du gaz dissous a été mesurée de la manière suivante : un tube épais de 15<sup>mm</sup> de diamètre intérieur, en cristal, pro-

(<sup>1</sup>) CAILLETET et MATTHIAS, *Comptes rendus*, t. CII, p. 1202.

longé par une tige capillaire qui sort du calorimètre, est presque entièrement rempli par un poids connu d'eau et un peu de mercure servant d'agitateur. Cette eau est saturée de gaz vers 20 ou 22 atmosphères, puis le tube est fermé et mis en place. L'équilibre de température établi, le sommet de la tige est refroidi au-dessous de 0°; l'hydrate se forme sur la paroi intérieure mouillée du verre, et la cristallisation se propageant atteint la dissolution, qui se partage rapidement en hydrate solide et solution saturée sous la tension de dissociation à 0°; un calcul très simple indique la proportion d'hydrate formé, dont la chaleur de combinaison est ainsi obtenue.

» Le gaz contenu dans l'appareil est mesuré après l'expérience.

» Deux déterminations m'ont donné 77<sup>cal</sup>,84 et 77<sup>cal</sup>,76, ces quantités étant exprimées en petites calories et rapportées à 1<sup>er</sup> d'eau. On voit qu'elles diffèrent peu de la chaleur de fusion de la glace et lui sont un peu inférieures.

» J'ai mesuré directement la chaleur de dissolution, en laissant dégager le gaz contenu dans un tube analogue au précédent et renfermant de l'eau saturée vers 18<sup>atm</sup>. Une disposition particulière permettait de laisser au-dessus du liquide un espace libre pendant le dégagement, cet espace étant supprimé au début et à la fin de l'expérience. J'ai ainsi obtenu 141<sup>cal</sup>,3 pour 1<sup>er</sup> de gaz, soit 57<sup>cal</sup>,5 pour le poids de protoxyde combiné à 1<sup>er</sup> d'eau, et pour le poids moléculaire 44<sup>gr</sup>, 6<sup>cal</sup>,2 en grandes calories. C'est à peu près la chaleur de dissolution de l'acide carbonique.

» A titre de vérification, j'ai déterminé la chaleur de formation de l'hydrate en partant du protoxyde d'azote gazeux et de l'eau.

» Une quantité suffisante du composé était préparée dans un tube à moitié rempli d'eau, relié à un manomètre et à un robinet. L'appareil étant en place et la tension de dissociation établie, on laisse sortir environ 100<sup>cc</sup> de gaz que l'on mesure. Au bout d'une heure, la tension s'est rétablie; l'hydrate s'est décomposé en donnant du gaz et une solution saturée sous la tension de dissociation, sans sursaturation possible en présence de l'hydrate non détruit.

» Le terme correctif relatif au faible volume de gaz qui reste dissous, environ le 16<sup>ième</sup> du volume dégagé, se calcule aisément au moyen de la chaleur de dissolution.

» J'ai trouvé ainsi 139<sup>cal</sup>.

» L'ensemble des résultats sera donc :

Formation de l'hydrate par le gaz dissous (eau 1 <sup>er</sup> ).....	77,8 <sup>cal</sup>
Dissolution du gaz correspondant.....	57,5
Formation de l'hydrate en partant de l'eau et du gaz libre.	139

» Ce dernier nombre est voisin de la somme des deux précédents.

» J'ai fait également l'étude micrographique de ce corps, dans un petit appareil fermé par des glaces; les cristaux sont sans action sur la lumière



polarisée et présentent des pointements octaédriques très nets, visibles avec un faible grossissement : ils semblent donc appartenir au système régulier.

» Dans toutes ces expériences, j'ai employé un gaz extrêmement pur, dont j'ai l'intention de faire connaître prochainement quelques propriétés physiques, assez différentes de celles du gaz ordinaire, ainsi que le mode de préparation. »

CHIMIE. — *Sur les hypophosphates de thallium.* Note de M. A. Joly, présentée par M. Troost.

« Il y a quelques années, alors que j'étudiais l'acide hypophosphorique et les hypophosphates, j'avais préparé un certain nombre d'hypophosphates métalliques cristallisés et, en particulier, les sels de thallium. Le composé dithalleux, remarquable par la beauté de ses cristaux, a été examiné d'ailleurs, à cette époque, au point de vue cristallographique, par M. H. Dufet (*Bulletin de la Société minéralogique*, t. XI, p. 143; 1888). Je ne songerais pas à revenir sur ce sujet si, dans une publication plus récente, « Sur les hypophosphates métalliques », on n'avait précisément omis dans les descriptions celui des hypophosphates thalleux que l'on obtient régulièrement et en cristaux assez volumineux pour qu'il puisse difficilement passer inaperçu. Par cela même que le thallium peut être assimilé tantôt à un métal alcalin, tantôt au plomb, l'étude de ses sels présente toujours quelque intérêt; la décomposition par la chaleur des hypophosphates thalleux offre en effet quelques particularités dignes d'être relatées.

» *Hypophosphate dithalleux.* — Ce sel s'obtient en neutralisant *exactement* l'acide hypophosphorique par le carbonate de thallium en présence du *méthyl-orange*, ou encore par double décomposition entre le sulfate de thallium dissous dans l'eau bouillante et l'hypophosphate monobarytique. Le sel est beaucoup moins soluble à froid qu'à chaud et sa dissolution convenablement concentrée dépose, par un refroidissement lent, des cristaux incolores et transparents, très réfringents; ce sont des prismes clinorhombiques. Les cristaux sont anhydres et leur composition est celle d'un hypophosphate dithalleux  $P^2O^6H^2Tl^2$ . (Thallium : 71,64; 71,85; 71,92. Calculé : 71,80. Phosphore : 10,92. Calculé : 10,93.)

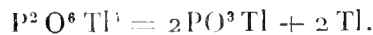
» Un peu au-dessous de 200°, le sel fond brusquement sans dégagement de gaz; repris par l'eau, il contient alors un produit réduisant le nitrate

d'argent, c'est-à-dire un phosphite; si l'on élève la température au-dessus de 200°, on observe un dégagement d'hydrogène phosphoré. La décomposition de l'hypophosphate dithalleux est analogue en somme à celle que l'on observe avec les sels alcalins.

» *Hypophosphate tétrathalleux.* — L'hypophosphate  $P^2O^6Tl^4$  est à peine soluble dans l'eau froide. Lorsqu'on mélange deux dissolutions bouillantes de sulfate de thallium et d'hypophosphate disodique en proportions calculées, ce sel se dépose par le refroidissement de la liqueur, en petites aiguilles très fines, soyeuses, incolores. Le sel est purifié par des lavages à l'eau froide et une cristallisation dans l'eau bouillante.

» Les cristaux sont anhydres et correspondent exactement à la formule  $P^2O^6Tl^4$  (thallium : 83,6g; calculé : 83,78).

» Chauffé vers 250°, le sel se liquéfie brusquement avec dégagement de chaleur, sans éprouver de perte. La masse fondue est noire; elle contient alors des globules de thallium métallique fondu en suspension dans un métaphosphate :



» Si le sel a été débarrassé de toute trace d'humidité et s'il est libre de tout mélange avec le sel dithalleux, aucun gaz ne se dégage et l'on ne perçoit pas l'odeur d'hydrogène phosphoré; la transformation s'effectue d'ailleurs sans changement de poids et elle est analogue à celle que l'on observe avec le sel d'argent.

» L'hypophosphate tétrathalleux éprouve, sous l'action de la lumière solaire directe, une modification singulière; il devient bleu-indigo comme si la même transformation que ce sel éprouve par la chaleur s'effectuait dans ces conditions. Il est difficile cependant d'affirmer qu'il en est ainsi, car la transformation n'est que superficielle. »

MÉTALLURGIE. — *Sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. F. OSMOXD, présentée par M. Troost.

« A propos d'une Note présentée sous le même titre par M. L. Hartmann, à la séance du 5 mars, je demande à l'Académie la permission de faire remarquer quelques points de contact entre les recherches de M. Hartmann et les miennes :

» 1<sup>o</sup> L'attaque facile des métaux écrouis par les acides a été signalée par M. Werth et moi (1) et attribuée par nous à deux causes : la première de ces causes, la multiplication des surfaces d'attaque par la dislocation du métal suivant les lignes de plus grande fatigue, est générale et évidente ; la seconde, particulière au fer et aux métaux de son groupe, est la formation partielle, sous l'influence de forces dépassant la limite élastique, d'une modification allotropique du fer. La réalité de cette modification est à la vérité discutée et discutable : elle s'appuie notamment sur nos essais calorimétriques (2) et sur la présence, dans la courbe des déformations par traction des fers et des aciers doux, d'un palier caractéristique que nous avons interprété dans ce sens dès 1886 (3) et dont M. Charpy a repris tout récemment l'étude (4) pour arriver à des conclusions semblables. M. Barus, de Washington, a aussi apporté à la même thèse le concours de nombreux travaux indépendants (5).

» Quoi qu'il en soit de l'explication théorique, le fait seul que les métaux écrouis s'attaquent beaucoup plus facilement que les mêmes métaux recuits conduisait naturellement à la méthode d'investigation adoptée par M. Hartmann et, dans un rapport présenté à la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction, rapport inconnu depuis plusieurs mois, mais qui n'a pas encore été distribué, je recommande aussi pour l'étude de la répartition des déformations permanentes l'usage des attaques par les acides combiné avec l'emploi du microscope.

» 2<sup>o</sup> L'existence de figures particulières d'attaque sur les aciers trempés a été remarquée par M. Werth et par moi (6).

» 3<sup>o</sup> J'ai aussi indiqué la formation dans l'acier, pendant le laminage à température relativement basse, de zones régulières alternativement compactes et poreuses qui sont encore accentuées par la trempe et j'ai donné la microphotographie d'une région ainsi organisée (7). Cette obser-

(1) *Théorie cellulaire des propriétés de l'acier* (*Annales des Mines*, 8<sup>e</sup> série, t. VIII, p. 46 et suiv.; 1885).

(2) Même Mémoire, p. 36 et suiv., et *Comptes rendus*, t. C, séance du 11 mai 1885.

(3) *Stahl und Eisen*, t. VI, p. 539 (août 1886), et *Lumière électrique*, t. XXXV, p. 428.

(4) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 850, et t. CXVIII, p. 418.

(5) Voir notamment : *Philosophical Mag.*, 5<sup>e</sup> série, t. XXXI, p. 9; 1891.

(6) *Théorie cellulaire*, p. 46.

(7) *Sur la Métallographie microscopique*. Rapport à la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction, p. 8, et *Microscopic Metallography* (*Chicago Congress*, 1893).

vation et les faits analogues rapportés par M. Hartmann pourraient être en relation avec la transmission vibratoire des forces et sont à rapprocher des études de M. Carus-Wilson, de Londres (1).

» Ces remarques n'enlèvent rien d'ailleurs à l'intérêt des recherches de M. Hartmann, qui a appliqué à l'étude des forces en action une méthode limitée antérieurement à celle des déformations résultantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide  $\beta$ -dibromopropionique (acide 3-dibromopropanoïque)*. Note de M. R. THOMAS-MAMERT, présentée par M. Troost.

« Dans le courant d'un travail, nous avons eu à préparer l'acide 3-dibromopropanoïque



» Comme cet acide n'est pas décrit encore, et comme il complète la série des acides dibromopropoïques connus



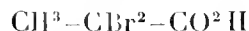
nous donnerons ses propriétés dans cette Note.

» *Préparation.* — Il s'obtient par l'action de l'acide bromhydrique fumant, à 100°, en tubes scellés, sur l'acide 3-bromopropanoïque ( $\beta$ -bromoacrylique), fondant à 115°



» Par dissolution dans la benzine, décoloration au noir animal, et évaporation lente du dissolvant, on l'obtient facilement en cristaux incolores superbes.

» *Propriétés.* — Cet acide fond à 71° (non corrigé). L'acide de M. Friedel



obtenu par bromuration directe fond à 61°. Celui de M. Tollens




---

(1) *Philosophical Mag.*, février 1890, p. 200, et juin 1890, p. 503; *Proc. of the Royal Soc.*, t. XLIX, p. 243.

provenant du dibromure de l'alcool allylique, fond à 51° où à 64° suivant la modification stable ou instable. Ce nouvel acide fondant à 71° est donc l'acide 3-dibromopropanoïque, le brome s'étant fixé lors de l'addition loin du groupe CO<sup>2</sup>H.

» L'action de la potasse alcoolique confirme cette constitution. On retombe en effet de nouveau sur l'acide β-bromacrylique fondant à 115°, par enlèvement de HBr. Or, dans ces enlèvements, c'est le brome en β qui part, ce qui exige donc dans l'acide dibromopropanoïque envisagé, deux bromes dans cette position β.

» Il cristallise dans le système orthorhombique. En voici la description cristallographique due à l'obligeance de M. F. Leteur.

» Les cristaux se rapportent à un prisme orthorhombique sur lequel on observe toujours les faces  $p^1$  et des facettes  $e^1$ . On trouve, en outre, tantôt les faces  $h^1$ , tantôt des faces  $a^1$ .

» Les cristaux observés présentent les deux combinaisons

$$pe^1h^1 \quad \text{et} \quad pe^1a^1.$$

» Par suite d'un développement incomplet, la pyramide quadrangulaire inférieure disparaît parfois presque complètement. Les cristaux prennent alors l'apparence de troncs de pyramide à base quadrangulaire

*Angles observés :*

$aa^1$	109°.20'
$pe^1$	137.30
$ee^1$	85
$pa^1$	109.27

» Rapport des axes :

$$a = b = c : 0,649 : 1 : 0,916 \text{ (}^1\text{). } »$$

ECONOMIE RURALE. — *De l'influence du mode de répartition des engrais sur leur utilisation par les plantes.* Note de M. A. PRUNET, présentée par M. Th. Schlœsing.

« Parmi les engrais, il en est, comme le nitrate de soude, qui sont des engrais voyageurs, toujours dissous, infiniment diffusibles. D'autres, comme

(<sup>1</sup>) Laboratoire de Recherches et d'Enseignement de la Sorbonne.

les engrais phosphatés et potassiques, sont des *engrais immobiles*; même fournis au sol sous une forme soluble, ils ne tardent pas à entrer dans des combinaisons qui les insolubilisent ou sont fixés par le pouvoir absorbant du sol.

» Le mode de répartition du nitrate de soude paraît indifférent; grâce à sa solubilité et à sa diffusibilité, il se répand peu à peu dans l'eau du sol et se porte avec elle au-devant des racines. Il est permis de croire, avec M. Th. Schlœsing, qu'il n'en est pas de même des engrais immobiles, dont l'utilisation paraît être subordonnée à leur rencontre par les racines.

» Quoiqu'il en soit, M. Th. Schlœsing (1) a, le premier, à la suite d'expériences comparatives fort concluantes faites dans deux cases de 2<sup>m</sup> de superficie renfermant chacune cinq cultures différentes, appelé l'attention des praticiens sur la nécessité de rechercher le mode de répartition de l'engrais le plus favorable à son utilisation.

» J'ai entrepris en 1893 des recherches plus en grand, dans cette voie nouvelle, les unes dans une terre forte de coteau, les autres dans une terre meuble de plaine; cette dernière avait une superficie d'un demi-hectare.

» 1000<sup>gr</sup> de terre fine contenaient :

	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.
Terre de coteau. . . . .	0,907	0,695	2,64	17
Terre de plaine. . . . .	1,02	0,954	1,83	2,67

» Les recherches de M. Schlœsing avaient porté sur le Pois, le Haricot, le Blé, la Pomme de terre, les Betteraves; pour diverses raisons, j'ai dû borner les miennes à une seule plante, la Pomme de terre.

» Chaque champ d'expériences fut divisé en trois parcelles. Les parcelles II et III reçurent un engrais comprenant à l'hectare 150<sup>kg</sup> de nitrate de soude, 150<sup>kg</sup> de sulfate de potasse et 300<sup>kg</sup> de superphosphate minéral. Dans les parcelles II, l'engrais fut soigneusement mélangé au sol et les tubercules plantés en billons. Dans les parcelles III, la terre fut billonnée, les tubercules placés au fond des billons, et à côté d'eux, sur une ligne parallèle, on répandit l'engrais; le tout fut recouvert. Les parcelles I, qui n'avaient pas reçu d'engrais, devaient servir de témoins.

» Les résultats obtenus peuvent se résumer dans le Tableau suivant :

(1) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 698 et 768; 1892.

		Rendement en tubercules à l'hectare.	100 <sup>kg</sup> de tubercules renfermant			Rendement à l'hectare en		
			Matière sèche.	Matière azotée.	Fécule.	Matière sèche.	Matière azotée.	Fécule.
		<sup>kg</sup>	<sup>kg</sup>	<sup>kg</sup>	<sup>kg</sup>	<sup>kg</sup>	<sup>kg</sup>	
Terre de coteau.	Parcelle I. .	15216	28,7	1,9	22,8	4367	289	3469
	» II. .	26540	25,2	2,52	19,4	5176	518	3985
	» III. .	23252	26,2	2,50	20,4	6092	581	4743
Terre de plaine.	Parcelle I. .	18350	29,6	2,02	23,7	5432	371	4349
	» II. .	21380	25,9	2,56	20,1	5537	547	4297
	» III. .	23150	27,2	2,53	21,4	6297	586	4954

» Des expériences de M. Schlœsing il ressort nettement que par localisation de l'engrais en lignes, il y a accroissement du poids sec des récoltes et que cet accroissement s'accompagne d'une absorption plus considérable des matières fertilisantes, azote, potasse, acide phosphorique. Me plaçant à un point de vue plus pratique, j'ai recherché quels sont, à l'hectare, les excédents en poids de tubercules, matières nutritives, substances azotées et fécule qui sont la conséquence de cette localisation.

	Excédents en tubercules.	Excédents en	
		Matière azotée.	Fécule.
	<sup>kg</sup>	<sup>kg</sup>	<sup>kg</sup>
Terre de plaine. . . . .	1770	39	657
Terre de coteau . . . . .	2712	63	758

» Pour les motifs indiqués plus haut, je crois, avec M. Schlœsing, que le nitrate de soude agit de la même façon dans les deux modes de répartition, mais qu'il en est probablement tout autrement des deux autres engrais. Sans doute, le sulfate de potasse est resté en partie dissous, mais en partie aussi a été fixé, principalement par l'humus; quant au superphosphate, il a pu être entièrement immobilisé par les bases du sol. Or, dans les parcelles où les principes fertilisants ont été aussi complètement disséminés que possible, les surfaces de contact des engrais potassique et phosphaté avec les éléments du sol étant énormes, leur immobilisation a été très rapide; dans celles qui les ont reçus en lignes, ces surfaces étant infiniment plus restreintes, leur insolubilisation a été plus lente. D'ailleurs, ainsi que j'ai pu le constater, les racines se sont surtout développées dans la région occupée par l'engrais qui de ce chef encore s'est trouvé plus complètement utilisé.

» On n'aura sans doute pas à redouter qu'un épuisement du sol ne soit

la conséquence de la surproduction qui accompagne la localisation de l'engrais, si cet engrais est choisi de façon à réparer les pertes du sol et non à mettre simplement en œuvre ses réserves en principes fertilisants. C'est-à-dire qu'une question de choix d'engrais et de mesure se lie à celle de la répartition.

» D'ailleurs, avec M. Schläsing, je crois que le problème a besoin d'être étudié dans ses divers détails, mais, comme lui, je pense qu'il en est peu d'aussi intéressants pour la pratique agricole. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles recherches sur la pathogénie du diabète pancréatique.* Note de M. M. KAUFMANN.

« Si l'on analyse comparativement les sangs artériel et veineux de la circulation générale sur des chiens à jeun, les uns normaux, les autres rendus hyperglycémiques et diabétiques par l'extirpation du pancréas ou par tout autre procédé, on arrive à cette conclusion que : *l'hyperglycémie reconnaît toujours pour cause un excès de production glycosique et non un arrêt ou un ralentissement de la dépense du sucre dans les vaisseaux capillaires* [A. Chauveau et M. Kaufmann (1)].

» Les résultats nouveaux que j'ai obtenus par la méthode de l'isolement du foie d'après le procédé de Bock et Hoffmann modifié par Seegen (2) confirment entièrement la conclusion précédente.

» On sait que sur des animaux normaux la suppression de la fonction du foie, soit par l'extirpation complète de la glande hépatique (Minkowski), soit par la ligature de ses vaisseaux (Bock et Hoffmann, Seegen, Hédon), amène une diminution rapide de la proportion de la glycose dans le sang de la circulation générale.

» Si, par les mêmes procédés, on supprime la fonction du foie chez des animaux diabétiques, on constate que le sucre de leur sang diminue dans la même proportion que chez les animaux normaux : preuve de la consommation normale du sucre dans les tissus des diabétiques.

» Tous les animaux auxquels j'ai appliqué le procédé d'isolement du foie étaient à jeun ; ils étaient immobilisés et insensibilisés par l'assomme-ment ou par la section de la moelle en avant de la région dorsale : cette

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, séances des 6 et 13 février 1893; *Mémoires de la Société de Biologie*, séance du 11 février 1893.

(2) SEEGEN, *La glycogénie animale*, traduction par L. HAUX, p. 168; Paris, 1890.



section de la moelle ne diminue pas, par elle-même, l'hyperglycémie chez les chiens diabétiques (A. Chauveau et M. Kaufmann); une fenêtre pratiquée du côté droit du thorax dans un espace intercostal permettait d'appliquer des ligatures bien serrées sur l'aorte et la veine cave postérieures dans l'espace compris entre le cœur et le diaphragme. L'ouverture du thorax nécessitait l'intervention de la respiration artificielle.

» Après l'application des ligatures, le foie ainsi que tous les organes placés en arrière sont privés de circulation, tandis que les parties antérieures de l'animal continuent à recevoir du sang qui ne peut plus emprunter de sucre au foie. Toutes les variations dans la teneur du sang en glycose ne peuvent donc être attribuées qu'à la seule activité des tissus dans lesquels la circulation est conservée.

» Voici le résumé des principales expériences :

» *Expérience I.* — Grosse chienne très vigoureuse, dans son état normal, à jeun; on l'assomme, on entretient la respiration artificielle, puis, par une fenêtre au thorax à droite, on lie l'aorte et la veine cave postérieures. Après soixante-dix minutes, on enlève les ligatures pour rétablir la circulation dans le train de derrière. A ce moment l'animal a perdu tous ses réflexes, mais le cœur bat encore bien.

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.
Au moment de la ligature des vaisseaux.....	1 <sup>gr</sup> ,219
Soixante-dix minutes après la ligature.....	0,500
Quinze minutes après l'enlèvement des ligatures.....	1,724

» Consommation de sucre en soixante-dix minutes 0<sup>gr</sup>,719, ce qui fait 0<sup>gr</sup>,618 par kilogramme de sang et par heure.

» Il est à remarquer que le rétablissement de la circulation dans le foie par l'enlèvement des ligatures a eu pour conséquence immédiate un relèvement énorme de la proportion du sucre dans le sang de la circulation générale. Dans l'espace de quinze minutes, le sang s'est enrichi de 1<sup>gr</sup>,224 de sucre par kilogramme.

» Dans trois expériences analogues exécutées par Seegen sur des chiens normaux curarisés, dont le premier était à jeun et les autres en digestion, la diminution du sucre du sang était, par heure et par kilogramme de sang, de 0<sup>gr</sup>,900, 1<sup>gr</sup>,380, 1<sup>gr</sup>,050.

» *Expérience II.* — Chien très vigoureux ayant subi l'ablation totale du pancréas depuis cinq heures. Assommement, respiration artificielle, ligature de l'aorte et de la veine cave postérieures.

	Glycose pour 1000 <sup>gr</sup> de sang.
Avant la ligature (sang artériel).....	2,174
Une heure après (sang artériel).....	1,298
Une heure après (sang pris en arrière de la ligature dans la veine cave postérieure).....	3,816
Consommation de sucre par kilogramme de sang et par heure.....	0,876
Excès de sucre dans le sang de la veine cave derrière la ligature.....	2,558

» *Expérience III.* — Chienne en bon état, à jeun, fortement diabétique, ayant subi l'ablation totale du pancréas depuis trois jours. Section de la moelle épinière entre la dernière cervicale et la première dorsale.

	Glycose pour 1000 <sup>gr</sup> de sang artériel.
Avant l'isolement du foie.....	3,450
Une heure après.....	2,509
Consommation de sucre par heure et par kilogramme de sang.....	0,941

» *Expérience IV.* — Chien privé de son pancréas depuis cinq jours, fortement diabétique. Section de la moelle en avant de la proéminente.

	Glycose pour 1000 <sup>gr</sup> de sang artériel.
Avant l'isolement du foie.....	3,538
Quarante minutes après.....	2,705
Perte de sucre par heure et par kilogramme.....	1,250

» *Expérience V.* — Chien dépancréatisé depuis trois jours, fortement glycosurique. Anesthésie par le chloroforme, puis section de la moelle en avant de la région dorsale.

	Glycose pour 1000 <sup>gr</sup> de sang artériel.
Avant la ligature des vaisseaux.....	2,760
Trente minutes après.....	2,300
Consommation de sucre par heure et par kilogr.....	0,920

» *Expérience VI.* — Chien ayant subi vingt jours auparavant la section des deux nerfs phréniques et dépancréatisé depuis cinq jours, fortement diabétique. Section de la moelle en avant de la proéminente sans anesthésie préalable.

	Glycose pour 1000 <sup>gr</sup> de sang.
Au moment de la ligature (sang jugulaire).....	3,018
Quarante-deux minutes après (sang jugulaire).....	2,857
Consommation de sucre par kilogramme de sang et par heure.....	0,230

» *Conclusions.* — 1° Chez les chiens diabétiques comme chez les chiens normaux, la suppression de la fonction du foie est constamment suivie d'une diminution de la proportion du sucre du sang.

» 2° Dans les cas d'hyperglycémie et de glycosurie pancréatiques, la consommation de la glycose dans les tissus se fait sensiblement avec la même activité que dans les cas de glycémie normale. La consommation relativement faible obtenue dans l'expérience VI ne semble pas dépendre de l'état hyperglycémique de l'animal, mais tient vraisemblablement à des conditions expérimentales qui nous ont échappé.

» 3° L'hyperglycémie pancréatique reconnaît donc toujours pour cause, comme nous l'avons déjà établi, M. A. Chauveau et moi, une hypersécrétion glycosique du foie et non un arrêt ou un ralentissement de la destruction du sucre dans les tissus.

» 4° L'accroissement rapide de la proportion de sucre dans le sang de la circulation générale, peu de temps après le rétablissement de la circulation dans le foie, est une nouvelle preuve de l'importance de cet organe dans la glycogénie et dans la fonction glycémique. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Les nerfs glyco-sécréteurs.* Note de MM. MORAT et DUFORT, présentée par M. Chauveau.

« Le glycose des animaux provient de la transformation par hydratation du glycogène du foie (Cl. Bernard). Par comparaison avec certains des phénomènes de la digestion, on a été amené à supposer l'existence d'un ferment, comme agent direct de cette transformation. De l'existence de ce ferment, il n'a point été jusqu'ici donné de preuves absolument décisives, mais, en raison des difficultés adhérentes à sa recherche, sa présence reste vraisemblable. (Voyez DASTRE, *Arch. de Physiologie*, 1888.)

» Il a été établi de plus par Cl. Bernard que la transformation du glycogène en glycose est gouvernée par le système nerveux, comme il ressort de son expérience de la piqûre diabétique. Comment s'exerce cette action des centres sur les actes chimiques du foie? Quel nom méritent les nerfs qui la lui apportent?

» Il est admis encore très généralement que cette action est *indirecte* et que les nerfs en question ne sont autres que des nerfs vaso-moteurs, de l'ordre de ceux qu'on appelle des dilatateurs des vaisseaux. La transformation du glycogène, qui aboutit à la formation du glycose, serait de la

sorte étroitement subordonnée à l'état de la circulation hépatique; l'activité exagérée ou amoindrie de celle-ci ayant pour effet de réaliser telles ou telles conditions mal définies, qui facilitent ou empêchent l'action du ferment sur la substance fermentescible. Le raisonnement analogique imposait presque une telle explication, alors que la *sécrétion* était considérée comme un phénomène d'ordre exclusivement vasculaire et que les nerfs des glandes étaient confondus avec ceux des vaisseaux. Mais depuis que, pour un certain nombre de glandes, on a fait la preuve de l'existence de nerfs propres (*n. sécréteurs*) agissant sur elles à la façon des nerfs moteurs sur les muscles, l'analogie se présente à nous sous cette nouvelle forme et il n'y a pas lieu de refuser au foie ce qu'on sait exister pour les autres glandes. En tout cas, on peut donner des preuves directes de l'existence pour le foie glycogène de nerfs, à proprement parler, sécréteurs.

» Dans l'espèce, il s'agit de démontrer que la formation du glycose dans le foie est indépendante de la circulation. Nous y arriverons si nous fournissons la preuve que la destruction de son glycogène peut être provoquée par la simple excitation de ses nerfs, en dehors de toute circulation, comme dans les muscles eux-mêmes quand on excite leurs nerfs moteurs.

» Sur un lapin ou un chien préalablement trachéotomisé et curarisé, dont on entretient la respiration artificiellement, on fait deux ouvertures : l'une à la partie inférieure du thorax, l'autre à la partie supérieure de l'abdomen : par ces ouvertures on glisse des fils d'attente sous l'aorte au-dessus du diaphragme et sous le tronc de la veine-porte. On serre rapidement ces deux fils pour interrompre toute circulation dans le foie et, de plus, on sépare un des lobes de cet organe soit par une ligature fortement serrée sur sa base, soit par une franche section, on laisse dans l'abdomen cette portion qui doit servir de témoin pour la comparaison à établir. On referme exactement les cavités ouvertes pour éviter le refroidissement inégal des différentes parties du foie et ses conséquences au point de vue de la transformation du glycogène.

» On cesse alors l'insufflation pulmonaire afin de mettre les centres nerveux et surtout la moelle épinière en état d'excitation. Cette excitation d'origine asphyxique, et qui est certainement une des plus vives que l'on puisse produire, retentira sur la partie du foie qui est encore en communication avec la moelle par ses nerfs (nerfs grands splanchniques); pour l'obliger même à suivre cette voie d'une façon exclusive, on a eu soin de couper les deux pneumogastriques au cou. Lorsqu'on sent le cœur faiblir, on rétablit la respiration artificielle pendant quelques secondes pour revivifier le sang et empêcher la perte définitive de l'excitabilité des organes nerveux dans lesquels il circule encore. Dès que ce résultat a été obtenu, on la cesse de nouveau pour faire renaître l'état asphyxique. Ces manœuvres ont pour effet de prolonger l'excitation de manière à lui donner la plus grande durée en même temps que la plus haute valeur possible. Après quinze ou vingt minutes généralement le cœur s'arrête.

» On ouvre alors rapidement l'abdomen. Sur chacune des deux portions du foie,

l'une restée en communication avec les nerfs et les centres, et l'autre soustraite à leur influence, on détache un morceau qui est pesé exactement. Ces deux morceaux sont jetés au même moment dans l'eau bouillante, puis soumis à une série d'opérations qui permettront le dosage du glycogène (méthode de Külz). Cette substance après précipitation par l'alcool est recueillie sur deux filtres tarés, pesée et rapportée à 100<sup>es</sup> de foie.

» Une différence constante s'observe entre les deux nombres et elle est au déficit de la portion restée par ses nerfs en communication avec les centres, de celle, en un mot, qui a seule reçu l'excitation. Le Tableau suivant exprime ces différences pour quatre expériences faites dans les conditions susindiquées.

Expériences.	Quantité de glycogène pour 100		Différence.
	dans le lobe soustrait	dans le lobe soumis	
	à l'excitation.	à l'excitation.	
I. (Lapin).....	1,26 <sup>gr</sup>	0,91 <sup>gr</sup>	0,35 <sup>gr</sup>
II. (Chien).....	2,89	2,21	0,68
III. (Chien).....	1,00	0,29	0,71
IV. (Chien).....	4,12	1,61	2,51

» Ainsi, comme on le voit, nous avons le moyen, en dehors de toute circulation, de tout déplacement du sang à travers le foie, par la seule excitation de ses nerfs, de provoquer la destruction de son glycogène : cette destruction peut atteindre plus de moitié de sa quantité totale en un temps court, n'excédant pas vingt minutes. Il n'y a donc aucun doute que le système nerveux ait sur les éléments du foie une action *directe*, c'est-à-dire indépendante de celle qu'il exerce sur le cours du sang par les vaisseaux et comparable en somme à celle des nerfs moteurs sur les muscles. En appelant cette action *directe* nous ne voulons même dire que cela; car il est bien vraisemblable que les différents nerfs centrifuges, pour exciter tant d'actes divers dans les parenchymes où ils se rendent, doivent présenter à leurs extrémités des modes de terminaison en rapport fonctionnel avec chacun de ces actes. Nous avons rappelé plus haut les tentatives faites pour attribuer à un ferment le rôle d'agent *immédiat* de la transformation du glycogène hépatique en glucose. Cette hypothèse d'un ferment saccharifiant dans le foie ne nous paraît point inconciliable avec l'existence de nerfs directs se rendant à la cellule hépatique. L'analogie, que nous prenons pour guide toutes les fois que les faits nous manquent, plaide de même en sa faveur; n'est-ce pas en somme par des ferments que le système nerveux a prise sur les actes chimiques de la digestion et qu'il transforme dans l'intestin l'amidon en glycose ? »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les sacs anaux des Ophidiens*. Note  
de M. **PORTIER**, présentée par M. Ranvier (1).

« Lorsqu'on fend la peau ventrale d'un Ophidien, *Tropidonotus natrix*, par exemple, on trouve à la partie postérieure du corps, derrière le cloaque, deux organes allongés, blanchâtres, d'une longueur de 8<sup>mm</sup> environ, et d'une consistance très ferme; ce sont les sacs anaux. Ils s'ouvrent sur les bords du cloaque.

» Retzius, qui a étudié ces organes chez le *Python* et le *Tropidonotus natrix*, arrive aux conclusions suivantes :

» 1° Chez les Ophidiens, ces sacs existent seulement chez les femelles; ils occupent à peu près la même place que le double pénis chez le mâle, d'où homologie des sacs anaux et des pénis.

» 2° Une coupe transversale d'un de ces organes montrerait que de l'extérieur à l'intérieur il se composerait des trois couches suivantes : Couche de faisceaux musculaires longitudinaux; couche de muscles circulaires; et enfin muqueuse très fortement plissée qui contient des glandes en tube isolées.

» Retzius, manquant de matériaux frais, ne peut donner une description précise de la structure de ces glandes.

» Ayant eu l'occasion d'examiner ces sacs anaux chez le *Tropidonotus natrix*, la *Coronella austriaca* et la *Vipera aspis*, je suis arrivé à des conclusions différentes :

» 1° Les sacs anaux existent aussi bien chez les mâles que chez les femelles. Lorsque les pénis sont invaginés, ils sont situés sur leur face dorsale et ils viennent déboucher dans la cavité du pénis invaginé, près du point où cette cavité s'ouvre dans le cloaque. Lorsque chaque pénis est dévaginé, chaque sac anal vient s'ouvrir à la base du cône qu'il forme.

» Il n'y a donc aucune homologie à établir entre les pénis du mâle et les sacs anaux de la femelle.

» 2° Au point de vue histologique, mon opinion diffère également de celle de Retzius.

» Chez la *Vipera aspis*, les sacs anaux sont situés au milieu de faisceaux muscu-

---

(1) Travail du Laboratoire de M. Balbiani au Collège de France.

lares striés longitudinaux qui n'adhèrent pas à la paroi propre du sac, sauf du côté dorsal.

» Cette paroi propre n'est pas formée par des fibres musculaires circulaires, mais par un tissu conjonctif lamelleux très dense et très résistant, assez vasculaire et présentant çà et là des noyaux aplatis et allongés.

» Enfin la couche la plus interne n'est pas une muqueuse: elle est constituée par un épithélium stratifié qui a des caractères très spéciaux.

» On trouve d'abord appliquée sur la couche précédente une rangée de noyaux rapprochés les uns des autres, ce sont les noyaux de petites cellules polygonales qui forment la couche génératrice de l'épithélium. Plus intérieurement viennent des cellules polygonales beaucoup plus grandes dont le protoplasma se creuse de nombreuses vacuoles qui restent incolores ou dont le centre seulement présente un point qui se colore vivement par les couleurs d'aniline.

» A mesure qu'on avance vers l'intérieur, on voit les cellules s'allonger, s'étirer, et prendre la forme de fibres si étroites qu'elles ont peine à contenir le noyau; celui-ci, situé au milieu de la fibre, repousse vers l'extérieur les parois de la cellule. Les vacuoles se sont alignées dans l'épaisseur de la fibre et se sont remplies d'une substance réfringente qui se colore très vivement par les couleurs d'aniline lorsque ces tissus ont été fixés par le mélange de Flemming.

» Au centre de l'organe il se produit une véritable desquamation de ces cellules allongées, et les parois cellulaires se rompant, le produit de sécrétion est mis en liberté. Dans la lumière du sac anal on trouve des débris de cellules épithéliales, des gouttelettes de graisse et des gouttelettes de cette substance spéciale que la cellule élabore à l'intérieur des vacuoles.

» Je ne suis pas encore fixé sur la nature chimique de cette substance. J'avais pensé que ces gouttelettes étaient constituées par de l'éléidine, découverte par M. Ranvier dans les cellules du *Stratum granulosum* de la peau humaine; mais il ne semble pas qu'elle possède toutes les réactions qui ont été indiquées pour cette substance. Je me propose de poursuivre des recherches à ce sujet aussitôt qu'il me sera possible de me procurer des organes frais et fixés par d'autres liquides que celui de Flemming.

» Chez le *Tropidonotus natrix*, la structure générale de l'organe est la même; cependant quelques différences sont à noter. La couche de tissu conjonctif lamelleux envoie à l'intérieur de l'épithélium des prolongements ramifiés et très richement vascularisés, de sorte que la couche génératrice décrit de nombreuses flexuosités. Les cellules subissent la même évolution, mais leur protoplasma se charge de nombreuses gouttelettes graisseuses, qui étaient très rares chez la Vipère. Par contre, on n'y trouve pas ces vacuoles remplies de la substance spéciale précédemment décrite. Cependant, comme nous n'avons examiné que des Couleuvres en état d'hibernation, de nouvelles recherches sont nécessaires sur des animaux pris à une autre époque.

» En résumé, le sac anal est un organe tapissé intérieurement d'un épithélium stratifié qui a conservé l'évolution d'un épithélium de revêtement, tout en s'adaptant à des fonctions sécrétoires. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Anatomie du système trachéen des larves d'Hyménoptères*. Note de M. BORDAS, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le système trachéen a été étudié par Dufour (1841), Palmen (1877), etc., chez un très petit nombre d'Hyménoptères adultes, mais aucun de ces auteurs n'a décrit cet appareil dans les larves des *Vespidæ*. Nous avons entrepris cette étude, en prenant comme types les plus gros représentants de la tribu : *Vespa crabro* et *V. media*.

» Dans les larves des *Vespa crabro*, et en général, dans toutes les larves des *Vespidæ*, on trouve latéralement deux longs tubes trachéens, de fort diamètre, longeant tout l'abdomen, situés entre les vaisseaux de Malpighi et qu'on peut à cause de leur diamètre et de leur grosseur, désigner sous le nom de *cylindres trachéens latéraux*.

» Pour mettre de l'ordre dans ce qui va suivre, et rendre plus claire notre exposition, nous allons examiner : 1° la face ventrale; 2° la face dorsale de la larve.

» I. FACE VENTRALE DE LA LARVE. — Dans les sept segments abdominaux antérieurs, on voit s'échapper des *cylindres latéraux* deux gros tubes dirigés perpendiculairement à l'axe du corps. L'un de ces tubes, situé presque immédiatement sous le tégument, est l'origine du *système trachéen ventral superficiel*, et l'autre, plongé plus profondément dans le tissu adipeux, ainsi qu'un second rameau qui naît dans le tiers antérieur de l'espace *interstigmatique*, constituant le *système trachéen ventral profond*.

» 1° *Système trachéen ventral superficiel*. — Nous allons étudier ce système dans un segment abdominal quelconque, car tout ce que nous allons dire, dans ce cas particulier, pourra être étendu à tous les autres segments homologues.

» Du tronc principal, qui naît en face d'un stigmate, se détachent de nombreux tubes secondaires, dont les uns sont dirigés en avant et les autres vers la partie postérieure du corps. En avant il en existe deux principaux, dont l'un se trifurque et l'autre, simple à son origine, ne tarde pas à se ramifier à son tour. Sur le côté postérieur du tronc principal naissent quatre rameaux : le premier est assez gros et se divise en deux branches, elles-mêmes très divisées; le second est simple, court, mais très ramifié à son extrémité; le troisième est très grêle et prend naissance presque au même point que le quatrième; enfin ce dernier, long et sinueux, se dirige vers les connectifs et s'anastomose par d'innombrables ramuscules avec son congénère du côté opposé. Enfin, le tronc principal continue transversalement sa marche en décrivant des sinuosités; arrivé à peu de distance des ganglions, il se recourbe en arrière, forme une anse en fer à cheval et va s'aboucher au tube similaire venant du système trachéen symétrique. Du sommet de la courbure part une touffe de canalicules simulant une crinière et qui



vont s'anastomoser aux filaments issus de la branche postérieure interne. De cette courbure, se détachent, en avant, d'autres filaments qui vont se distribuer dans le névrilemme des ganglions et des connectifs.

» Le *cylindre trachéen* se poursuit encore au delà du dernier orifice stigmatique abdominal, puis se recourbe transversalement, et au point de courbure, donne naissance, à trois branches : la première, dirigée vers l'extérieur, la seconde se continue directement vers les cornes anales et la troisième, très ramifiée dès son origine, va se distribuer vers le point de départ des vaisseaux de Malpighi.

» Dans les trois segments postcéphaliques, la disposition de l'appareil trachéen est un peu différente de celle que nous venons de décrire. De chaque stigmate part un tube qui se dirige d'abord vers l'extérieur, se recourbe en arc et revient vers la face ventrale en donnant deux branches : l'une antérieure et l'autre postérieure. Cette dernière se ramifie peu, mais, arrivée près de la ligne médiane, elle donne de nombreux ramuscules capillaires non spiralés, qui s'enfoncent, en se pelotonnant, dans une masse compacte cordiforme et hyaline située de chaque côté des ganglions nerveux.

» Le *cylindre trachéen* arrivé dans la tête, s'y divise en trois rameaux qui vont se distribuer aux glandes séricigènes, aux bourrelets céphaliques inférieur, latéral et supérieur, etc.

» 2° *Système trachéen ventral profond*. — Ce système, le plus développé de tous, est aussi celui qui apporte le plus grand tribut aux glandes séricigènes, au tissu adipeux, aux vaisseaux de Malpighi et à la musculature intestinale. Il comprend donc une paire de gros troncs disposés transversalement et situés en face des orifices stigmatiques, et une autre paire de rameaux, d'une épaisseur plus faible, placés à une certaine distance des stigmates.

» Les gros troncs transversaux ont un diamètre presque égal à celui des cylindres latéraux. Ils se dirigent de dehors en dedans et ne tardent pas à donner une grosse branche, origine du système superficiel. Après avoir parcouru environ le tiers de sa course, chaque tronc diminue brusquement de diamètre et se ramifie dichotomiquement en un grand nombre de branches, dont cinq principales, que nous ne pouvons décrire ici et qui vont se distribuer aux vaisseaux de Malpighi, aux glandes séricigènes, au tissu adipeux, aux parois inférieures et externes du tube digestif, etc.

» Le rameau trachéen postérieur, qui naît du quart antérieur de l'espace interstigmatique, a un diamètre beaucoup plus faible que le précédent. Il va se ramifier dans le tissu adipeux et aux parois latérales du tube digestif.

» 2. FACE DORSALE. — 1° *Système trachéen dorsal superficiel*. — Ce système dorsal superficiel est remarquable par sa simplicité et son uniformité : aussi suffira-t-il de le décrire dans un segment pour avoir une idée de son ensemble. Près de chaque orifice stigmatique naît un rameau transverse qui se bifurque et donne deux branches, l'une appartenant au système dorsal superficiel et l'autre au système dorsal profond. Le rameau appartenant au système superficiel ne tarde pas à se bifurquer et à donner une petite branche dirigée en arrière et une branche principale qui se continue transversalement, sans se ramifier, jusqu'au tiers de l'espace compris entre le cœur et les parois latérales du corps ; mais, arrivées en ce point, elles donnent deux ramuscules qui se bifurquent à leur tour et produisent de nombreux filaments constituant un vaste réseau capillaire respiratoire, réparti dans le tissu adipeux, la couche musculaire sous-cutanée et les parois latérales du vaisseau cardiaque.

» Arrivés en arrière de la tête, les deux cylindres latéraux se recourbent brusquement et sont mis en rapport par un tronc transversal postcéphalique. Du point de courbure naissent cinq branches principales qui vont se distribuer dans les parties médianes et latérales de la tête.

» Vers la partie postérieure de l'abdomen il existe, outre la branche transversale inférieure, une branche supérieure formant un anneau complet autour de l'invagination rectale, anneau qui unit les deux extrémités postérieures des deux cylindres trachéens latéraux. Du tronc transversal supérieur naissent, de chaque côté, deux rameaux qui vont se distribuer dans de courts appendices du dernier segment abdominal.

» 2° *Système trachéen dorsal profond.* — Pour l'étude de ce système, nous n'avons à nous occuper que de la région abdominale, attendu que l'appareil trachéen céphalique et celui de la région postérieure du corps viennent d'être décrits. Les deux rameaux qui donnent naissance aux deux systèmes respiratoires dorsaux proviennent d'un tronc unique issu des cylindres latéraux, avec cette différence que les branches profondes sont plus volumineuses que celles de la périphérie. Le tronc, d'abord simple, ne tarde pas à se bifurquer deux fois et à donner deux branches secondaires, terminées elles-mêmes par d'innombrables ramuscules capillaires qui vont se distribuer à la face dorsale du tube digestif, aux vaisseaux de Malpighi et au tissu adipeux. Sans nous étendre davantage sur ce sujet, disons que, dans le système dorsal profond, on n'observe jamais d'anastomoses entre les tubes trachéens situés des deux côtés du corps. De part et d'autre, on remarque que les derniers ramuscules s'entremêlent sans jamais communiquer directement entre eux.

» En résumé, on peut se représenter l'appareil trachéen des larves comme formé de *deux longs cylindres latéraux parallèles émettant transversalement de nombreuses ramifications, unis antérieurement par un gros tronc et postérieurement par deux branches d'inégale grosseur, constituant un anneau périrectal.* »

ZOOLOGIE. — *Sur la dégénérescence des produits génitaux chez les Polyclinidés.* Note de M. CAULLERY <sup>(1)</sup>.

« J'ai été amené, au cours d'études que je poursuis sur les Ascidies composées de la Manche, à examiner les phénomènes de dégénérescence que présentent les organes génitaux dans le groupe des Polyclinidés. Mes études ont porté principalement sur deux espèces : *Circinalium concrescens* Giard et *Polyclinum luteum* Giard.

---

(1) Travail des laboratoires zoologiques de Wimereux (Pas-de-Calais) et de l'École Normale supérieure.

» Les organes génitaux de ces ascidies sont situés, comme on sait, dans le postabdomen où la cloison épicaudique détermine deux tubes : l'un dorsal, l'autre ventral; l'ovaire et le testicule sont dans le premier. Les ovules et les spermatozoïdes arrivent à maturité au mois de juin; dès le mois de septembre, il se produit dans les individus des modifications qui annoncent les phénomènes que nous allons étudier. Le postabdomen se sépare peu à peu du reste de l'ascidiozoïde et prend une teinte rouge brique (*Circinalium*), ou jaunâtre (*Polyclinum*), due à ce que sa cavité s'est remplie d'un tissu de réserve, formé aux dépens des cellules mésenchymateuses; dans le protoplasma de celles-ci, ont apparu des granulations réfringentes et des gouttelettes graisseuses. Entre les groupes de ces cellules, pressées en amas compact, se trouvent encore des cellules mobiles pigmentées.

» Les ovules montrent alors les premiers phénomènes de dégénérescence. Ce sont les plus âgés qui sont d'abord altérés. Les enveloppes folliculaires deviennent irrégulières et englobent, en certains points, des fragments de vitellus. L'intérieur de l'œuf présente maintenant dans le vitellus un assez grand nombre de noyaux; ceux-ci proviennent des enveloppes de l'œuf. Plus tard, ils subissent le plus souvent la dégénérescence que Flemming a appelée *chromatolyse*. La chromatine se dissout et imprègne tout le noyau, qui prend une coloration intense et diffuse par le carmin. La vésicule germinative, avec son nucléole, se reconnaît très longtemps; je n'ai pas observé chez les Polyclinidés les figures karyokinétiques que Flemming, Henneguy, etc., ont signalées chez les mammifères, dans l'atrésie des follicules de Graaf. Quand la dégénérescence est très avancée, les contours de l'œuf ont disparu; le vitellus, dont le volume a diminué dès le début de la dégénérescence, est réduit maintenant à de petits amas isolés, entre lesquels on observe de nombreux noyaux provenant soit des enveloppes de l'œuf (et en chromatolyse), soit de cellules mésenchymateuses ayant émigré en ces points. Je n'ai pas aperçu d'englobement net de portions de vitellus, par une de ces cellules; mais elles forment un véritable réseau dans les mailles duquel sont emprisonnés les restes du vitellus, et ce phénomène peut être rapproché de la phagocytose.

» Le testicule présente des faits analogues. À l'état normal, les ampoules testiculaires sont limitées par un épithélium très mince; à l'intérieur, il n'y a que des cellules séminales et pas de tissu conjonctif. La dégénérescence se marque encore ici par une chromatolyse. Les cellules séminales se rapprochent les unes des autres par petits groupes; les noyaux prennent des contours irréguliers, se colorent fortement et d'une façon uniforme. On retrouve longtemps, au centre de l'ampoule, un certain nombre de cellules non atteintes par cette dégénérescence. Elles correspondent toujours à des stades peu avancés de la spermatogénèse. L'ampoule se déforme et son volume se réduit. Sa paroi, par adjonction des groupes de cellules en voie de chromatolyse, est maintenant épaisse et présente de larges mailles, où l'on trouve, soit des noyaux altérés, soit des amas de globules graisseux. Elle finit par n'être plus reconnaissable, au

milieu du tissu de réserve, qu'à un petit amas de noyaux très fortement colorés. Je n'ai pu jusqu'ici déterminer le processus ultime de sa disparition.

» Ces phénomènes se produisent régulièrement à l'automne; on les rencontre accidentellement pendant l'été sur des individus isolés. On peut aussi les produire d'une façon expérimentale. M. Giard a déjà constaté que, si l'on coupe l'extrémité d'un cornus d'aplidien (*Morchellium argus* M. Edw.) où se trouve la partie supérieure des individus, celle-ci se régénère. J'ai répété ces expériences sur *Circinalium concreescens*. Les phénomènes sont quelque peu différents suivant le point où la section est faite. Si elle rencontre la branchie ou l'anse digestive, tout ce qui reste au-dessus du post-ab-lomen dégénère, et celui-ci s'isole par un étranglement, comme cela arrive à la fin de l'été, puis régénère un individu complet. Mais si la section est faite au-dessous de l'anse digestive, la régénération des parties coupées se fait immédiatement, suivant les processus ordinaires du bourgeonnement des Polyclinidés. Au bout de cinq à six jours, tous les organes sont reconstitués. Dans l'un et l'autre cas, les produits génitaux de l'individu mutilé dégèrent, par des processus exactement semblables à ceux que nous avons étudiés. Mais il se forme des cellules génitales nouvelles, aux dépens des parties épithéliales non différenciées de l'appareil génital ancien. Il y a donc continuité entre les produits génitaux de l'individu mutilé et de l'individu régénéré.

» Je serais porté à admettre, suivant l'opinion de Kowalewsky, que, dans le bourgeonnement des Polyclinidés, les organes génitaux du bourgeon proviennent directement de ceux du parent. J'ai observé, en effet, dans les bourgeons, à tous les stades, un tube génital continu, qui m'a paru provenir directement des parties épithéliales indifférentes de l'appareil génital de l'individu progéniteur. Comme, d'autre part, j'ai observé l'ébauche très nette d'un cordon génital chez l'oozoïte, il y aurait continuité entre les produits génitaux de tous les individus issus d'un œuf. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maladies bacillaires de divers végétaux.*

Note de MM. **PRILLIEUX** et **DELACROIX**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une Note que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie en 1890, nous avons signalé, sous le nom de gangrène de la tige, une maladie bacillaire attaquant les Pommes de terre de grande culture et les *Pelargonium*, et nous avons donné au Bacille qui la cause le nom de *Bacil-*

*lus caulivorus*. Depuis cette époque, nous avons observé diverses autres plantes infectées par le même Bacille.

» Sur la Clématite à grandes fleurs, la tige est attaquée au collet, la plante dépérit et meurt bientôt.

» Les *Begonia Rex* et *riciniifolia* sont, les premiers surtout, fréquemment atteints dans les serres à multiplication. Le pétiole est d'abord envahi; il s'affaisse, sa surface se ternit. Dans les cellules de son parenchyme, on voit tourbillonner de nombreux Bacilles. La feuille s'altère, jaunit et se dessèche suivant des lignes sinueuses, étroites, dont le nombre augmente peu à peu et bientôt elle se dessèche entièrement. Quand un pied est attaqué depuis quelque temps, les jeunes feuilles meurent avant de s'être développées et la plante succombe.

» Une maladie identique sévit sur les *Gloxinia*.

» Dans tous ces cas, le Bacille parasite qui a  $1\frac{1}{2}\mu$  de long sur  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{1}{3}\mu$ , présente, quand on le cultive, le même caractère : le milieu où il se développe, bouillon de veau ou gélatine, prend une couleur vert urane très marquée et qui s'accroît par l'agitation. Cette coloration du milieu de culture paraît semblable à celle que produit le Bacille pyocyanique. On a récemment signalé en Allemagne la présence de ce dernier sur la Pomme de terre et le *Pelargonium*.

» Dans les serres à raisins du nord de la France, plus rarement sur les treilles, on a observé une maladie des grappes caractérisée d'abord par l'apparition sur les rafles de taches d'un fauve clair qui s'accroît plus tard. Elles peuvent s'étendre et pénétrer dans toute la profondeur de l'organe et alors les grains situés au delà se dessèchent. Lorsque la maladie apparaît de bonne heure, aucun raisin ne peut arriver à maturité et le dommage est important pour le cultivateur.

» Dans les cellules voisines des taches on voit se mouvoir de nombreux Bacilles de  $1,25\mu$  sur  $0,75\mu$ . Les cultures de ces Bacilles ressemblent beaucoup à celles du *Bacillus caulivorus*; néanmoins la coloration verdâtre en est moins accentuée. L'identité des deux Bacilles nous paraît assez probable.

» Nous avons observé dans d'autres plantes des maladies bacillaires qui ne doivent certainement pas être attribuées au *Bacillus caulivorus*.

» Sur le *Cyclamen persicum*, on voit les pétioles des feuilles et les pédoncules des fleurs se flétrir, s'affaisser et mourir avec les organes qu'ils supportent. La culture nous a permis d'en isoler un court Bacille très mobile, de  $\frac{2}{3}\mu$  de long, qui, au bout de quelque temps, forme des chaînettes dont

les articles ont  $1,5 \mu$  sur  $0,5 \mu$ . Les articles peuvent se dissocier et sont peu mobiles. Dans les cultures datant de plusieurs mois les filaments ont sporulé. Ces cultures ne prennent pas la couleur vert urane de celles du *Bacillus caulivorus*.

» Sur le Tabac on a signalé, depuis plusieurs années déjà, une maladie qui a sévi avec intensité en Russie et en Autriche et qui actuellement cause des dégâts importants en France, dans les cultures de la vallée de la Garonne. En Allemagne elle est désignée sous le nom de *maladie mosaïque*. Elle est caractérisée d'abord par des taches où le limbe de la feuille est décoloré; bientôt ces places se dessèchent et forment des macules d'un jaune grisâtre dont le pourtour est marqué par une bordure plus colorée, où les cellules sont subérisées et qui limite le foyer d'infection. C'est cette dernière forme qui s'observe plus généralement dans le sud-ouest de la France où l'on donne à cette maladie le nom de *nielle*. Dans les cellules des taches, on observe un Bacille présentant à peu près les mêmes dimensions que celui du *Cyclamen* et s'organisant de même en chaînettes; mais il est un peu plus court et plus mobile; nous ne l'avons pas vu former de spores. Son milieu de culture devient jaune; il ne se colore jamais en vert.

» Des Tomates provenant de localités diverses (Reims, Terguier, Mont-richard, etc.) nous ont présenté une altération particulière que nous avons reconnue due à un Bacille. Les fruits, en voie de croissance, brunissent et se gangrènent par leur partie supérieure. Le centre de l'altération est l'insertion du style. Les cellules des fruits attaqués contiennent en abondance des Bacilles de  $\frac{2}{3} \mu$  à  $1 \mu$  sur  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{1}{3} \mu$ , qui ne forment pas de chaînettes, mais se groupent en zoogléas assez compactes. Ce Bacille est peu mobile; par l'agitation, sa culture verdit un peu, mais d'une façon bien moins intense que celle du *Bacillus caulivorus*. Il est probable que l'infection des Tomates se fait par le style, dans la fleur; nous n'avons cependant pas réussi à la produire en déposant dans les fleurs des gouttes de bouillon de culture du Bacille. Par piqûre sur les fruits jeunes elle se réalise facilement.

» Des tubercules de Glaïéal, présentant à leur surface des taches brunâtres où le tissu était corrodé assez profondément, nous ont présenté, dans les cellules voisines des points gangrenés, des Bacilles courts, très mobiles, de  $1 \mu$  à  $1^{\mu}, 25$ , qui ne modifient pas la coloration de leur bouillon de culture.

» Nous avons reçu de Tunisie des échantillons de Vignes dépérissantes dont les racines et le bas des tiges offraient, sur une coupe transversale, des places livides. Les éléments ligneux et plus particulièrement les cel-

lules des rayons médullaires étaient brunis et atteints de dégénérescence gommeuse et renfermaient de nombreuses colonies de Bactéries courtes, qui, dans les cultures, forment bientôt des chaînes courtes dont chaque article mesure de 1 $\mu$  à 1 $\mu$ ,25. Elles ne colorent pas sensiblement leur bouillon de culture. Des infections faites à la base d'une Vigne saine ont produit des lésions locales semblables.

» Des sarments, provenant de Saint-Aignan (Loir-et-Cher) et présentant en divers points des sortes de chancres ayant à peu près l'aspect de ceux que produit l'anthraxose, nous ont montré, à leur intérieur, les mêmes lésions anatomiques que celles de Tunisie. Ils contenaient un Bacille que nous avons cultivé et qui nous a paru identique à celui des Vignes de Tunisie. Cette maladie des Vignes est probablement analogue à celle que l'on désigne en Italie sous le nom de *Mal nero*.

» Les Pommes de différentes variétés, de Calville, Reinette, etc., montrent souvent, quand on les coupe, des portions où le tissu est d'abord plus transparent et a un aspect vitreux; puis les cellules y meurent; elles forment des îlots de couleur fauve et assez semblables à du liège. On y trouve des Bacilles courts presque comme des *Micrococcus*, qui ne colorent pas les bouillons de culture.

» Nous continuerons nos essais de culture pure et d'infection des végétaux vivants, qui sont indispensables pour caractériser d'une façon plus précise les Bacilles parasites des plantes qui sont bien plus répandus qu'on ne le pensait, il y a quelques années, et auxquels il convient d'attribuer dans la Pathologie végétale un rôle important. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les Pterophyllum*. Note  
de M. B. RENAUULT, présentée par M. P. Duchartre.

« Le genre *Pterophyllum* est fondé uniquement sur des frondes caduques; les tiges qui les ont portées sont inconnues. Ce sont des feuilles pétiolées, pinnées, à segments allongés, linéaires, insérés normalement par toute leur base sur les côtés du rachis, entièrement libres ou très peu confluentes; les segments supérieurs sont disposés en éventail à l'extrémité du rachis. Le limbe est parcouru par des nervures simples, égales, parallèles, aboutissant au sommet arrondi ou sur les bords terminés en pointe des pinnules. Les *Pterophyllum* ont été rencontrés dans le terrain houiller de

Saint-Étienne : *Pt. Grand'Euryanum* Sap. et Mar. de Blanzay ; *Pt. primævum* B. R., de Zwickau ; *Pt. Cottwanum*, Geinitz, dans le Trias ; *Pt. Jægeri* Brgt., dans le Wealdien ; *Pt. Brongniarti* Morris, etc. La durée de ce genre de Cycadée, à travers les temps géologiques a donc été très longue.

» L'espèce que nous décrivons sous le nom de *Pt. Cambrayi* a été recueillie par M. Cambray, ingénieur, dans les schistes qui recouvrent immédiatement le Boghead aux Thélots, c'est-à-dire à la partie supérieure du terrain permien d'Autun ou terrain Automnien.

» La fronde, incomplète à ses deux extrémités, mesure 15<sup>cm</sup> de longueur ; le rachis assez grêle n'atteint que 3<sup>mm</sup> à la partie inférieure et 2<sup>mm</sup>,8 à l'autre extrémité ; aussi est-il légèrement infléchi, et non dressé et rectiligne comme celui de la plupart des frondes de *Pterophyllum*. On remarque de fines stries longitudinales sur toute son étendue. Les pinnules sont droites, longues de 48<sup>mm</sup>, larges de 3<sup>mm</sup>,5 à 4<sup>mm</sup> ; celles qui sont complètes ont leur extrémité terminée en pointe de couteau aiguë. Elles sont très rapprochées, légèrement confluentes à la base ; sur une longueur de 10<sup>cm</sup> on en compte vingt-deux. Les nervures très fines sont nettes, parallèles, quelquefois dichotomes, toutes égales et se terminent aux bords extrêmes de la feuille ; on en compte trois sur une largeur d'un millimètre.

» Par les dimensions de la fronde cette nouvelle espèce se rapproche plus des espèces du Trias, du *Pt. Jægeri* entre autres, que des *Pterophyllum* houillers ; en effet, les pinnules ont à peu près les mêmes dimensions et la même nervation que celle des jeunes frondes du *Pt. Jægeri* ; cependant le rachis est un peu plus faible, et les pinnules sont terminées en pointe au lieu d'être tronquées comme dans cette dernière espèce.

» Ces différences sont assez faibles pour que, malgré l'intervalle de temps considérable qui sépare le dépôt des schistes permien exploités aux Thélots et celui des marnes irisées, nous soyons porté à admettre que le type des *Pterophyllum* secondaires date de la période permienne et n'a subi que de légères modifications en passant au Trias.

» L'espèce que nous décrivons s'éloigne au contraire beaucoup du *Pt. Cottwanum*, du permien de Zwickau ; dans ce dernier, en effet, le rachis est épais, muni en dessus de deux gouttières longitudinales d'où partent les pinnules. Ces deux gouttières font défaut dans les échantillons de *Pt. Jægeri* de Swabenberg de même que dans notre échantillon ; les pinnules mesurent près de 1<sup>cm</sup> de largeur, sont beaucoup plus longues et possèdent des nervures fortes, saillantes, espacées. Les différences sont encore plus marquées, si on compare le *Pt. Cambrayi* avec les *Pterophyllum*



houillers, tels que le *Pt. Grand-Euryanum* (1), le *Pt. primævum* (2) et le *Pt. Fayoli* (3). Ces trois espèces paraissent appartenir à un type complètement différent, beaucoup plus vigoureux, beaucoup plus développé, ayant pour représentant le *Pt. Fayoli*, qui jusqu'à présent est l'espèce la mieux conservée que l'on ait décrite. A l'époque permienne les deux types de *Pterophyllum* existaient ; le type houiller le plus grand aurait disparu le premier. »

GÉOLOGIE. — *Sur les gabbros et les amphibolites du massif de Belledonne.*  
Note de MM. L. DUPARC et A. DELEBECQUE, présentée par M. Fouqué.

« La feuille Grenoble de la Carte géologique détaillée de la France, par Lory, indique dans l'angle sud-est un gisement important de roches éruptives basiques, situé au milieu des amphibolites qui, dans cette région, forment une traînée puissante. Nous avons entrepris l'étude pétrographique complète de cette série, et y distinguons :

» 1. DES GABBROS SAUSSURITISÉS. — Ceux-ci, qui se rencontrent principalement du côté du lac Robert, présentent des types variés. Les minéraux constituant en sont le diallage, l'amphibole, les feldspaths plus ou moins saussuritisés, puis la zoïsite, l'épidote, l'actinote, la chlorite, la séricite, la magnétite, comme minéraux secondaires.

» Le *diallage* est incolore. Sur  $g_1$  ses extinctions varient entre  $38^\circ-41^\circ$ ,  $2V = 50^\circ$  environ ;  $ng - np = 0,024$  (comparateur). Par places il renferme de nombreuses inclusions de lamelles brunes, aplaties, intercalées parallèlement aux clivages et aussi des grains noirs. Ce diallage est toujours de grande taille, il constitue souvent la presque totalité de la roche, dans d'autres cas il est rare ; le feldspath prédomine alors de beaucoup. Ce diallage présente d'habitude un commencement d'ouralitisation périphérique, ou aussi, suivant les clivages, une transformation en *amphibole brune*, polychroïque, s'éteignant à  $19^\circ$  ( $ng - np = 0,021$ ) ; les inclusions du diallage se continuent dans l'amphibole.

» Les *feldspaths* sont rarement déterminables. Sur quelques cristaux où les macles de l'albite sont encore conservées, les extinctions dans la zone

(1) SAP. et MAR., *Évolut. des phanérogames*, p. 109.

(2) *Comptes rendus*, 1886 ; *Flore de Commeny*, p. 611.

(3) *Flore de Commeny*, p. 619, Pl. LXVIII.

de symétrie perpendiculaire à  $g_1$ , correspondent à des variétés voisines du labrador ( $55^\circ$  entre deux lamelles hémitropes). Généralement ces feldspaths sont transformés en une masse polarisant à la façon des agrégats, dans laquelle on trouve des paillettes de séricite, des petits cristaux de zoïsite et, par places, des grains d'épidote. Ces deux derniers minéraux se trouvent aussi en grands cristaux parfois très abondants.

» L'*actinote* se développe en houppes ou en cristaux bacillaires dans le voisinage du diallage; elle est incolore, quelquefois légèrement verdâtre, et polychroïque. Allongement positif; extinctions de  $15^\circ$ - $20^\circ$ ; biréfringence normale.

» La *chlorite*, en lamelles vertes, est aussi fréquente; de plus, on rencontre (notamment dans les gabbros pauvres en feldspaths) des plages serpentinesuses avec canaux chargés de magnétite.

» 2. DES GABBROS OUBALITISÉS. — Ces belles roches paraissent à l'œil nu formées exclusivement d'une hornblende brune de très grande taille. Sous le microscope, elle est excessivement polychroïque (*ng* brun foncé, *nm* brun, *np* brun très pâle). Cette hornblende paraît criblée de taches noirâtres qui, examinées aux forts grossissements, ne sont qu'une accumulation sur certains points d'inclusions lamellaires préexistantes dans le diallage. Les cristaux d'amphibole sont réunis par une masse serpentineuse à structure alvéolaire chargée de houppes et filaments d'actinote. Tantôt l'ouralitisation est complète, tantôt il reste encore quelques débris de diallage.

» 3. DES SERPENTINES. — Elles sont très uniformes et constituées exclusivement par un beau chrysotyle affectant la disposition alvéolaire, à larges fibres. Les alvéoles sont soulignées par de la magnétite. Par places, on trouve encore quelques rares vestiges d'un minéral préexistant biréfringent et fibreux qui paraît être du diallage. On trouve aussi localement quelques plages colloïdes.

» Nous avons examiné également un grand nombre d'amphibolites de la région. Elles sont grenues et formées d'une amphibole toujours très polychroïque dans les tons verts ou bruns. Le *sphène* n'y est point rare. Entre les cristaux d'amphibole on trouve des grains d'orthose, puis de l'oligo-clase plus rare et de la magnétite; parfois l'amphibole est noyée dans une masse colloïde ou séricitique. Nous avons pu nous rendre compte que, à côté des amphibolites franches, un très grand nombre de celles qui figurent comme telles sur la Carte dérivent de gabbros, finement grenus, complètement ouralitisés en amphibole verte, dans laquelle on retrouve soit les

inclusions typiques du diallage, soit aussi des débris encore déterminables de ce minéral.

» Nous avons pu suivre cette transformation plus au sud, sur divers points de la traînée d'amphibolites. Il en résulte donc que les roches éruptives figurées sur la Carte ont une extension beaucoup plus grande que celle qui leur a été attribuée, qu'elles forment selon toute vraisemblance une traînée continue au milieu des amphibolites, et qu'une notable partie de ces dernières, soit sur la feuille de Grenoble, soit sur celle de Vizille, doit être rattachée à des variétés de gabbros à grain fin, complètement ou partiellement ouralitisés. »

GÉOLOGIE. — *Les zones tectoniques des Alpes de Suisse et de Savoie.*

Note de M. ÉMILE HAUG, présentée par M. Fouqué.

« Les zones longitudinales que Charles Lory a distinguées dans les Alpes de Savoie et du Dauphiné correspondent plutôt à des divisions orographiques qu'à des zones tectoniques homogènes, constituées dans toute leur longueur par un même faisceau de plis, et si l'on poursuit dans les Alpes suisses les zones des Alpes françaises, on est amené à des résultats tout différents de ceux auxquels était arrivé M. Diener, ainsi que je vais essayer de le démontrer.

» Les chaînes subalpines de Lory appartiennent, en réalité, à plusieurs faisceaux de plis distincts. Les massifs du Vercors et de la Chartreuse sont essentiellement constitués par des plis jurassiens; le Massif du Génois et du Faucigny ne comprend, par contre, que des plis alpins qui, coupés obliquement par la vallée de l'Isère, entre Albertville et Montmélian, naissent au sud dans la bordure liasique du massif de Belledonne, se continuent au nord dans le massif de Platé et dans celui de la Dent du Midi, où ils s'empilent en plis couchés, et viennent s'appuyer, sur la rive droite du Rhône, sur l'extrémité septentrionale du massif cristallophyllien des Aiguilles Rouges. M. Diener a séparé avec raison des chaînes subalpines la « zone du Chablais » ou région des « Préalpes », qui constitue une zone tectonique plus extérieure des Alpes occidentales, mais il a considéré à tort comme leur prolongement vers le nord-est toute la région des Hautes Alpes calcaires suisses. En effet, les plis du faisceau faucignyen s'arrêtent au Pas de Cheville, après s'être redressés et atténués, et font place à une zone de plis qui coupent obliquement leur direction et viennent se placer

ensuite sur leur prolongement; c'est la chaîne du mont Gond et des Diablerets, qui appartient à un faisceau de plis plus internes et constitue le commencement des Hautes Alpes calcaires.

» Ce relaiement d'un faisceau de plis par un faisceau plus interne de la chaîne est un fait général dans les Alpes occidentales et peut d'ailleurs s'expliquer aisément. La chaîne cristallophyllienne de Belledonne, qui est constituée par le faisceau de plis le plus extérieur de la « première zone alpine » de Lory, diminue graduellement de relief vers le nord; à Flumet, elle plonge sous un manteau de terrains secondaires et reparait à Mégève sous forme de boutonnière, mais s'arrête entièrement à la vallée de l'Arve. Elle est bordée à l'ouest par le faisceau des plis de Beaufort et du lac de la Girotte, qui se resserrent graduellement vers le nord, s'étranglent complètement entre les Contamines et Saint-Nicolas-de-Véroce, dans la vallée de Montjoie, pour s'épanouir de nouveau plus au nord et former le massif du Prarion, ainsi que l'a montré M. Michel Lévy. Le massif du Prarion est venu se placer, grâce à un décrochement horizontal, dans le prolongement du massif de Belledonne et le massif du Mont-Blanc se trouve dans l'axe orographique des plis de Beaufort, tandis qu'il appartient à une zone tectonique plus intérieure. C'est donc le fait que le massif de Belledonne s'arrête à la vallée de l'Arve qui a permis à des faisceaux situés en arrière de lui de venir se placer dans son prolongement orographique, en se déplaçant vers le bord des Alpes. De même, c'est parce que le massif des Aiguilles Rouges, continuation des plis de Beaufort et du Prarion, s'arrête sous la Dent de Morcles, que les plis de la chaîne des Diablerets sont venus relayer les plis Faucignyens de la chaîne de la Dent du Midi et du Mueran.

» Dans l'état actuel de nos connaissances, il est difficile de dire si la chaîne des Diablerets appartient à la zone tectonique du Mont-Blanc ou si elle correspond aux plis externes de la « zone du Briançonnais » de M. Diener, bien que la première alternative soit la plus vraisemblable. Dans tous les cas, l'on peut démontrer dès à présent que le massif central de l'Aar surgit au milieu du faisceau du Briançonnais et qu'il en est de même du massif du Gothard. Ces deux massifs ne font donc pas partie de la « première zone alpine » ou « zone du Mont-Blanc », comme l'a admis M. Diener, et les massifs anciens de cette zone s'arrêtent un peu au delà du coude du Rhône, en même temps que les plis du faisceau Faucigny en des chaînes subalpines.

» Le massif de l'Aar se termine, à l'est, de la même manière que celui de Belledonne à son extrémité septentrionale; les terrains cristallophylliens

plongent sous une couverture de dépôts sédimentaires et la boutonnière de Vättis forme le pendant de celle de Mégève. Les schistes des Grisons, du Prättigau, qui appartiennent à la « quatrième zone alpine » de Lory, viennent se placer, grâce à un décrochement horizontal, dans le prolongement orographique du massif de l'Aar, tout comme le Prarion relaye la chaîne de Belledonne et comme les Diablerets relayent le faisceau faucignyien.

» La dépression considérable que subit le massif de l'Aar à l'est du Kisten Pass a produit, en outre, une poussée au vide, qui a eu pour résultat le chevauchement de la dépression par le pli sud et par le pli nord de Glaris. Le pli nord est l'exagération d'un déversement vers le sud que présentent partout les plis méridionaux de la zone des Hautes Alpes calcaires suisses. Le pli sud correspond à l'étirement en pli-faille de l'anticlinal de Truns, qui n'est autre chose qu'une digitation du massif du Gothard. C'est donc là encore un exemple d'une zone interne des Alpes qui vient prendre la place d'une zone plus extérieure, mais ici ce n'est plus ni par simple déviation des plis, comme aux Diablerets, ni par décrochement, comme au Prarion, que les plis internes viennent se substituer aux plis externes, c'est par chevauchement, par charriage horizontal (1).

» Si l'on assimile les deux massifs de la brèche du Chablais et de la brèche de la Hornfluh, dans la zone des Préalpes, à des massifs anciens restés cachés sous leur manteau sédimentaire, — assimilation qui d'ailleurs ne peut être qu'approximative, — on sera frappé du fait que les plis du faisceau faucignyien sont en quelque sorte écrasés entre le massif du Chablais et celui des Aiguilles Rouges, que ceux de la chaîne des Diablerets

---

(1) On peut citer encore plusieurs exemples de cas où, obéissant à la poussée au vide, des zones tectoniques des Alpes sont venues chevaucher sur la zone située immédiatement en avant d'elles, et cela précisément aux endroits où les massifs centraux n'opposent pas de résistance au déplacement des masses vers l'extérieur. Ainsi, dans l'intervalle entre le massif du Mont-Blanc et celui de l'Aar, les couches triasiques de la zone du Briançonnais sont recouvertes, sur une assez grande largeur, par le vaste pli couché des schistes de Casanna du Combin, ainsi qu'il ressort des coupes de Gerlach et des contours de sa carte.

Entre le massif du Pelvoux et celui du Mont-Blanc, la zone du Briançonnais s'élargit subitement d'une manière considérable et son bord externe chevauche sur les schistes liasiques de la première zone. Enfin, c'est entre le massif du Pelvoux et celui du Mercantour, dans l'Embrunais et dans la vallée de l'Ubaye, que s'observent les importants phénomènes de recouvrement dont M. Kilian et moi avons commencé l'étude.

sont écrasés entre la Hornfluh et le massif de l'Aar, mais que, immédiatement au delà des deux extrémités des massifs de brèche, à Châtillon (Haute-Savoie) et à Wimmis, les deux faisceaux s'épanouissent, de telle sorte que leurs chaînons extérieurs se placent dans l'alignement orographique de la zone des Préalpes. La zone du Gêvevois, la zone du Chablais et la zone des Hautes Alpes calcaires suisses viennent donc successivement jouer le rôle de zone extérieure des Alpes occidentales.

» Les faits que je viens d'exposer ont été coordonnés sans aucune idée théorique préconçue ; ils découlent presque empiriquement d'un examen approfondi des cartes géologiques, mais ils me semblent pouvoir s'expliquer sans peine par la forme en dôme des massifs centraux et par la résistance opposée par ces massifs à la propagation des plissements de l'écorce terrestre. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur les épanchements boueux.*  
Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« La catastrophe de Saint-Gervais a rappelé l'attention sur les épanchements boueux des pays de montagnes ; mais, s'il est rare que les conséquences des torrents de boue soient aussi désastreuses que le 12 juillet 1892, il ne faut pas oublier que le phénomène est tout à fait normal, et constitue comme un trait de la physiologie des régions où il se produit. M. de Montzey en a résumé l'économie, dans un travail d'un haut intérêt (1).

» Des expériences poursuivies au laboratoire de Géologie du Muséum me paraissent de nature à donner aux épanchements boueux une signification géologique particulière.

» Il y a lieu de distinguer, dans le cours d'un torrent boueux, deux régions différentes : 1° une région supérieure, à forte pente, où la boue se constitue et où elle acquiert une force vive considérable ; 2° une région inférieure, à pente beaucoup plus douce, où la boue s'arrête sous la forme d'un *delta boueux*. C'est de cette seconde région que je m'occuperai aujourd'hui, réservant l'autre pour une Communication ultérieure.

» L'appareil dont je me suis servi consiste en une planche de 0<sup>m</sup>,66 de large et de 4<sup>m</sup> de longueur, dont l'inclinaison, variable à volonté, est indiquée par un échimètre.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 307, 8 août 1892.

A la partie supérieure est articulée, par une charnière, une caisse carrée de 18<sup>cm</sup> de côté, qu'on peut faire basculer à l'aide d'une corde passant sur une poulie, de façon à en déverser, sur la planche, le contenu consistant en 35<sup>kg</sup> environ de boue.

» La boue a été obtenue en mélangeant avec de l'eau une variété ocreuse de sable de Fontainebleau, connue dans Paris sous le nom de *sablon*. Avec 300<sup>cc</sup> d'eau par kilogramme de sable sec, on obtient une boue bien coulante, qui cependant porte sans les englober des fragments de calcaire et de granit.

» La planche étant inclinée à 26° sur l'horizon, on constate que la boue s'y étale de façon à constituer une vraie coulée, dont la forme est tout à fait comparable à celle des nappes de lave vomies par les volcans (1). Pendant le déversement, celle-ci s'épanche d'abord latéralement à droite et à gauche, de façon à occuper 40<sup>cm</sup> environ en largeur. Elle progresse en même temps dans le sens de la pente, en une traînée limitée en avant par un bourrelet semi-circulaire, et s'arrête après avoir recouvert 1<sup>m</sup>,50 à 1<sup>m</sup>,80 de longueur. Cette traînée reste toujours adhérente à la boue restée contre la paroi du réservoir, ce qui montre que sa progression est due, avant tout, à la pression des parties supérieures.

» Le mécanisme de l'écoulement mérite d'être précisé. Dans une coupe verticale passant par l'axe de symétrie de la coulée, on trouve que la vitesse maxima est à la surface. Mais il existe à l'avant une *zone frontale* où, à cause de la forme du bourrelet-limite, les parties superficielles descendent vers le sol et viennent se jeter à la traverse des courants horizontaux plus profonds. Il en résulte que le bourrelet est aplati et comme écrasé par le torrent qui s'avance sur lui.

» La matière de fond, celle qui est en contact avec le sol, augmentée, à la tête de la coulée, par les éléments venant de la surface, *ne glisse pas du tout*. Elle se constitue en une sorte de matelas, bien plus étalé vers l'amont que le torrent lui-même, et reste sous la forme de larges *plèvres*, à droite et à gauche du flot qui descend. La boue glisse donc exclusivement sur de la boue qui, dès le commencement de l'écoulement, a comblé les inégalités du sol.

» L'influence de la charge supérieure et de la pente sur l'écoulement et sur la forme du delta épanché a été déterminée pour diverses compacités de pâtes. La vitesse d'écoulement a, dans tous les cas, une influence directe sur la largeur des plèvres.

» En plaçant des obstacles devant la matière coulante, on a produit des intumescences, des divisions des courants en plusieurs bras, et des confluences de plusieurs courants en un seul. J'ai relevé une série de diagrammes, en plans et en coupes, de ces différentes conditions.

» C'est d'une manière spéciale qu'a été étudiée la puissance de transport des épanchements boueux. Des blocs de roches variées ont été charriés, sans aucun frottement, sur plus de 1<sup>m</sup> de longueur. Certains d'entre eux ont été rejetés soit sur le front, soit sur les bords de la coulée, de façon à imiter la disposition des moraines glaciaires.

---

(1) C'est ce que montre bien une photographie que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, et qui a été prise par M. Massat, attaché au laboratoire de Géologie du Muséum.

» Quand un bloc, préalablement placé en avant du réservoir, reçoit le choc du courant, il est ordinairement roulé et recouvert par la boue. Cependant nombre de dispositions permettent à celle-ci de le prendre par-dessous et de le soulever pour l'emporter à la faveur d'une espèce de jaillissement hydrostatique. C'est la répétition d'un fait que j'ai vu à Saint-Gervais, où des meules de moulin ont été prises dans un cellier par le torrent et emportées à plusieurs kilomètres.

» Parmi les conclusions de ces recherches, je signalerai spécialement celles qui paraissent avoir des applications géologiques directes.

» De ce nombre est le transport de blocs rocheux à des distances souvent très grandes et dans des conditions qui feraient supposer l'intervention glaciaire. Il suffit que la pluie fasse plus tard disparaître la boue, pour que les roches charriées se présentent avec l'allure des blocs erratiques proprement dits.

» Une autre application plus fréquente encore concerne les accumulations de boue à pierrailles, dont tant de vallées sont encombrées, et qu'on regarde aussi, sans exception, comme du terrain franchement glaciaire. Une partie notable de ce terrain, dans lequel se constituent si aisément les pilastres de terre, comme les *cheminées des fées* de Saint Gervais, doit certainement son origine au phénomène boueux, et la considération de celui-ci devra provoquer, dans certains cas, une restriction dans la dimension généralement accordée aux anciens glaciers.

» Du reste, je rappelle qu'à l'inverse des glaciers et des cours d'eau, les épanchements boueux ne produisent aucun affouillement du sol dans la partie inférieure de leur cours. Il en résulte un criterium de nature à les faire fréquemment reconnaître. »

M. GABRIEL FAURIE, à propos d'une Note récente de M. Hartmann sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts, rappelle la formule qu'il avait indiquée, en 1891, pour exprimer la loi des déformations permanentes des métaux, formule qui lui paraît comprendre les effets observés par M. Hartmann.

M. A. BLOCH adresse une Note « sur le maximum d'hydratation des principales matières amylacées utilisées dans l'industrie ; détermination de leur teneur en eau ».



M. **LÉOPOLD HUGO** adresse une Note « sur une expression dépendant de la philosophie des Mathématiques ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

---

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 FÉVRIER 1894.

(Suite.)

*L'Anthropologie*, sous la direction de MM. CARTAILHAC, HAMY, TOPINARD, 1893. Tome IV. N° 6. Novembre-décembre. Paris, G. Masson; 1 vol. gr. in-8°.

*Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques*, par M. CH. MÉRAY, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. Première Partie : *Principes généraux*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

*Les désastres de l'Agriculture. Les causes présumées. Le remède*. Saintes, 1894; 1 br. in-18.

*Mémoires et Bulletin de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux*. 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> fasc. 1893. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

*Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1893*. Tome XVIII. Paris, 1893; 1 vol. in-8°.

*Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1893*. Tome VI. Nos 1, 2, 3 et 4. Paris, 1893; 3 vol. in-8°.

*Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani*, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI. Roma, G. Bertero, 1894; 1 br. in-4°.

*Verslag omtrent den staat van Slands Plantentuin te Buitenzorg over het jaar 1892* (tevens inhoudende gegevens over het jaar 1891). Batavia, Landsdrukkerij, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

*Anales del Instituto y observatorio de Marina de San Fernando*, publicado de orden de la superioridad, por el director DON JUAN VINIEGRA, capitán de navío. Sección 2<sup>a</sup> : *Observaciones meteorológicas y magnéticas*. Año 1892. San Fernando, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

( 682 )

*Recuerdos de mi tiempo*, por ANTONIO N. PEREIRA. Montevideo, 1891 ;  
1 vol. in-8°.

*ERRATA.*

( Séance du 12 mars 1894. )

Note de M. *de Gramont*, Sur les spectres d'étincelle :

Page 593, ligne 16 en remontant, *au lieu de Stilbine, lisez Stibine.*

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

**On souscrit, dans les Départements,**

**On souscrit, à l'Étranger,**

chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :	
<i>Agen</i> .....	Michel et Médan.	<i>Lorient</i> .....	Bannal.	<i>Amsterdam</i> .....	Ferkema, Gaarelsen et C <sup>ie</sup> .	<i>Londres</i> .....	Dulan.
<i>Alger</i> .....	Gayault St-Lager.		M <sup>me</sup> Texier.	<i>Athènes</i> .....	Beck.	<i>Luxembourg</i> .....	Hachette et C <sup>ie</sup> .
	Jourdan.		Bernoux et Cumin.	<i>Barcelone</i> .....	Verdaguer.		Nutt.
	Ruff.		Georg.		Asher et C <sup>ie</sup> .		V. Bück.
<i>Amiens</i> .....	Courtin-Hecquet.	<i>Lyon</i> .....	Mégret.		Dannes.	<i>Madrid</i> .....	Libr. Gutenberg.
	Germain et Grassin.		Chanard.	<i>Berlin</i> .....	Friedlander et fils.		Gonzales e hijos.
<i>Angers</i> .....	Lachèse.		Vitte.		Mayer et Müller.		F. Fè.
<i>Bayonne</i> .....	Jérôme.	<i>Marseille</i> .....	Ruat.		Schmid, Francke et C <sup>ie</sup> .	<i>Milan</i> .....	Dumolard freres.
<i>Besançon</i> .....	Jacquard.	<i>Montpellier</i> .....	Galas.	<i>Berne</i> .....	Zanchelli.	<i>Moscou</i> .....	Hopff.
	Avrard.		Conlet.	<i>Bologne</i> .....	Rambot.		Gautier.
<i>Bordeaux</i> .....	Duthu.	<i>Moulins</i> .....	Martial Place.		Mayolez et Audiarde.	<i>Naples</i> .....	Furchheim.
	Müller (G.).		Jacques.	<i>Bruxelles</i> .....	Lebegue et C <sup>ie</sup> .		Marghiere di Gus.
<i>Bourges</i> .....	Renaud.	<i>Nancy</i> .....	Grosjean-Maupin.		Hannmann.	<i>New York</i> .....	Pellerano.
	Lefoumier.		Sidot freres.	<i>Bucharest</i> .....	Kilian.		Dyson et Pfeiffer.
<i>Brest</i> .....	F. Robert.	<i>Nantes</i> .....	Louveau.	<i>Budapest</i> .....	Deighton, Bell et C <sup>ie</sup> .		Stehert.
	J. Robert.		M. Veloppé.	<i>Genève</i> .....	Cammerneyer.		Westermann.
	V <sup>e</sup> Uzel Caroff.	<i>Nice</i> .....	Barna.	<i>Christiania</i> .....	Otto Keil.	<i>Odessa</i> .....	Rousseau.
<i>Caen</i> .....	Baer.	<i>Nîmes</i> .....	Thibaud.	<i>Copenhague</i> .....	Host et fils.	<i>Oxford</i> .....	Parker et C <sup>ie</sup> .
	Massif.	<i>Orléans</i> .....	Luzeray.	<i>Florence</i> .....	Loescher et Seebert.	<i>Palerme</i> .....	Clausen.
<i>Chambéry</i> .....	Perrin.	<i>Poitiers</i> .....	Blanchier.	<i>Hambourg</i> .....	Beuf.	<i>Porto</i> .....	Magalhaës.
<i>Cherbourg</i> .....	Henry.		Prumaud.	<i>Leipzig</i> .....	Cherbulhez.	<i>Prague</i> .....	Rivnac.
	Marguerie.	<i>Rennes</i> .....	Plibon et Herve.	<i>Liège</i> .....	Georg.	<i>Rio Janeiro</i> .....	Garnier.
<i>Clermont-Ferrand</i> .....	Rousseau.	<i>Rochefort</i> .....	Girard (M <sup>me</sup> ).	<i>La Haye</i> .....	Stapelmoor.	<i>Rome</i> .....	Bocca freres.
	Ribou-Collay.		Langlois.	<i>Lausanne</i> .....	Benda.	<i>Rotterdam</i> .....	Loescher et C <sup>ie</sup> .
<i>Dijon</i> .....	Lamarche.	<i>Rouen</i> .....	Lestringant.		Payot.	<i>Stockholm</i> .....	Kramers et fils.
	Ratel.	<i>St-Étienne</i> .....	Chevalier.		Barth.		Samson et Wallin.
<i>Douai</i> .....	Damidot.		Bastide.		Brockhaus.	<i>S. Petersbourg</i> .....	Zusetling.
	Lauverjat.	<i>Toulon</i> .....	Rumèche.		Lotentz.		Wolff.
	Crepin.		Ginet.		Max Rube.	<i>Turin</i> .....	Bocca freres.
<i>Grenoble</i> .....	Drevet.	<i>Toulouse</i> .....	Privat.		Twietmeyer.		Brero.
	Gratier.		Boisselier.	<i>Leipzig</i> .....	Desoer.		Clausen.
<i>La Rochelle</i> .....	Foucher.	<i>Tours</i> .....	Pericot.	<i>Liège</i> .....	Gause.	<i>Vienne</i> .....	Rosenberg et Schler.
	Bourdignon.		Suppligeon.			<i>Vérone</i> .....	Gebethner et Wolf.
<i>Le Havre</i> .....	Dombre.	<i>Valenciennes</i> .....	Giard.				Drucker.
	Lefebvre.		Lemaître.			<i>Zurich</i> .....	Frick.
<i>Lille</i> .....	Quarré.						Gerold et C <sup>ie</sup> .
							Meyer et Zeller.

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

Tomes 1<sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1856.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.  
Tomes 32 à 61. — (1<sup>er</sup> Janvier 1857 à 31 Décembre 1878.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.  
Tomes 62 à 91. — (1<sup>er</sup> Janvier 1879 à 31 Décembre 1889.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

**Tom I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. BRANDES et A.-J.-J. SOHN. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856..... 15 fr.  
**Tom II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEK. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1856 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BROUË. In-4°, avec 27 planches; 1861..... 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

# N° 12.

## TABLE DES ARTICLES. (Séance du 19 mars 1894.)



### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

	Pages.		Pages.
M. LE PRÉSIDENT annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 26 mars sera renvoyée au mardi 27.	609	M. H. BÉNAL. — Sur un appareil relatif à la question de la marche horizontale de l'homme.	610
M. LOTWY rappelle à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. le général Favre.	610	M. L. RAVASSE. — Des chyloères du rat et de l'absorption intestinale.	621

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. TIMM adresse au Membre sur la direction des ballons.	627
--	-----

### CORRESPONDANCE.

M. E. COSSERAT. — Observations des planètes (Sj), AX Wolf, AY Wolf, AZ Courty, BA Charlois, faites à l'Observatoire de Toulouse (équatorial Brunner).	627	propanoïque).	655
M. G. LE CADRE. — Observations des nouvelles planètes BB (Charlois, Nice S mars) et AX (Heidelberg et mars), faites à l'équatorial coude de l'Observatoire de Lyon.	628	M. A. PRÉVÉL. — De l'influence du mode de répartition des engrais sur leur utilisation par les plantes.	653
M. L. HOUDEVILLE. — Sur les variations de l'effet Peltier produites par l'aimantation.	630	M. M. KÄLLMANN. — Nouvelles recherches sur la pathogénie du diabète pancréatique.	656
M. N. PÉROMOFF. — Nouvelle méthode pour étudier la convection électrique dans les gaz.	631	MM. MOYAT et JETROUILLÉ. — Les nerfs glycosécrétoires.	659
M. A. BROUILLÉ. — Application de la méthode vectorielle aux appareils à champ tournant asynchrones.	633	M. BOUQUIN. — Sur les sucs amars des Ophidiens.	660
M. MAURICE DE HILBERY. — Sur un nouvel appareil dit <i>monochromatoscope</i> .	636	M. BOUTRY. — Anatomie du système trachéen des larves d'Hyménoptères.	664
M. H. L. CHATELIER. — Sur la loi générale de solubilité des corps normaux.	638	M. CÉLÉSTY. — Sur la dégénérescence des produits gemmaux chez les Polychaétidés.	666
M. LOUIS BENOIT. — Sur un nouveau compteur densitométrique à liquides.	641	MM. F. HILLET et DEVAZIOX. — Maladies bacillaires de divers végétaux.	668
M. P.-L. MÉRILLÉ. — Sur le poids moléculaire du perchlore de fer.	644	M. H. BESSELIÈRE. — Sur les <i>Pterophyllum</i> .	671
M. VIALA. — Sur la composition et la chaleur de formation de l'hydrate de protoxyde d'azote.	646	MM. F. DEVALÉ et A. DELEBERGÈRE. — Sur les griblites et les amphibolites du massif de B. Helonne.	673
M. A. JURY. — Sur les hypophosphates de thallium.	649	M. F. DE HAYAT. — Les zones tectoniques des Alpes de Suisse et de Savoie.	675
M. E. OSMOND. — Sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts.	650	M. S. SASTRAS-MÉNÉZIE. — Recherches sur les épanchements hémoragiques.	678
M. B. THOMAS-MAMBERT. — Sur l'acide 2-dibromopropionique et le 2-dibromo-		M. GUYOT et LAFITE rappellent une formule qu'il avait indiquée pour exprimer la loi des déformations permanentes des métaux.	680
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.		M. A. GUYOT adresse une Note « sur le maximum d'hydratation des principales matières amyliques nitrées dans l'industrie: détermination de leur teneur en eau ».	680
ERRATA.		M. FÉROTTE-HUGO adresse une Note « sur une expression dépendant de la philosophie des Mathématiques ».	681

3029

1894

PREMIER SEMESTRE.

—

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====  
TOME CXVIII.  
=====

N° 13 (27 Mars 1894).



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1894

# RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS.

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

25 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5<sup>h</sup>. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU MARDI 27 MARS 1894,

PRÉSIDENTE DE M. LOEUVY.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADEMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des acétylures cristallisés de baryum et de strontium*; par M. HENRI MOISSAN.

« Dans une Note précédente <sup>(1)</sup> nous avons indiqué quelles étaient les propriétés et les conditions de formation d'un carbure de calcium cristallisé  $C^2Ca$ . Les deux autres métaux alcalino-terreux, le baryum et le strontium peuvent aussi fournir avec facilité des carbures ou acétylures cristallisés dont les propriétés sont similaires. Nous les résumerons rapidement.

---

(1) HENRI MOISSAN, *Préparation au four électrique d'un carbure de calcium cristallisé; propriétés de ce nouveau composé* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 501).

» *Préparation du carbure de baryum.* — On emplit le creuset de charbon, du four électrique, d'un mélange intime formé de : baryte anhydre, 50<sup>gr</sup>; charbon de sucre, 30<sup>gr</sup>. On chauffe pendant quinze à vingt minutes avec un courant de 350 ampères et 70 volts. Après refroidissement, on obtient une masse noire, fondue, ayant pris la forme du creuset, et qui se brise avec facilité en présentant, suivant la cassure, de grands cristaux lamellaires.

» On peut substituer le carbonate de baryum à l'oxyde lorsque l'on veut éviter la préparation de ce dernier composé à l'état de pureté. Dans ce cas, on ajoute à 150<sup>gr</sup> de carbonate de baryum pur 25<sup>gr</sup> de charbon de sucre; on mélange le tout avec soin et l'on chauffe comme précédemment. Le rendement est un peu plus faible dans cette dernière préparation, mais le produit obtenu est identique et répond à la formule  $C^2Ba$ .

» Nous avons déjà rappelé, à propos de l'acétylure de calcium, que M. Maquenne, en faisant réagir le magnésium sur le carbonate de baryte avait préparé de l'acétylure de baryum capable de fournir avec l'eau de l'acétylène ne renfermant plus que 3 pour 100 d'hydrogène.

» *Préparation du carbure de strontium.* — On obtiendra le carbure de strontium dans les mêmes conditions et avec la même facilité en chauffant au four électrique le mélange de 120<sup>gr</sup> de strontiane et de 30<sup>gr</sup> de charbon de sucre ou de 150<sup>gr</sup> de carbonate de strontium et 50<sup>gr</sup> de charbon de sucre.

» Le carbure de strontium  $C^2Sr$  se présente aussi sous forme d'une masse noire à cassure cristalline dont les cristaux ont un aspect mordoré. Comme les autres acétylures alcalino-terreux, il s'effrite à l'air humide en se décomposant.

» *Propriétés.* — Le carbure de baryum est le plus fusible des carbures alcalino-terreux; il a pour densité 3,75. Le carbure de strontium a une densité de 3,19.

» Ces deux carbures se décomposent immédiatement au contact de l'eau, comme le carbure de calcium, en donnant de l'oxyde hydraté et du gaz acétylène pur.

» Les acides, soit concentrés, soit étendus, ont une action identique à celle que nous avons décrite précédemment à propos du carbure de calcium.

» L'action des hydracides est assez énergique. En présence de l'hydracide gazeux, lorsque la température est suffisamment élevée, la réaction se fait avec incandescence. Nous ne pouvons mieux faire pour comparer ces différents résultats que de donner les températures prises à la pince thermo-électrique et au thermomètre au moment où l'incandescence se produit.



	Température d'incandescence dans		
	le chlore sec.	les vapeurs de brome.	les vapeurs d'iode.
C <sup>2</sup> Ca.....	245°	350°	305°
C <sup>2</sup> Sr.....	197	174	182
C <sup>2</sup> Ba.....	140	130	122

» L'action de l'oxygène est aussi très énergique, mais à une température beaucoup plus élevée. Il faut atteindre le point de ramollissement du verre et, avec le carbure de baryum, l'expérience est très belle. Il se produit une vive incandescence en même temps qu'il se forme de la baryte fondue.

» Le carbure de baryum est décomposé avec incandescence par le soufre à une température un peu supérieure au point de fusion de ce dernier corps. Il se produit du sulfure de baryum et du sulfure de carbone. La réaction est identique pour le carbure de strontium vers 500°.

» Le sélénium réagit de même avec une vive incandescence en produisant du séléniure de carbone et un séléniure alcalino-terreux.

» L'azote ne produit rien à 1200° (1), mais la vapeur de phosphore exerce une action très vive au rouge sombre : brillante incandescence et formation de phosphure.

» Avec l'arsenic, réaction moins vive, mais nécessitant une température plus élevée.

» A 1000°, le silicium et le bore ne réagissent pas sur ces carbures alcalino-terreux.

» *Analyses.* — Les dosages du carbone, du baryum et du strontium ont été faits par les méthodes que nous avons indiquées dans notre première Note. Ces analyses nous ont donné les chiffres suivants :

	1.	2.	Théorie.		1.	2.	Théorie.
Strontium.	77,96	78,32	78,47	Baryum...	85,30	85,10	85,00
Carbone..	21,55	21,41	21,53	Carbone..	15,10	14,87	15,00

» Ces nouveaux composés répondent donc bien aux formules C<sup>2</sup>Sr et C<sup>2</sup>Ba.

» En résumé, les métaux alcalino-terreux, calcium, baryum et strontium s'unissent avec facilité au carbone à la température du four élec-

---

(1) Le produit repris par l'eau à l'ébullition, après dégagement de l'acétylène, dégage cependant quelques vapeurs ammoniacales.

trique et produisent des acétylures cristallisés. Ces corps sont immédiatement décomposables par l'eau froide, avec formation d'oxyde hydraté et dégagement d'acétylène pur.

» Les métaux alcalins paraissent donner aussi des acétylures, mais ces derniers doivent se former à une température un peu moins élevée. En opérant dans les mêmes conditions que ci-dessus, nous avons obtenu des mélanges noirs, avec excès de charbon, dégageant une petite quantité de gaz acétylène au contact de l'eau, mais ne possédant pas une composition constante et ne présentant pas trace de cristallisation. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Inscription électrique des mouvements des valvules sigmoïdes, déterminant l'ouverture et l'occlusion de l'orifice aortique*; par M. A. CHAUVEAU.

« On sait quelle importance s'attache au mécanisme des valvules du cœur. Elles garnissent les orifices de cet organe à la manière de soupapes, dont le jeu détermine et règle le mouvement que les systoles cardiaques impriment au liquide sanguin. Que ces valvules s'altèrent, aussitôt surviennent les troubles les plus graves de la fonction circulatoire. Le clinicien, comme le physiologiste, a donc grand intérêt à savoir exactement comment jouent ces soupapes valvulaires.

» La méthode graphique, appliquée par M. Marey et moi à la détermination du mécanisme général du cœur, avait donné, sur les mouvements des valvules auriculo-ventriculaires et sigmoïdes, des renseignements intéressants, qui nous semblaient avoir mis hors de doute les caractères de ces mouvements valvulaires. C'est ainsi, du reste, que la masse des physiologistes et des pathologistes en ont jugé. Il y a eu pourtant des exceptions parmi eux, et il subsiste encore des dissidents, qui sont en train de faire des prosélytes, surtout en Allemagne. Ceci tient à ce que nos expériences ont été répétées, non pas avec nos procédés, nos appareils, nos sujets, mais à l'aide de moyens beaucoup moins propres à assurer le succès des constatations. Les progrès réalisés dans l'auscultation du cœur sont ainsi menacés d'un recul. Il m'a paru utile d'enrayer ce recul, en introduisant un nouvel élément dans la démonstration du mécanisme des valvules du cœur.

» Les graphiques que nous avons publiés, M. Marey et moi, ne contiennent pas de courbes spéciales des mouvements de ces valvules. Les caractères

tères en ont été indiqués d'après certains indices qui traduisent ces mouvements en apparaissant dans les tracés des pressions intracardiaques, recueillies avec nos ampoules cardiographiques. Or, il m'a semblé possible d'obtenir, par divers procédés, l'inscription même des mouvements valvulaires. L'un de ces procédés, celui dont je présente aujourd'hui les premiers résultats, consiste dans l'inscription, à l'aide d'un signal électrique, du moment où les valvules ouvrent ou ferment les orifices du cœur. On inscrit en même temps les modifications imprimées aux pressions intracardiaques et intraartérielles par les systoles et les diastoles de l'organe. Il ne manque ainsi aucun des éléments nécessaires à la détermination des rapports existant entre ces divers phénomènes.

» Voici comment l'outillage a été disposé pour l'étude des mouvements des valvules de l'orifice aortique.

» Une sonde métallique à double courant est munie de deux ampoules cardiographiques, du type de l'ampoule ordinaire, destinée à être introduite, par la voie de la carotide et de l'aorte, dans le cœur gauche du cheval. Ces deux ampoules sont séparées par un espace de 3<sup>cm</sup> environ. Leur disposition est telle que l'une peut être placée dans le ventricule gauche, au-dessous des valvules sigmoïdes, l'autre restant dans l'aorte au-dessus de ces mêmes valvules. Alors l'étranglement qui sépare les deux ampoules occupe le centre même de l'orifice aortique. Là cette partie de l'appareil est tantôt libre, tantôt serrée par les valvules, suivant que l'orifice est ouvert ou fermé. Sur cet étranglement, on a disposé un contact électrique, qui s'établit ou se rompt, par le jeu d'une étroite lame élastique, faisant l'office d'un ressort très flexible, qu'actionne la pression des valvules. Si l'orifice aortique est béant, la lame se soulève et le contact est détruit. Si les valvules s'abaissent pour fermer l'orifice, le contact se rétablit. Le circuit électrique est formé par l'armature métallique de la sonde et par un fil isolé, inclus dans la cavité externe de celle-ci. Ce fil est soudé à une petite plaque de platine également isolée, contre laquelle vient s'appuyer l'extrémité libre du ressort, garnie d'une petite pointe de platine. Des pinces extérieures servent à mettre dans le circuit une pile et un signal électromagnétique, qui marque toutes les ouvertures et toutes les fermetures du circuit, déterminées par le jeu des valvules.

» De cette manière, on peut recueillir trois graphiques superposés, dont la comparaison renseigne exactement sur le synchronisme des phénomènes que l'on veut étudier :

» 1<sup>o</sup> Le graphique des mouvements (systole et diastole) du ventricule

Fig. 1.

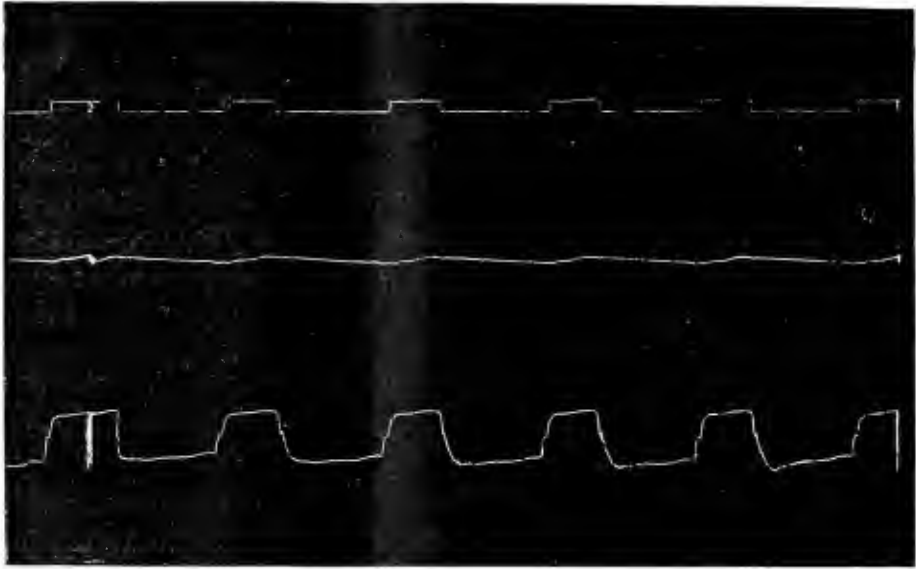
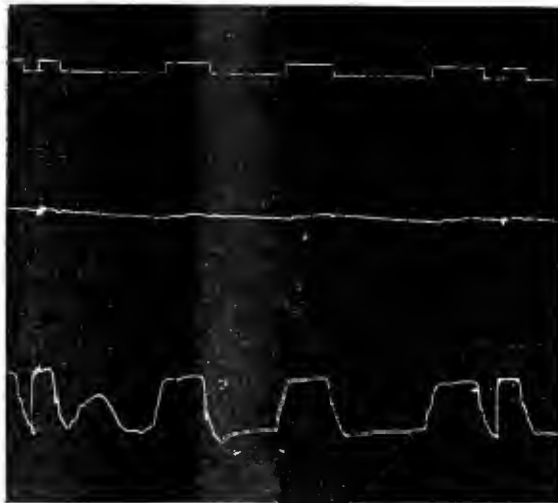


Fig. 2.



*Ligne inférieure* : graphique de la pression intraventriculaire (cœur gauche). — *Ligne moyenne* : graphique de la pulsation aortique (à peine indiquée). — *Ligne supérieure* : graphique des mouvements des valvules sigmoïdes, déterminant l'ouverture et la fermeture de l'orifice aortique.

*Fig. 1.* — État physiologique.

*Fig. 2.* — Battements ventriculaires rendus irréguliers par des mouvements imprimés à la sonde. L'intérêt de cette figure consiste dans l'existence d'un battement stérile, pendant lequel l'orifice aortique est resté fermé, comme l'indiquent les tracés moyen et supérieur. Il n'y existe aucun indice, ni de la pulsation aortique, ni de l'occlusion, du soulèvement et de l'abaissement des valvules sigmoïdes, liés à cette pulsation.

gauche, d'après les changements de pression que ces mouvements impriment au sang intraventriculaire.

» 2° Le graphique de la pulsation aortique.

» 3° Le graphique des mouvements des valvules sigmoïdes, c'est-à-dire : *a* leur relèvement, qui ouvre l'orifice aortique pour laisser passer le sang du ventricule dans l'aorte ; *b* leur abaissement, qui ferme cet orifice et empêche tout reflux de l'aorte dans le ventricule.

» On a reproduit par l'héliogravure une fraction des tracés que je viens d'obtenir dans une première expérience. Exécutée avec un appareil dont les ampoules exploratrices, celle de l'aorte surtout, n'avaient pas assez de sensibilité, cette expérience a donné des tracés dont les oscillations manquent d'ampleur. Cela n'empêche pas ces tracés d'être très significatifs.

» Ainsi, dans le graphique du signal, l'indice de l'ouverture de l'orifice aortique coïncide avec un point de la région supérieure (voir les tracés de l'état physiologique, *fig. 1*) de la partie ascendante (systolique) du graphique ventriculaire, ainsi qu'avec la base de la très faible ascension imprimée au graphique aortique par la pulsation que détermine la systole du ventricule.

» Quant à l'indice de la fermeture de l'orifice aortique, il est en coïncidence, dans le tracé ventriculaire, avec la région supérieure ou originelle de la brusque descente diastolique ; dans le tracé aortique, avec la région correspondante, accidentée par le bref ressaut que provoque le choc des valvules sigmoïdes.

» Ces graphiques démontrent donc, d'une manière absolument indiscutable, les propositions que nous avons déjà établies, sur les mouvements des valvules artérielles, à l'aide de nos anciennes expériences :

» 1° *Les valvules sigmoïdes se relèvent et l'orifice aortique s'ouvre, non pas au moment où débute la contraction ventriculaire, mais quand cette contraction a atteint la force nécessaire pour communiquer au sang intracardiaque une pression supérieure à celle du sang intraaortique ;*

» 2° *Les valvules sigmoïdes s'abaissent et l'orifice aortique se ferme au moment même où s'opère le relâchement ventriculaire.*

» Il ne saurait donc subsister aucun doute sur la place qu'occupe, dans la révolution complète du cœur, le deuxième bruit cardiaque, dû à l'abaissement et à la tension des valvules sigmoïdes.

» Je serai prochainement en mesure de démontrer que les mouvements des valvules auriculo-ventriculaires sont aussi très facilement inscrits par

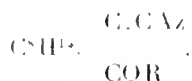
le signal électro-magnétique, de même qu'un certain nombre d'autres phénomènes intracardiaques, ayant échappé jusqu'à présent à toute détermination précise. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux méthylecyanocamphres isomères.*

Note de MM. A. HALLER et MINGUIN.

« Dans une Communication faite par l'un de nous (1) sur les alcoylcyanocamphres, il a été montré que ces combinaisons perdent les radicaux alcoyles, sous la forme d'éthers chlorhydriques, quand on les soumet à l'action de l'acide chlorhydrique concentré.

» Ce dédoublement a fait attribuer à ces corps la formule de constitution



» Ces recherches, continuées sur le méthylecyanocamphre, ont montré que ce dérivé, qui jusqu'alors n'avait pu être obtenu qu'à l'état liquide, était en réalité formé par un mélange de deux corps isomères, à fonctions nettement dissemblables, dont l'un répond à la formule générale ci-dessus, et l'autre à une autre constitution.

» En effet, si l'on maintient le méthylecyanocamphre brut, pendant quelque temps, à une température au-dessous de 0°, le liquide ne tarde pas à laisser déposer des cristaux. Séparés du liquide jaunâtre qui les imprègne, ces cristaux sont dissous dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole et purifiés par des cristallisations successives. On obtient ainsi un beau produit blanc, nettement cristallisé, fondant à 63° et dont le pouvoir rotatoire moléculaire  $(\alpha)_D = +150^{\circ}8$ . Il est soluble dans l'alcool, l'éther, insoluble dans l'eau et les alcalis.

» L'acide chlorhydrique aqueux le décompose quantitativement, en chlorure de méthyle et camphre cyané, soluble dans la potasse.

» Traité par du brome, il donne naissance à du bromure de méthyle et à du camphre cyanobromé, identique avec celui qui se forme quand on soumet une solution sulfocarbonique de camphre cyané à l'action du brome.

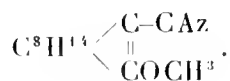
» Une solution alcoolique de potasse le transforme à la longue en acide

(1) A. HALLER, *Comptes rendus*, t. CXV, p. 97.

( 691 )

hydroxycamphocarbonique, qui possède les mêmes propriétés que celui qu'on obtient en traitant le camphre cyané par les alcalis. Il se produit sans doute aussi de l'alcool méthylique.

» Toutes ces réactions conduisent à admettre pour ce méthyleyanocamphre, que nous désignerons par la lettre  $\beta$ , la formule de constitution indiquée plus haut :



» L'huile, séparée des cristaux, possède la même composition que ces derniers et renferme encore en dissolution des quantités variables de ce produit solide  $\beta$ . Pour éliminer celui-ci, il suffit de traiter le liquide par de l'acide chlorhydrique qui décompose le composé  $\beta$  en chlorure de méthyle et camphre cyané, sans atteindre l'isomère. Un lavage à la potasse, qui dissout le camphre cyané et l'acide chlorhydrique en excès, permet d'obtenir le produit huileux à l'état pur.

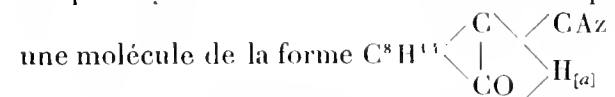
» Ce composé, que nous appellerons *méthyleyanocamphre- $\alpha$* , se présente sous la forme d'un liquide épais, jaunâtre, de pouvoir rotatoire  $(\alpha)_0 = +90^\circ, 1$  et qui laisse parfois déposer des cristaux mous, jaunes, fondant entre  $38^\circ$  et  $45^\circ$ , et ayant même composition et même pouvoir rotatoire que le liquide au sein duquel il s'est formé.

» L'acide chlorhydrique est sans action, à froid, sur ce composé.

» Chauffé dans un appareil à reflux avec de la potasse alcoolique, il donne de l'ammoniaque et de l'acide méthylhydroxycamphocarbonique, homologue supérieur de l'acide hydroxycamphocarbonique.

» Cet acide fond à  $175^\circ$  et possède le pouvoir rotatoire moléculaire  $(\alpha)_0 = +26^\circ, 31$ .

» Son sel d'argent est un précipité blanc répondant à la formule  $\text{C}^{12}\text{H}^{18}\text{O}^4\text{Ag}^2$ . Un titrage alcalimétrique conduit également, pour cet acide, à la formule  $\text{C}^{12}\text{H}^{20}\text{O}^4$ . En nous basant sur une théorie proposée par M. Schützenberger, nous avons déjà émis l'hypothèse (1) que le camphre cyané, en solution dans les alcalis, pouvait être considéré comme

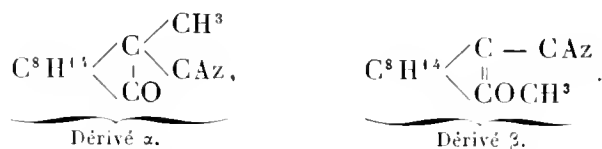


» Dans cette molécule le radical remplaçant l'hydrogène  $\text{H}_{[a]}$  peut,

---

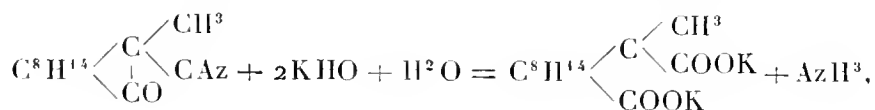
(1) *Loc. cit.*

suivant les conditions, se sonder au groupement  $\begin{array}{l} /C-CAz \\ | \end{array}$  ou au groupement  $\begin{array}{l} | \\ \backslash CO \end{array}$ , de telle sorte que les composés obtenus peuvent affecter les deux formes suivantes :



» Les réactions auxquelles ces composés donnent lieu justifient cette manière de les représenter, et font voir que ces dérivés sont des isomères chimiques.

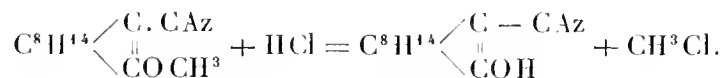
» Comme il a été démontré plus haut, le corps  $\alpha$  se comporte comme le camphre cyané lui-même, dont il est l'homologue supérieur, et donne, avec la potasse alcoolique, l'acide méthylhydroxycamphocarbonique



fait qui autorise à admettre que le radical  $\text{CH}^3$  est soudé à un atome de carbone.

» L'isomère  $\beta$  se comporte, au contraire, comme certains éthers mixtes de phénols qui sont saponifiés, non seulement par les acides, mais encore par les alcalis.

» Dans ces saponifications, le méthylcyanocamphre  $\beta$  se dédouble en alcool méthylique ou son chlorure, et en camphre cyané (ou en son produit d'hydratation, l'acide hydroxycamphocarbonique), de telle sorte que l'on peut représenter la plus simple de ces saponifications par l'équation



» Mais le camphre cyané mis en liberté ne garde pas cette forme et revient à son arrangement moléculaire primitif. Nous avons, en effet, déjà fait voir que ce dérivé ne se combine pas à l'isocyanate de phényle, comme le font en général tous les composés renfermant un groupe  $\text{COH}$ .

» D'autres iodures ou chlorures alcooliques réagissent dans le même sens que l'iode de méthyle, sur le camphre cyanosodé; nous avons toute-



fois remarqué qu'avec les homologues supérieurs de  $\text{CH}^3\text{I}$ , il ne se produit que de petites quantités des isomères de la forme  $\alpha$ .

» Comme nous l'avons fait observer à plusieurs reprises, le camphre cyané, ainsi que l'acide camphocarbonique, composé carboxylé correspondant, ont d'étroites analogies avec les cyanocétones  $\beta$  et les acides cétoniques  $\beta$  (cyanacétophénone, éthers acétoacétique, benzoylacétique). Les réactions que nous venons de mentionner justifient encore ces rapprochements. Elles font en outre voir, une fois de plus, combien, dans certains composés, l'arrangement moléculaire est peu fixe et se prête à des changements fractionnels, et combien aussi l'immutabilité de nos formules de constitution est parfois illusoire. »

### CORRESPONDANCE.

M. le **MINISTRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE ET DES COLONIES** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour la chaire d'Agriculture, actuellement vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **LE GALL**, commandant le paquebot *le Sénégal* de la Compagnie des Messageries maritimes, rend compte comme il suit des effets obtenus en mer par le filage de l'eau de savon, pendant un coup de vent.

« Pendant le coup de vent que nous avons eu à subir, dans l'Adriatique, le 19 février, j'ai cru devoir, pour diminuer l'effet des coups de mer contre le paquebot *le Sénégal*, essayer le filage de l'eau de savon, qui avait été recommandé dernièrement.

» Nous avons employé 3<sup>ks</sup> de savon, qu'on a fait dissoudre dans 70<sup>lit</sup> d'eau environ. De vieux fauberts ont été placés dans la poulaïne de bâbord. On a versé sur eux l'eau de savon, de façon à produire un écoulement peu rapide. Il s'est produit une zone d'environ 10<sup>m</sup> de largeur, dans laquelle les lames s'arrêtaient et se brisaient sans pouvoir embarquer à bord.

» Le bâtiment était à la cape sous les goélettes. Quand le temps s'est embelli et que la vitesse a été augmentée, l'eau de savon a continué sa protection jusqu'à la limite de 45 tours de la machine.

» Enfin, le filage de l'eau de savon étant terminé et la vitesse de la machine restant la même, nous avons reçu des coups de mer. .... »

ASTRONOMIE. — *Occultation de l'Épi de la Vierge, le 22 mars 1894, observée à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest), par M. G. BIGOURDAN, communiquée par M. Tisserand.*

« Cette occultation se présentait dans des circonstances très favorables pour servir à la détermination du lieu de la Lune, car l'erreur à craindre sur l'ensemble des observations de l'entrée et de la sortie se trouvait réduite au minimum, en raison de ce que la disparition avait lieu au bord brillant, tandis que la réapparition se produisait au bord obscur.

» Voici les heures notées pour ces instants (elles pourront subir une très légère modification quand la correction de la pendule méridienne sera définitivement connue) :

Disparition.....	16 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup> ,5 ± 0 <sup>s</sup> ,3,	temps moyen de Paris.
Réapparition.....	17 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup> ,3 ± 0 <sup>s</sup> ,2,	» »

» On sait que dans le voisinage de la nouvelle lune on peut observer à l'œil nu l'occultation d'une étoile suffisamment brillante, quand elle disparaît au bord obscur; et l'expérience montre (1) que l'heure ainsi notée est exactement la même que pour un observateur muni d'une lunette. Mais l'éclat de la pleine lune permettrait-il d'observer de même à l'œil nu l'occultation d'une étoile de première grandeur? Ce qui a été noté à propos de l'occultation de l'Épi répond négativement à cette question. En effet, tandis qu'à 15<sup>h</sup>45<sup>m</sup>, temps moyen, on voyait très facilement cette étoile, distante d'environ 20' du bord de la Lune, on a cessé complètement de l'apercevoir à 15<sup>h</sup>59<sup>m</sup>, c'est-à-dire vingt minutes avant la véritable occultation. Après la réapparition, j'ai aperçu l'étoile à 17<sup>h</sup>37<sup>m</sup>, quand elle était sortie depuis neuf minutes seulement; mais il faut noter que l'étoile était alors plus éloignée de la partie brillante que ne

(1) Les observations de ce genre étant assez rares, nous profiterons de l'occasion pour en citer une qui est inédite et qui fut faite en mer par la mission dirigée par M. Tisserand, quand elle revenait d'observer à la Martinique le passage de Vénus sur le Soleil. Le 13 décembre 1882 la Lune, qui avait alors trois jours, occulta β<sub>2</sub> Capricorne, étoile de troisième grandeur. La disparition au bord obscur fut observée, au moyen de petites lunettes, par M. Tisserand et par plusieurs autres personnes, tandis que j'observais à l'œil nu : je vis disparaître l'étoile exactement au même instant que les autres observateurs.

l'indique cet intervalle de neuf minutes, à cause de la largeur de la partie invisible de la Lune, dont l'opposition était passée depuis trente-neuf heures.

» Comme la Lune ne peut occulter que quatre étoiles de première grandeur, qui sont, par ordre d'éclat, Aldébaran, l'Épi, Antarès et Régulus, l'observation précédente montre que l'on ne peut s'attendre à retrouver des occultations d'étoiles observées dans l'antiquité au voisinage de la pleine lune.

» On sait aussi que, dans les occultations, au moment de la disparition, l'étoile paraît quelque temps sur le disque même de la Lune, que le bord soit brillant ou seulement éclairé par la lumière cendrée. Cette illusion, expliquée de diverses manières, fut attribuée par J.-N. de l'Isle à la diffraction, et c'est aujourd'hui l'explication généralement admise. A cause de l'état des images, l'occultation de l'Épi n'a pu donner à ce sujet d'indication bien nette; car cette étoile, au lieu de se présenter sous la forme d'un petit disque entouré de ses anneaux, formait une masse lumineuse arrondie couvrant un cercle de 7" à 8" de diamètre. Au moment de la disparition, j'ai bien vu cette masse se projeter en majeure partie sur le disque de la Lune, mais les ondulations des images n'ont pas permis d'évaluer la fraction de ce cercle qui était déjà entrée. Quant à la réapparition, elle a été bien instantanée.

» La même étoile doit être occultée de nouveau le 6 août prochain, mais alors les conditions seront moins favorables, car le phénomène se produira pendant le jour et la disparition aura lieu au bord obscur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète BC, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'ouest), par M. G. BIGOURDAN. Communiquées par M. Tisserand.*

« J'ai rencontré cette planète le 24 mars vers 10<sup>h</sup> du soir : elle paraît nouvelle. Voici les premières observations que j'en ai faites :

Date 1894.	Étoiles.	Gr.	Temps sidéral de Paris.	Planète — Étoile.		Nombre de compar.
				$\Delta R.$	$\Delta \text{Décl.}$	
Mars 24 . . . . .	<i>a</i>	11,5	10.33.13 <sup>h m s</sup>	—0.11,32 <sup>m s</sup>	+2.13,4 <sup>''</sup>	4:4
24 . . . . .	<i>a</i>	11,5	10.44.12	—0.11,46	+2.13,4	4:4
24 . . . . .	<i>a</i>	11,5	11.28.35	—0.12,00	+2.13,7	2:2

*Positions des étoiles de comparaison.*

Date 1894.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>s</sup>	° ' "	<sup>s</sup>	
Mars 24...	<i>a</i> anonyme	9.24.14,18	+1,46	+4. 9.59,0	-3,7	Rapportée à <i>b</i> et à <i>c</i>
24...	<i>b</i> = 2203 BD + 4°	9.27.17,12	»	+4. 9.44,3	»	AGC Albany (3807)
24...	<i>c</i> = 2207 BD + 4°	9.27.58,16	»	+4.16.50,6	»	AGC Albany (3810)

*Position apparente de la planète.*

Date 1894.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>		° ' "	
Mars 24...	10.50.21	9.24. 4,13	2,784	+4.12.8,8	0,792

» *Remarques.* — 1894 mars 24. La planète est de grandeur 12,8.

» L'étoile *a* été rapportée, avec l'équatorial, aux étoiles *b* et *c*; on a obtenu ainsi :

$$\star a - \star b \dots \Delta R = -3^m 2^s,93 \quad \Delta \varnothing = +0' 13'',5 \quad 6:2 \text{ Comp.}$$

$$\star a - \star c \dots \Delta R = -3^m 44^s,00 \quad \Delta \varnothing = -6' 50'',5 \quad 5:2 \text{ Comp.}$$

ASTRONOMIE. — *Observations photographiques de planètes faites à l'observatoire d'Alger, par MM. Rambaud et F. Sy. Note de M. Ch. TRÉPIED, présentée par M. Tisserand.*

Dates 1894.	★	Grandeur.	Planète — Étoile.		Nombre de compar.	Observateurs.	
			$\Delta R.$	$\Delta \varnothing.$			
			<sup>m</sup> <sup>s</sup>	' "			
3 Mars	....	1	8,7	-0.16,09	-9.06,4	4:4	S
»	....	1	»	-0.16,08	-9.07,6	4:4	R
»	....	2	9,2	+0.10,60	+30.39,3	4:4	S
»	....	2	»	+0.10,63	+30.41,1	4:4	R
14 Mars	....	3	8,5	-0.38,92	+7. 6,2	4:4	R
»	....	3	»	-0.38,96	+7. 6,6	4:4	S
»	....	3	»	-0.40,30	+7.13,0	4:4	R
»	....	3	»	-0.40,31	+7.13,3	4:4	S

## POSITIONS DES ÉTOILES DE COMPARAISON.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison polaire moy. 1894,0.	Réduction au jour.
		<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>s</sup>	° ' "	<sup>s</sup>
1...	$\frac{1}{2}$ [Weisse <sub>1</sub> , n° 1096 + H. Seelig, n° 62911]	11. 2.44,06	+1,71	+7. 8.53,7	-7,9
2...	$\frac{1}{2}$ [Albany, n° 4238 + H. Seelig, n° 6543]	11.12.24,33	+1,66	+3.58.27,5	-8,3
3...	Albany, n° 3812	9.29. 1,81	+1,55	+4. 1.32,6	-3,9

## POSITIONS APPARENTES DES PLANÈTES.

Dates 1894.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	*
<i>Première planète Wolf (1<sup>er</sup> mars).</i>						
3 Mars . . . . .	9.31.16 <sup>h m s</sup>	11. 2.29,68 <sup>h m s</sup>	$\bar{1},497_n$	+6°.59'.39".4	0,662	1
» . . . . .	9.31.16	11. 2.29,69	$\bar{1},497_n$	+6.59.38,2	0,662	1
<i>Deuxième planète Wolf (1<sup>er</sup> mars).</i>						
3 Mars . . . . .	10.15. 9	11.12.36,59	$\bar{1},408_n$	+4.28.58,5	0,681	2
» . . . . .	10.15. 9	11.12.36,62	$\bar{1},408_n$	+4.29. 0,3	0,681	2
<i>Planète Charlois (8 mars).</i>						
14 Mars . . . . .	9.13.52	9.28.24,44	$\bar{2},964_n$	+4. 8.34,9	0,678	3
» . . . . .	9.13.52	9.28.24,40	$\bar{2},964_n$	+4. 8.35,3	0,678	3
» . . . . .	10.12.43	9.28.23,06	$\bar{2},473$	+4. 8.41,7	0,677	3
» . . . . .	10.12.43	9.28.23,05	$\bar{2},473$	+4. 8.42,0	0,677	3

» Les observations précédentes résultent de mesures faites sur des clichés photographiques, et ceux-ci ont été obtenus par une méthode dont MM. Rambaud et Sy ont fait, à ma prière, une première application, et dont voici le principe :

» L'équatorial photographique étant pointé sur une région du ciel où se trouve une planète dont le mouvement est connu en ascension droite et en déclinaison, si l'on donnait à la lunette un déplacement continu de même grandeur que celui de l'astre, mais de sens contraire, l'image photographique de la planète serait un disque d'apparence stellaire, tandis que les images des étoiles seraient des traînées. C'est l'inverse du procédé qu'on a jusqu'à présent employé pour la recherche des planètes au moyen de la photographie. Dans cette nouvelle manière d'opérer, les choses se passant comme si la planète était réduite au repos, l'intensité de son image augmente avec la durée de la pose, au lieu d'en être indépendante comme il arrive dans l'autre méthode. Les deux méthodes se distinguent donc l'une de l'autre par le caractère suivant : dans la première, ce qui augmente avec la durée de la pose, c'est la *longueur de la trace* ; dans la seconde, c'est l'intensité de l'image, d'où résulte un avantage précieux pour le cas où la planète qu'il s'agit de photographier n'a qu'un éclat très faible.

» Il ne serait pas facile de donner à la lunette un déplacement continu ;

du moins on n'y parviendrait pas sans un dispositif spécial, coûteux et probablement incommode. Mais, pratiquement, on obtiendra un effet à peu près équivalent en effectuant une série de déplacements à intervalles de temps égaux, par exemple de minute en minute. Si le mouvement de l'astre est imparfaitement connu, ce qui arrivera pour les observations suivant de près l'époque de la découverte, ou pour une planète ancienne n'ayant pas été depuis longtemps observée, la planète n'aura pas été réduite complètement au repos, son image photographique se présentera sous la forme d'une trace ayant une certaine longueur, moindre que celle des étoiles et se distinguera de celles-ci à la fois par la *longueur* et par la *direction* de la trace. Pour éviter toute méprise, il sera d'ailleurs utile de faire une seconde pose sur la même plaque, après avoir donné un déplacement convenable à la croisée des fils du micromètre, soit en ascension droite, soit en déclinaison.

» S'il s'agissait enfin d'une planète dont le mouvement fût tout à fait inconnu, on pourrait encore appliquer la même méthode en adoptant une valeur moyenne pour le mouvement en ascension droite, par exemple de quarante à cinquante secondes de temps par vingt-quatre heures, et en supposant nul le mouvement en déclinaison dont la grandeur absolue dépasse rarement sept minutes d'arc. Il serait ici, plus que jamais, utile de répéter la pose sur la même plaque, et, en prenant un second cliché de la même région, à double pose, on achèverait de lever tous les doutes. Ce pourrait être un moyen d'augmenter l'effet utile d'un instrument donné, dans la recherche des planètes d'un faible éclat.

» Les mesures faites, comme celles qui sont données plus haut, ont une précision bien supérieure à celles des meilleures observations équatoriales. Les réductions sont, d'ailleurs, en tout semblables à celles des observations ordinaires, sauf que le calcul de la réfraction, lorsqu'il est nécessaire, est un peu plus compliqué. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé. Applications à Mercure et à Junon.* Note de M. MAURICE HAMY, présentée par M. Tisserand.

« Dans une Communication récente, j'ai donné la valeur asymptotique des coefficients éloignés du développement trigonométrique de l'expression

$$\frac{(fE^n)}{\Delta^n} f(E^n),$$

qui se présente dans le développement de la fonction perturbatrice (1).

» Les formules obtenues permettent de tenir compte, dans le calcul d'une inégalité d'ordre élevé, de l'excentricité de la planète intérieure et de l'inclinaison des orbites; elles fournissent, avec une faible erreur relative, la partie du coefficient de l'inégalité qui est indépendante de l'excentricité de la planète extérieure. Cette partie, il est vrai, peut différer du coefficient exact, parce que les termes qui contiennent en facteur l'excentricité négligée sont multipliés par de grands facteurs (2); mais, si elle est notable, il y a des chances pour que l'inégalité complète ait elle-même une valeur sensible et il y aura lieu de la déterminer par les méthodes ordinaires.

» J'ai fait quelques applications de mes formules :

» *Première application à Mercure.* — Il s'agit de l'inégalité de la longitude moyenne de Mercure dont l'argument dépend de huit fois le moyen mouvement de Vénus moins cinq fois celui de Mercure.

» Cette inégalité se trouve dans les Tables de Le Verrier (*Annales de l'Observatoire*, t. V, p. 189) qui a déterminé seulement les termes dépendant de la forte excentricité de Mercure. Son coefficient a pour valeur

$$-0''\text{,}0067.$$

» En tenant compte seulement de l'excentricité de Mercure, comme Le Verrier, nos expressions approchées conduisent, pour les valeurs du coefficient, au nombre  $-0''\text{,}0084$ , dont l'erreur relative est de  $\frac{1}{5}$ . L'approximation est satisfaisante, bien que, dans le cas actuel, les multiplicateurs des moyens mouvements ne soient pas très élevés.

» *Seconde application à Mercure.* — L'une des réduites du développement en fraction continue du rapport des moyens mouvements de Vénus et de Mercure est  $\frac{23}{9}$ . Nous nous sommes proposé de déterminer la valeur du coefficient de l'inégalité de la longitude moyenne de Mercure dont l'argument dépend de vingt-trois fois le moyen mouvement de Vénus moins neuf fois celui de Mercure.

» Cette inégalité a été considérée par M. Newcomb dans son étude sur les passages de Mercure (*Astronomical Papers*, t. I).

(1) Se reporter à mes notations (*Comptes rendus* du 25 décembre 1893).

(2) Voir, à ce sujet, une Note de M. CALLANDREAU (*Comptes rendus* du 5 septembre 1892).

» En négligeant l'excentricité de Vénus et l'inclinaison des orbites qui, en raison de leur petitesse, n'apportent vraisemblablement pas un fort appoint à la partie du coefficient qui dépend de la grande excentricité de Mercure, on trouve pour la valeur de l'inégalité

$$\delta\varphi = 0'',015 \sin (23I_1 - 9I).$$

» Elle est donc très faible.

» *Application à Junon.* — La théorie de Junon, dont l'excentricité est considérable, a été entreprise par Damoiseau (*Connaissance des Temps*, 1846), en considérant l'action de Jupiter et de Saturne et se limitant, dans les approximations, aux quantités du cinquième ordre.

» Nous avons reconnu qu'il faudrait calculer, dans une théorie précise de Junon, une inégalité du douzième ordre, affectant la longitude moyenne de cette planète et provenant des perturbations de son moyen mouvement causées par Jupiter. L'argument de l'inégalité dépend de dix-neuf fois le moyen mouvement de Jupiter moins sept fois celui de Junon.

» En empruntant les éléments du calcul à l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* et tenant compte seulement de l'excentricité de Junon, on trouve

$$\delta\varphi = 10'',7 \sin (19I_1 - 7I).$$

» La période de l'inégalité est de 235 ans.

» Le coefficient serait vraisemblablement modifié, si l'on ne négligeait pas l'inclinaison des orbites, et surtout l'excentricité de Jupiter, qui est notable. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un corollaire du théorème de Catalan.*

Lettre de M. MAURICE MOUREAUX à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai l'honneur de vous signaler, à propos du théorème de Catalan, un corollaire dont la démonstration est aussi simple que celle du théorème lui-même.

» Si l'on élève au carré les deux membres de l'égalité de Catalan

$$[a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2]^2 = A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2,$$



on obtient

$$[a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2]^4 = [A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2]^2 = x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2.$$

De même,

$$[a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2]^8 = B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_n^2,$$

.....

On aura donc, d'une façon générale,

$$[a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2]^{2^p} = b_1^2 + b_2^2 + \dots + b_n^2,$$

égalité dont celle de Catalan n'est qu'un cas particulier. Celle-ci exprime un théorème très général sur les nombres :

» Si l'on élève une somme de  $n$  carrés à une puissance qui soit puissance de 2, on obtient encore une somme de  $n$  carrés.

» Si cette puissance est 2, on obtient le théorème de Catalan. »

NAVIGATION. — *Résultats obtenus par de nouvelles dispositions propres à atténuer les vibrations des navires.* Lettre de M. **AUGUSTIN NORMAND** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le 27 février 1892, j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie un Mémoire intitulé : *Des vibrations des navires et des moyens susceptibles de les atténuer.* Je disais que les dispositions nouvelles seraient appliquées à un torpilleur, le *Chevalier*, dont la commande venait de m'être faite.

» Le *Chevalier* a été livré dans l'automne dernier. Les résultats ont justifié mes prévisions, ainsi qu'il résulte de l'extrait ci-après du Rapport officiel de recette :

» Les trépidations sont presque insensibles. Le résultat obtenu par M. Normand est des plus remarquables, et il y a encore amélioration, sous ce rapport, comparativement au *Lancier*.

» Dans ma Note, j'estimais la puissance du *Chevalier* à 2300 chevaux : elle a, en réalité, dépassé 2700 chevaux, correspondant à la vitesse, peut-être sans précédent, de 27,22 nœuds. Une puissance aussi considérable, appliquée avec succès à une coque aussi légère (117 tonneaux), ne peut laisser aucun doute sur l'efficacité de la méthode proposée.

» J'ai pensé qu'il n'était pas sans intérêt de constater que, sans l'addition d'un seul organe et par une simple combinaison spéciale des organes

ordinaires, il est possible aujourd'hui de réduire à des valeurs insignifiantes les vibrations qui sont le principal obstacle à l'accroissement de la vitesse dans les bâtiments légers (1). »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des électrolytes.* Note de M. **MAX LE BLANC.**

« M. Berthelot a fait suivre la Note que j'ai publiée dans les *Comptes rendus* (t. CXVIII, p. 411) des commentaires suivants :

» M. Le Blanc réclame la priorité sur M. Nourrisson pour ses observations d'après une publication qu'il a faite en 1891. Mais il a oublié de dire que ses expériences concordent exactement avec celles que le lecteur trouvera dans un Mémoire, imprimé en 1882, *Sur les limites de l'électrolyse.*

» Qu'il me soit permis de faire remarquer que le travail de M. Berthelot m'était bien connu; je l'ai mentionné dans le Mémoire que j'ai publié en 1891; mais je dois avouer n'avoir pas rencontré dans ce travail la preuve que : les sels alcalins d'acides différents possèdent approximativement le même minimum de polarisation.

» M. Berthelot a étudié différents sels susceptibles de fournir des dépôts métalliques, étrangers à la question qui nous occupe; de plus, il a étudié des sels de potassium, du sulfate de magnésium et de l'acétate de sodium; le dernier sel, ainsi que le nitrate de potassium, a fourni des chiffres inférieurs à ceux que nous avons obtenus, M. Nourrisson et moi.

» De ces données expérimentales seules il était évidemment impossible de tirer des conclusions relatives à la polarisation des différents sels alcalins; c'est ce que M. Berthelot n'a pas fait non plus.

» M. Berthelot dit cependant :

» J'ai établi, par expérience, que dans l'électrolyse d'un sel alcalin, dont l'acide et la base ne sont ni oxydés ni réduits pendant l'opération, la force électromotrice minima susceptible de déterminer l'électrolyse est sensiblement la somme de deux quantités équivalentes, l'une à la chaleur absorbée par la séparation de l'acide et de la base en solutions étendues, l'autre à la chaleur de décomposition en oxygène et

---

(1) Tout récemment, la question des vibrations des navires a été l'objet de nombreux travaux; dans un Mémoire qui vient d'être lu, en Angleterre, par un savant ingénieur autrichien, plusieurs de mes formules, entre autres la formule (4) qui est fondamentale, ont été données comme nouvelles.

hydrogène de l'eau qui dissout ces corps. Il ne s'agit nullement ici d'une théorie sur la constitution des électrolytes, mais d'une *loi expérimentale, indépendante de toute hypothèse*.

» Les données thermochimiques concordent passablement avec l'équivalent thermique de l'énergie électrique.

» De cette loi, M. Berthelot déduit *maintenant* comme une conséquence naturelle que, puisque les bases alcalines fortes possèdent la même chaleur de neutralisation, les sels alcalins doivent aussi se comporter tous comme les sels de potassium.

» Si la *loi expérimentale*, que M. Berthelot pense avoir établie, était exacte, je n'insisterais pas dans ce débat. Mais on peut démontrer que *cette loi n'existe pas*. Et, par le fait même, toutes les conséquences qui s'appuient sur elle s'écroulent.

» Je crois pouvoir établir d'abord que la chaleur absorbée dans la séparation des sels en acides et bases ne tire pas son origine de l'énergie électrique.

» Prenons un appareil constitué par deux vases réunis au moyen d'un siphon, le tout rempli d'une solution normale de soude caustique (NaOH). Dans l'un des vases, se trouve un tube cylindrique renfermant de l'hydrogène à la pression atmosphérique; dans l'autre, même disposition, de l'oxygène. Dans les deux cylindres introduisons deux électrodes en platine platiné, en contact à la fois avec le gaz et le liquide, et pouvant être réunies extérieurement par un fil de platine protégé par un tube de verre.

» Nous avons ici une pile hydrogène-oxygène. Si nous mesurons la force électromotrice de cette pile, nous trouvons 1,09 volt. Opposons-nous au courant une force électromotrice de 1,09 volt, l'équilibre s'établit et il n'existe plus de courant. Diminue-t-on la force électromotrice opposée, alors le courant va dans une direction; l'augmente-t-on au contraire, le courant va dans l'autre direction.

» Nous nous trouvons en présence d'une pile où la formation et la décomposition de l'eau sont réversibles. Dans ce cas, 1,09 volt représente le minimum de polarisation pour la décomposition de l'eau.

» Par les recherches expérimentales et théoriques de MM. Lippmann, von Helmholtz, Pellat, Ostwald, Paschen, nous sommes à même de pouvoir déterminer les différences de potentiel qui existent au contact de chaque électrode avec son liquide (<sup>1</sup>). Si nous exécutons ces mesures au minimum

---

(<sup>1</sup>) Pour le but que nous nous proposons, le calcul de ces valeurs isolées n'est pas

de polarisation, nous obtenons à l'électrode hydrogène une chute de potentiel de 0,53 volt; à l'électrode oxygène une chute de 0,56 volt, les deux se rendant de l'électrode au liquide. En additionnant ces deux valeurs, nous obtenons 1,09 volt, c'est-à-dire le minimum de polarisation.

» En remplaçant la soude ( $\text{NaOH}$ ) par l'acide sulfurique ( $\frac{1}{2}n\text{H}^2\text{SO}^4$ ) et en procédant de la même façon, on obtient pour le minimum de polarisation très approximativement la valeur de 1 volt,02. Mais la mesure de chaque potentiel isolé fournit pour l'électrode hydrogène 0 volt,29, pour l'électrode oxygène 1 volt,36. Comme la chute de potentiel pour l'électrode hydrogène va du liquide à l'électrode, tandis que pour l'électrode oxygène elle va de l'électrode au liquide, nous devons retrancher ici la première valeur de la seconde (1,36 — 0,29), et nous obtenons 1 volt,07, c'est-à-dire le minimum de polarisation.

» Procédons maintenant comme suit : à l'électrode hydrogène versons de la soude ( $\frac{1}{2}n\text{NaOH}$ ), à l'électrode oxygène de l'acide sulfurique ( $\frac{1}{2}n\text{H}^2\text{SO}^4$ ) et dans le siphon une solution de sulfate de sodium, les conditions d'expériences restant les mêmes que précédemment. Alors on observe au minimum de polarisation, à l'électrode hydrogène comme dans le premier essai, une valeur de 0 volt,53, à l'électrode oxygène une valeur de 1 volt,36, comme dans le second essai. La somme des deux valeurs est 1,89, tandis que le minimum de polarisation se trouve à 1 volt,92 (1). La faible différence de 0 volt,03 est prévue par la théorie de Nernst, relative à l'activité électromotrice des ions, car les vitesses de migration des ions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  sont connues (1). Mais, dans une telle pile au minimum de polarisation, il se produit à l'électrode hydrogène un dégagement d'hydrogène, à l'électrode oxygène un dégagement d'oxygène, en outre, une décomposition de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  en  $\text{NaOH}$  et  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Les chutes de potentiel aux

---

nécessaire; nous aurions pu nous contenter d'employer une électrode impolarisable, par exemple : zinc et sulfate de zinc. Au moyen de celle-ci et d'électrodes de potentiel inconnu, nous aurions pu préparer une série de piles. En déterminant la force électromotrice de celles-ci, dans lesquelles il y a constamment la force électromotrice invariable de  $\text{Zn} - \text{ZnSO}_4$ , on arrive par le calcul à des résultats identiques à ceux qui sont fournis par les déterminations des potentiels pris isolément. Cette dernière méthode permet des calculs plus clairs.

(1) Les données que je viens de mentionner sont déterminées par M. Smale au laboratoire de M. Ostwald.

deux électrodes sont absolument indépendantes de ce dernier processus; car tous les deux existaient déjà lors de l'emploi de la soude pure et de l'acide sulfurique pur. Comme leur somme égale à peu près exactement la force électromotrice de minimum de polarisation, il en résulte nécessairement que cette force électromotrice est indépendante du phénomène de la décomposition du  $\text{Na}^2\text{SO}^4$  en  $\text{NaOH}$  et  $\text{H}^2\text{SO}^4$ . D'après M. Berthelot, celui-ci devait exiger  $\sigma^{\text{vol}}.68$ .

» Si l'énergie électrique utilisée pour la décomposition était équivalente à la quantité de chaleur employée à décomposer l'eau et à scinder le  $\text{Na}^2\text{SO}^4$  en  $\text{NaOH}$  et  $\text{H}^2\text{SO}^4$ , on devrait aussi s'attendre à ce que, à une dilution modérée, le minimum de polarisation reste constant, car les deux données thermiques restent alors constantes. Au lieu de cela, on observe une chute du minimum de polarisation progressant avec la dilution.

» Dans l'électrolyse d'un sel sodique pur, les conditions sont analogues, car la base et l'acide prennent immédiatement naissance aux électrodes.

» Il y a donc là une nouvelle confirmation du principe thermodynamique, à savoir que la tonalité thermique d'un phénomène chimique ne donne nullement la mesure du travail maximum qui peut être obtenu.

» Il résulte ainsi de ces considérations que la concordance approchée que M. Berthelot a trouvée, entre les données thermo-chimiques et l'équivalent calorifique de l'énergie électrique, est simplement due au hasard. L'expérience le démontre péremptoirement.

» Si l'on emploie, au lieu des fils de platine utilisés dans les expériences de M. Berthelot et dans les miennes, des électrodes en or ou en charbon, par conséquent des électrodes en matériaux inattaquables, la valeur du minimum de polarisation change d'environ 15 pour 100; j'ai attiré l'attention sur ce fait. M. von Helmholtz a de plus montré que le dégagement d'hydrogène (et d'oxygène) à l'état gazeux à l'électrode, ne constitue nullement un phénomène indispensable. Le dégagement à l'état gazeux d'un gaz dissous à l'électrode rencontre les mêmes obstacles que ceux qui s'opposent à la formation des premières bulles de vapeur dans les phénomènes d'ébullition. Selon la nature de l'électrode, ce processus s'accomplit tantôt plus facilement, tantôt plus difficilement; de sorte que, pour la décomposition des électrolytes, il faut des forces électromotrices différentes selon la nature et la surface des électrodes. Par conséquent, les nombres trouvés par M. Berthelot, M. Nourrisson et moi, pour le minimum de polarisation entre des électrodes de platine, ne peuvent être utilisés pour de

tels calculs, car les quantités d'énergie nécessaire pour la formation des bulles gazeuses sont variables et inconnues.

» Il existe maintenant un procédé qui permet d'éviter ces pertes d'énergie, en évitant la formation de bulles. J'ai indiqué que la décomposition et la formation de l'eau sont réversibles par l'emploi des piles hydrogène-soude ou aussi acide sulfurique-oxygène, précédemment décrites. En opérant avec une force électromotrice contraire, un peu plus élevée que  $1^{\text{volt}},08$ , il y a décomposition d'eau; pour une force un peu moindre, formation d'eau. Les électrodes platinées chimiquement inattaquables possèdent la propriété de dissoudre les gaz mis en liberté dans l'électrolyse; elles se mettent alors en équilibre avec les gaz qui les enveloppent sous une certaine pression, et permettent une circulation sans obstacles entre les ions et les gaz. Comme ce processus est réversible, il doit être indépendant de la matière de l'électrode, pourvu que celle-ci permette une libre circulation entre les ions et les gaz; ou sinon nous pourrions réaliser un mouvement perpétuel.

» Comme nous l'avons mentionné précédemment, dans ces conditions, le NaOH et le  $H^2SO^4$ , ainsi que les autres bases et la plupart des acides, ont le minimum de polarisation à  $1^{\text{volt}},08$ . Entre des points de platine, j'ai trouvé  $1^{\text{volt}},70$ .

» Les sels alcalins des acides oxygénés doivent naturellement montrer aussi un minimum de polarisation beaucoup moindre; il se trouve également à  $1^{\text{volt}},08$ ; mais il peut varier considérablement, car la valeur est dépendante des quantités de base et d'acide aux électrodes, de conditions qui s'expliquent facilement au moyen de la théorie de la dissociation électrolytique. Nous pouvons dire que les nouvelles valeurs pour les sels alcalins sont, en chiffres ronds, inférieures de 1 volt aux anciennes.

» L'exemple suivant montre encore combien il existe peu de rapport direct entre la tonalité thermique et l'énergie électrique. Si les électrodes sont enveloppées d'hydrogène et d'oxygène, non pas à la pression atmosphérique, mais à une pression moindre, la décomposition de l'eau a déjà lieu à une force électromotrice plus faible. Bien plus, si la pression des deux gaz est amenée vers zéro, il suffit pour décomposer l'eau d'employer une force électromotrice peu différente de zéro. Ce fait a déjà été indiqué par von Helmholtz. La chaleur de formation à volume constant est indépendante de la pression.

» Qu'il me soit permis, pour terminer, de rappeler que la théorie de la dissociation électrolytique d'Arrhénius jette sur les phénomènes électro-

chimiques un jour inattendu; elle a permis d'appliquer aux forces électromotrices des calculs que l'expérience a jusqu'ici brillamment confirmés. »

*Remarques sur la Note précédente, par M. BERTHELOT.*

« La Note de M. Le Blanc tend à déplacer la question soulevée par sa précédente réclamation contre M. Nourrisson. Comme il s'agit d'un problème fort essentiel, je demande la permission d'insister. En effet, j'ai rappelé à cette occasion que les nombres relatifs à la force électromotrice minima nécessaire pour l'électrolyse des électrolytes, tels que le sulfate de potassium, le chlorure de potassium, le bromure de potassium, l'iodure de potassium, etc., nombres obtenus par M. Le Blanc en 1891, sont en parfaite concordance avec ceux que j'avais mesurés en 1882; — je ne crois pas qu'il prétende le contester.

» J'ai rappelé également que ces nombres, ainsi que beaucoup d'autres que j'ai publiés, ont été traduits par *une loi expérimentale, indépendante de toute hypothèse sur les théories électrolytiques*, loi qui prévoit, sans y changer un seul mot, la valeur de la force électromotrice minima applicable à tout sel alcalin, qui n'est ni oxydable, ni réductible : ce qui est le cas général (1). La concordance entre cette loi et les faits observés, soit avant sa découverte, soit postérieurement, est frappante quand on compare entre eux les nombres obtenus par l'électrolyse des fluorures, chlorures, bromures, iodures (ce Volume, p. 411). Les nombres sont certains et retrouvés fidèlement par M. Le Blanc : dès lors la loi l'est aussi et elle se vérifie par une multitude de conséquences numériques; dire que *cette concordance est simplement due au hasard* est une affirmation que les physiciens apprécieront à sa juste valeur.

---

(1) Les oxydations et réductions spéciales produites par l'hydrogène ou par l'oxygène électrolytique, sont bien connues et deviennent, ainsi que le savent tous les physiciens, l'origine de forces électromotrices particulières : tel est le cas des azotates, corps réductibles, et celui des acétates, corps oxydables. J'avais pris soin de signaler tout d'abord ces réactions spéciales, en m'abstenant d'assigner pour de tels cas les limites de l'électrolyse (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5<sup>e</sup> série, t. XXVII, p. 104), parce que ces limites varient avec la nature des réactions intercurrentes : il est facile de le montrer en fait et d'abaisser ces limites bien au-dessous des chiffres observés par M. Le Blanc. Ces derniers, d'ailleurs, répondent exactement au cas où il ne s'exerce ni oxydation, ni réduction, c'est-à-dire au cas général : dans ces conditions, ils sont conformes à la loi.

» Il serait facile d'analyser au point de vue thermo-chimique les données obtenues par M. Le Blanc, dans sa nouvelle Note, avec des piles à gaz, d'y préciser le rôle véritable des électrodes de platine, ainsi que celui des combinaisons chimiques hydrogénées formées par ce métal (1), celui de l'acide persulfurique et des autres composés secondaires, bien connus et définis par leur chaleur de formation; de rappeler enfin comment j'ai établi une distinction essentielle et dont la méconnaissance jette une extrême confusion dans la question, entre :

» Les indices d'électrolyse, ou plus exactement de courant électrique, toujours rendus possibles par diverses actions accessoires, physiques ou chimiques, mais qui ne sont pas renouvelables, ou ne le sont que d'une façon lente, sinon insensible, telles notamment que l'action propre du platine (2) sur les éléments de l'eau, pendant l'électrolyse (*Annales de Chimie et de Physique*, 5<sup>e</sup> série, t. XXX, p. 517):

» Et la décomposition proprement dite, visible et continue, laquelle exige la dépense incessamment renouvelée d'une énergie chimique extérieure, destinée à alimenter la consommation intérieure de l'énergie électrique. La possibilité d'obtenir des résultats constants dans ces dernières conditions et, par conséquent, le caractère bien défini des phénomènes sont démontrés par la concordance des mesures de MM. Nourrisson et Le Blanc avec celles que j'avais exécutées antérieurement.

» Mais je ne veux pas entrer dans ces détails, pour ne pas laisser déplacer le terrain de la discussion. Je me bornerai à tirer de l'expérience même, que M. Le Blanc invoque comme décisive, la preuve de l'inexactitude de cette affirmation singulière, à savoir que *la chaleur absorbée dans*

(1) Chaque atome d'hydrogène fixé sur le platine dégage, d'après mes expériences,  $+14^{\text{cal}}$ , 2 équivalentes à  $0^{\text{vol}},6$ ; ce qui tend à abaisser le potentiel de cette quantité, tant que la surface du platine n'est pas saturée d'hydrogène, au moins dans une pile où il ne se produit pas une décomposition continue, avec dégagement visible d'oxygène et d'hydrogène.

(2) Peut-être n'est-il pas inutile de rappeler qu'il n'existe point de matière susceptible de fournir des électrodes « inattaquables » dans le cycle électrolytique. Je viens de rappeler les expériences relatives au platine. Les électrodes de charbon sont attaquées à la fois par l'oxygène (acide carbonique, mellogène, acide mellique, d'après Bartoli) et par l'hydrogène. Les électrodes en or s'attaquent également (*Annales de Chimie et de Physique*, 5<sup>e</sup> série, t. XVIII, p. 396). Ces diverses réactions sont susceptibles de faire varier le potentiel; surtout, je le répète, dans un circuit qui ne donne pas lieu à un régime continu d'électrolyse.



*la séparation des sels en acides et bases ne tire pas son origine de l'énergie électrique.*

» En effet, en interposant un siphon rempli de sulfate de soude dissous, entre une dissolution de soude, mise en contact avec l'électrode platine-hydrogène, et une dissolution d'acide sulfurique mise en contact avec l'électrode platine-oxygène, cet auteur trouve par expérience <sup>(1)</sup> un minimum de polarisation égal à 1<sup>volt</sup>,92, en même temps qu'il observe un dégagement d'hydrogène et d'oxygène. Or le nombre 1,92 répond sensiblement à la force électromotrice indiquée par ma loi pour la réaction opérée dans un semblable système, soit 2<sup>vols</sup>,1.

» Il ne saurait guère en être autrement, les phénomènes qui déterminent l'électrolyse dans ces conditions étant réciproques avec ceux de l'électrolyse ordinaire du sulfate de soude. On a là, en réalité, une preuve de plus de l'origine chimique de la chaleur absorbée dans la séparation des sels en acides et bases et une nouvelle confirmation de mes anciens résultats, d'autant plus frappante qu'elle a été obtenue avec l'intention de les contredire. Tous ces résultats expérimentaux, ne cessons de le répéter, sont indépendants des théories, fondées ou illusoire, auxquelles un physicien habile, tel que M. Le Blanc, attribue peut-être une importance démesurée. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité mutuelle des sels.* Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

« La détermination des courbes de solubilité mutuelle des sels, ou, ce qui revient au même, des courbes de fusibilité des mélanges salins, comprend trois cas distincts :

» 1<sup>o</sup> Le cas où les deux sels mêlés se solidifient ensemble en formant des mélanges isomorphes de composition variable; je les ai étudiés dans une Note précédente <sup>(2)</sup>;

(1) Le calcul, par lequel il évalue *a priori* la chute de potentiel dans un pareil ensemble, laisse à désirer; particulièrement en ce qui touche les variations de potentiel qui ont lieu aux contacts deux à deux des trois liquides consécutifs : soude-sulfate de soude-acide sulfurique; il n'en parle point. Or ce système de trois liquides équivaut à un élément de pile, où l'énergie électrique serait empruntée principalement à une énergie chimique, représentée par l'union de l'acide sulfurique avec la soude.

(2) Des résultats semblables à ceux auxquels je suis arrivé pour des sels fondant

» 2° Le cas où les deux sels se solidifient isolément; leur étude fait l'objet de la présente Communication;

» 3° Le cas où les deux sels peuvent donner une combinaison définie; je reviendrai ultérieurement sur leur étude.

» Lorsque les deux sels se solidifient isolément, on a pour chacun d'eux la relation approchée

$$0,002 \log n \epsilon p s = \frac{L}{T} - \frac{L}{T_0},$$

en appelant  $L$  et  $T_0$  la chaleur latente et la température de fusion du sel considéré.

» D'après la définition même du coefficient de solubilité, les seules portions de la courbe théorique définie par cette équation qui puissent correspondre à un phénomène réel sont celles qui sont comprises entre les abscisses  $s = 0$  et  $s = 1$ .

» Pour le second sel on aurait une relation semblable, que l'on peut écrire, en remarquant que  $s' = 1 - s$ ,

$$0,002 \log n \epsilon p (1 - s) + \frac{L'}{T} = \frac{L'}{T_0}.$$

» Les courbes définies par ces deux équations se coupent en un point qui limite la portion utile de chacune d'elles. Celles-ci sont ainsi comprises entre leur point d'intersection commun et le point de fusion de chacun des sels aux ordonnées  $s = 0$  et  $s = 1$ . Les branches asymptotiques inférieures correspondent à un état d'équilibre instable qui est expérimentalement irréalisable. Cette instabilité résulte de ce que la tension de vapeur du dissolvant  $y$  est supérieure à celle du même corps à l'état solide; il tend donc à cristalliser spontanément en même temps que le corps dissous, de telle sorte que tout se prendrait en masse, si la température était maintenue constante.

» En résumé, la courbe de solubilité d'un mélange de deux sels qui ne donnent ni combinaison, ni mélange isomorphe, se compose essentiellement de deux branches se coupant à angle vif. L'une de ces branches correspond au dépôt exclusif de l'un des sels et de même pour l'autre. Au point d'intersection, les deux sels se déposent simultanément dans les proportions mêmes où ils se trouvent dans le liquide; la température de soli-

---

vers 100° avaient déjà été obtenus antérieurement, sans que j'en aie eu connaissance, par M. Kuster, pour des composés organiques fondant au-dessous de 100° (*Zeit. für phys. Chemie*, t. VIII, p. 577).

dification reste constante, c'est le mélange *eutectique*. En dehors de ce point, le dépôt exclusif de l'un des sels fait varier la composition du liquide, et en abaisse progressivement la température de solidification jusqu'à celle du mélange eutectique.

» Pour le calcul du coefficient de solubilité  $s$ , il faut connaître les poids moléculaires des corps en présence, ou tout au moins leur rapport. J'ai fait cette détermination en appliquant aux sels fondus la méthode d'abaissement des points de congélation de M. Raoult, c'est-à-dire que j'ai choisi les poids moléculaires de façon à donner, aux courbes de fusibilité des mélanges renfermant un même sel, une tangente commune à l'origine et identique à celle d'un mélange dans lequel le dissolvant est chimiquement assez analogue aux corps dissous, pour qu'il ne puisse y avoir d'incertitude sur le rapport de leurs poids moléculaires; par exemple, le chlorure de potassium avec le chlorure de sodium, le sulfate de sodium avec le sulfate de lithium. On trouve ainsi que, dans la plupart des cas, les poids moléculaires sont proportionnels aux équivalents, mais qu'ils varient parfois avec la nature du dissolvant, comme cela arrive pour l'iode en présence des différents dissolvants organiques.

» Voici quelques résultats relatifs à la solubilité du chlorure de sodium et du sulfate de lithium en présence de différents sels; on voit, comme le faisait prévoir la formule, que les résultats sont sensiblement indépendants de la nature du dissolvant. On peut représenter ces résultats d'une façon satisfaisante en attribuant à ces deux sels les chaleurs latentes de fusion suivantes :

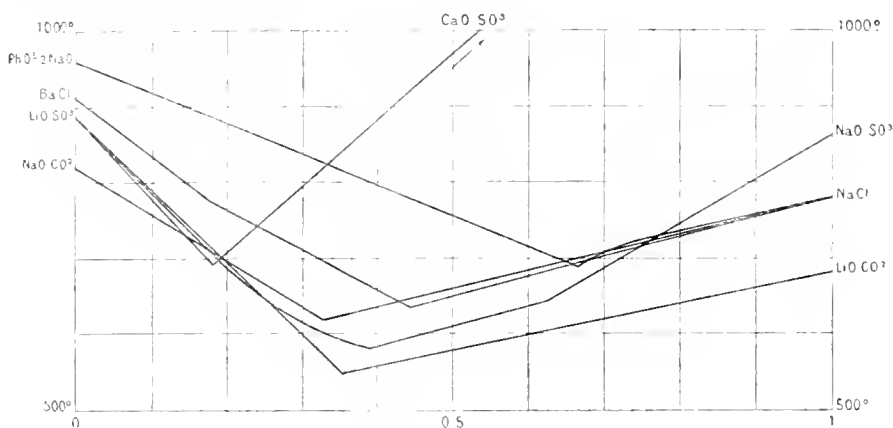


» Je me propose de mesurer ultérieurement ces chaleurs latentes pour contrôler l'exactitude des calculs théoriques qui ont conduit à leur détermination.

*Températures de cristallisation.*

Corps dissous.	Dissolvant.	$s = 1$	$s = 0,9$ .	$s = 0,8$ .	$s = 0,7$ .	$s = 0,6$ .
NaCl	NaO, CO <sup>2</sup> . . . . .	778	755	»	718	692
	Ph O <sup>2</sup> , 2N, O. . . . .	»	760	743	710	»
	BaCl. . . . .	»	758	740	»	690
	Formule. . . . .	»	758	738	717	694
LiO, So <sup>3</sup>	CaO, SO <sup>3</sup> . . . . .	830	750	675	»	»
	LiO, CO <sup>2</sup> . . . . .	»	745	667	580	»
	NaO, SO <sup>3</sup> . . . . .	»	750	680	620	»
	Formule. . . . .	»	741	661	580	»

» Le Tableau ci-dessus résume les résultats donnés ici et les complète en donnant, pour chaque mélange, la seconde branche correspondant à la cristallisation de l'autre sel.



» On remarquera sur ces courbes, outre le point anguleux correspondant au mélange entectique, un point semblable sur la branche du chlorure de baryum qui correspond à une transformation allotropique de ce sel ( $775^{\circ}$ ), et sur la courbe  $\text{NaO}, \text{SO}_3 - \text{LiO}, \text{SO}_3$ , des points anguleux se rattachant à la formation d'un sel double.

» On remarquera également que la plupart des branches de ces courbes se confondent pratiquement avec des droites; ce fait pouvait être prévu par la discussion de la formule même, qui donne un point d'inflexion variant de la solubilité  $s = 1$  à  $s = 0,5$  quand la chaleur latente varie de  $10^{\text{cal}}$  à  $2^{\text{cal}}$ . Voici, comme terme de comparaison, les températures calculées pour le sulfate de lithium, en employant la formule ou en employant une droite moyenne.

	$s = 1$	$s = 0,6$	$s = 0,8$	$s = 0,5$	$s = 0,3$	$s = 0,1$	$s = 0$
Formule . . . . .	{	830°	741	661	410	295	-273
Droite . . . . .		751	672	436	278	121	-42°

» Je dois ajouter en terminant que l'on m'a signalé, depuis ma dernière Communication, des résultats semblables obtenus par M. Schröder (<sup>1</sup>), pour différents composés organiques. La courbe de solubilité de la naphthaline, par exemple, a été trouvée sensiblement identique dans cinq dissolvants organiques, mais différente dans les alcools. En refaisant le calcul

(<sup>1</sup>) *Zeit. für Phys. Chem.*, t. XI, p. 419.

de ces expériences, j'ai reconnu qu'il suffirait de tripler environ la molécule de l'alcool pour réunir en un seul faisceau toutes les courbes de solubilité; c'est là une nouvelle confirmation des idées de M. Ramsay sur la constitution des liquides anormaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'azote, du protoxyde et du bioxyde d'azote sur les ammoniums alcalins.* Note de M. A. JOANNIS.

« Après avoir étudié l'action de l'oxygène et de l'oxyde de carbone sur les ammoniums alcalins dissous dans l'ammoniac liquéfié (1), j'ai fait agir dans des conditions analogues l'azote, le protoxyde et le bioxyde d'azote.

» L'appareil qui m'a servi pour ces expériences se composait d'un tube plein de soude récemment fondue, dans lequel on liquéfiait de l'ammoniac pur; au contact de l'hydrate de soude, l'ammoniac liquide se déshydrate d'une façon complète; ce tube qui servait de réservoir à ammoniacque était fermé par un robinet en verre. Celui-ci était relié par un tube de plomb à une canalisation communiquant avec un manomètre à mercure, avec un gazomètre à mercure contenant le gaz que l'on voulait faire agir sur l'ammonium alcalin, avec un robinet permettant de recueillir sur une cuve à mercure les gaz dégagés pendant la réaction, et avec un tube A servant de tube à expérience.

» Au début, le robinet du gazomètre à mercure était fermé; on ouvrait le robinet du réservoir à ammoniac et, à l'aide d'un courant de ce gaz, on balayait tout l'air contenu dans la totalité de l'appareil. Le tube A se trouvait ainsi rempli d'ammoniac; on le fermait avec deux bouchons de liège et on le tarait. On le faisait de nouveau parcourir par le courant d'ammoniac et on y introduisait, à l'aide d'un tube effilé, du potassium ou du sodium fondu dans un courant d'hydrogène pur. Le tube A était muni de ses bouchons et reporté sur la balance; l'augmentation de poids donnait le poids du métal alcalin introduit; on mastiquait alors le tube A au tube de plomb, à l'aide de mastic Golaz, on fermait à la lampe l'extrémité opposée, on plongeait le tube dans un mélange réfrigérant et on envoyait de l'ammoniac sous pression; l'ammonium alcalin se formait et se dissolvait dans l'excès d'ammoniac liquide. On retirait alors le tube du mélange réfrigérant et on le mettait dans de l'éther, dont on abaissait la température jusque vers  $-70^{\circ}$  à l'aide d'acide carbonique solide. Pendant que le tube se refroidissait, la tension de l'ammoniacque diminuait: au moment où elle devenait égale à la pression atmosphérique (vers  $-35^{\circ}$ ), on ouvrait le robinet du gazomètre et le gaz qui y était contenu venait agir sur l'ammonium alcalin, dans le tube A. Lorsque la réaction se produisait sans dégagement de gaz, le gaz employé était absorbé peu à peu et la couleur mordorée de l'ammonium alcalin disparaissait plus ou moins vite. La réaction une fois terminée, on laissait partir l'ammoniac en excès et on fermait le tube à la lampe, lorsqu'il ne se dégageait plus aucun gaz. Une nouvelle

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1370 et 1518.

pesée donnait l'augmentation de poids de la matière pendant l'expérience. Lorsque la réaction se produisait avec dégagement de gaz, il fallait expulser de temps à autre le gaz produit dans la réaction, parce qu'il empêchait l'arrivée de celui qui était contenu dans le gazomètre. Pour cela, on retirait le tube A du bain d'éther, on laissait sa température monter un peu et en ouvrant le robinet on recueillait sur une cuve à mercure les gaz dégagés; on mesurait leur volume et on les analysait; grâce à l'ammoniac qui se dégagait continuellement du tube A, on balayait tout l'appareil. On replongeait alors le tube dans l'éther froid, on faisait arriver une nouvelle quantité de gaz, et ainsi de suite jusqu'à ce que la réaction fût terminée. Le volume du gaz introduit se mesurait par des pesées de mercure : on avait soin, à la fin de l'expérience, de ramener la pression dans le gazomètre à sa valeur primitive; connaissant le volume du mercure introduit dans l'appareil pour déplacer le gaz, ainsi que la pression et la température de celui-ci, on calculait le volume de gaz sorti du gazomètre.

» Voici maintenant les résultats obtenus :

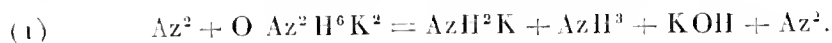
» *Azote.* — L'azote ne décompose pas les ammoniums alcalins.

» *Protoxyde d'azote.* — L'action du protoxyde d'azote sur le sodammonium et le potassammonium est complexe. Si l'on fait arriver le protoxyde sur l'ammonium alcalin et si l'on a soin d'arrêter l'arrivée du gaz dès que l'ammonium est décoloré, on constate : 1° que le volume d'azote dégagé est sensiblement égal au volume de protoxyde d'azote employé (quoique toujours un peu moindre); 2° que pour une molécule de sodammonium  $Az^2H^6Na^2$  ou de potassammonium, il disparaît un peu plus d'une molécule de protoxyde d'azote (de 1,14 à 1,17); 3° qu'il y a toujours de l'ammoniac fixé en même temps sur la matière (de 0<sup>mol</sup>,85 à 0<sup>mol</sup>,95 pour une d'ammonium alcalin); 4° la matière obtenue se dissout dans l'eau sans dégagement d'aucun gaz; 5° cette dissolution donne avec l'azotate d'argent un précipité blanc qui, une fois lavé et séché dans le vide, détone avec la plus grande violence quand on le chauffe rapidement : 0<sup>gr</sup>,35 de ce corps, placé au fond d'un tube à essai, le perce sans le briser.

» L'analyse de ce composé, dans lequel j'ai dosé l'argent à l'état de chlorure et l'azote en volume, montre que c'est l'azoture d'argent  $Az^3Ag$  correspondant à l'acide azothydrique.

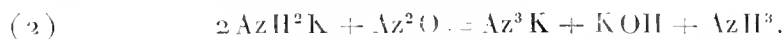
» L'azoture de potassium  $Az^3K$  qui est contenu dans la matière et qui donne avec l'azotate d'argent ce précipité d'azoture s'y trouve en quantités un peu variables d'une expérience à l'autre et toujours assez faibles (1 molécule pour 7 à 8 molécules d'ammonium alcalin en moyenne). La formation de ce corps est due à une réaction secondaire.

» La réaction principale est représentée par la formule



» L'augmentation de poids du métal alcalin, l'alcalinité de la solution obtenue en dissolvant le corps dans l'eau, la quantité d'ammoniacque contenue dans cette solution, concordent assez bien avec cette formule, surtout quand on a eu soin d'éviter un excès de protoxyde d'azote.

» Si, au contraire, une fois la décoloration de l'ammonium alcalin obtenue, on continue de faire arriver du protoxyde d'azote, on trouve que ce gaz disparaît sans donner naissance à de l'azote. Il réagit alors sur l'amidure formé, en donnant la réaction



» C'est cette réaction secondaire du protoxyde d'azote sur l'amidure formé, que l'on ne peut éviter entièrement dans la première phase de l'opération, qui donne naissance aux petites quantités d'azoture  $\text{Az}^3\text{K}$  que l'on obtient.

» Aussi lorsqu'on fait agir un excès de protoxyde d'azote sur l'ammonium alcalin, on obtient un mélange d'azoture et d'hydrate, suivant la formule



» Il en est de même avec le sodammonium; il y a lieu cependant de faire la remarque suivante : il résulte de mes recherches sur l'action de l'oxygène sur le sodammonium que le premier produit de l'oxydation est le composé  $\text{AzH}^3\text{Na}^2\text{O}$  que j'ai considéré comme analogue à l'hydrate de sodium  $\text{AzH}^2\text{Na}^2\text{OH}$ . Les déterminations indiquées plus haut, qui ont servi à vérifier l'équation (1), ne permettent pas de décider si l'on a dans le tube A, après l'expérience, un mélange  $\text{AzH}^2\text{Na} + \text{NaOH}$  ou le composé  $\text{AzH}^3\text{Na}^2\text{O}$  qui a la même composition que ce mélange; mais l'action ultérieure du protoxyde d'azote, qui donne avec la matière de l'azoture  $\text{Az}^3\text{Na}$ , permettait de décider la question; en effet, le protoxyde d'azote est sans action sur l'hydrate d'oxyde de disodammonium, tandis qu'il transforme l'amidure en azoture. Je l'ai vérifié en préparant de l'amidure de potassium pur, par la décomposition spontanée du potassammonium à la température ordinaire en tube scellé et en le dissolvant dans l'ammoniac liquéfié; j'ai fait agir le protoxyde d'azote sur cette solution, j'ai obtenu de l'azoture de potassium qui a été transformé en azoture d'argent et pesé; j'ai déterminé aussi la quantité de protoxyde d'azote qui a réagi. Toutes ces déterminations vérifient bien la formule (2).

» On peut donc obtenir à basse température les azotures alcalins dérivant de l'acide azohydrique, par l'action du protoxyde d'azote sur les amidures correspondants.

» Ces deux réactions du protoxyde d'azote sur les ammoniums alcalins et sur les amidures sont peut-être les seules où le protoxyde d'azote agit à une température inférieure à celle de sa décomposition et se comporte autrement qu'un mélange d'azote et d'oxygène.

» *Action du bioxyde d'azote.* — Le bioxyde d'azote est absorbé par le sodammonium ou le potassammonium dissous dans l'ammoniac liquéfié; pendant cette action, la couleur de l'ammonium alcalin disparaît peu à peu et il se forme une matière d'un blanc légèrement rosé; cette masse a une apparence gélatineuse, tant qu'elle baigne

dans l'ammoniac liquide; lorsque celui-ci est évaporé, elle se présente sous forme d'une poudre amorphe. La pesée du métal alcalin employé et la mesure du bioxyde d'azote absorbé montrent qu'il s'est formé les hypoazotites alcalins  $AzNaO$  et  $AzKO$ ; on a, en effet, trouvé pour le rapport  $\frac{Na}{AzO}$ , 0,987, et pour  $\frac{K}{AzO}$ , 1,009, au lieu de 1. Ces matières contiennent en outre un peu d'ammoniac, qu'on peut leur enlever en faisant le vide et en les chauffant légèrement. Ces matières traitées par l'eau se dissolvent sans dégagement de gaz, si l'eau agit peu à peu; la dissolution donne avec l'azotate d'argent un précipité jaune d'hypoazotite d'argent; dans une expérience faite avec 0<sup>gr</sup>,530 d'hypoazotite de sodium, on a obtenu 1<sup>gr</sup>,3607 d'hypoazotite d'argent (théorie 1<sup>gr</sup>,380) ».

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Du mode d'action du pancréas dans la régulation de la fonction glycoso-formatrice du foie. Nouveaux faits relatifs au mécanisme du diabète pancréatique.* Note de M. M. KAUFMANN, présentée par M. Chauveau (1).

« Les faits exposés dans cette Note établissent que le produit de la sécrétion interne du pancréas exerce son action frénatrice sur la glycoso-formation hépatique, non seulement par l'intermédiaire des centres nerveux, mais encore en agissant *directement* sur les éléments cellulaires du foie.

» Cette importante notion est démontrée par les effets que produit, sur la glycémie, la section des nerfs qui se rendent au foie. Ces effets sont bien différents sur les animaux pourvus du pancréas et ceux auxquels on extirpe cette glande après avoir coupé les nerfs du foie. Chez les premiers, on observe l'*hypoglycémie*, ou bien la glycémie reste sensiblement normale; chez les seconds, on voit toujours se produire l'*hyperglycémie* et souvent la *glycosurie*.

» Le foie reçoit trois sortes de nerfs : 1<sup>o</sup> des rameaux directs du pneumogastrique gauche et quelquefois du droit; 2<sup>o</sup> quelques filets des nerfs phréniques; 3<sup>o</sup> de nombreux rameaux du grand sympathique qui proviennent du *plexus cœliaque* et qui se rendent au foie en suivant l'artère hépatique, la veine-porte et le canal cholédoque.

» La section des divers nerfs qui se rendent au foie a été faite, comparativement, sur des chiens qui conservaient le pancréas et sur d'autres de ces animaux que je privais de cet organe après avoir sectionné les nerfs. Les prises de sang pour le dosage du sucre ont toujours été faites sur des chiens à jeun. Les sections nerveuses ont été soigneusement vérifiées par l'autopsie.

---

(1) Cette Note a été présentée dans la séance du 19 mars.



» J'ai obtenu les résultats suivants :

» 1° Chez les chiens qui conservent le pancréas, on voit apparaître l'*hypoglycémie* si la section porte sur les deux troncs vago-sympathiques au cou; la glycémie reste sensiblement normale quand la section porte sur les pneumogastriques dans le thorax en avant du diaphragme. Ces résultats confirment entièrement ceux qu'a fait connaître Cl. Bernard.

» 2° Chez les chiens dont les pneumogastriques sont coupés soit au cou, soit dans la poitrine, l'extirpation du pancréas est rapidement suivie d'*hyperglycémie et de glycosurie*.

» 3° La glycémie n'est pas notablement modifiée sur les chiens normaux par le fait de la section des deux nerfs diaphragmatiques.

» 4° Si chez les chiens privés des nerfs phréniques, on extirpe le pancréas, l'*hyperglycémie et la glycosurie* se montrent avec l'intensité ordinaire.

» 5° Chez les chiens qui conservent le pancréas, la section des nerfs splanchniques dans l'abdomen ne diminue que peu la glycémie normale.

» 6° L'ablation du pancréas pratiquée sur des chiens qui ont les splanchniques coupés produit l'*hyperglycémie et la glycosurie*.

» 7° Chez les chiens qui conservent le pancréas, la destruction presque complète du ganglion semi-lunaire et la section de la plupart des filets nerveux qui accompagnent l'artère hépatique produit une *légère hypoglycémie*.

» 8° Chez les chiens privés d'une grande partie du ganglion solaire et de la plupart des filets nerveux qui accompagnent l'artère hépatique l'ablation du pancréas est suivie d'*hyperglycémie et de glycosurie*.

» 9° Chez les chiens munis du pancréas, la section complète de tous les filets nerveux qui accompagnent l'artère hépatique, la veine-porte, le canal cholédoque et du filet direct fourni par les pneumogastriques produit une *hypoglycémie très nette*.

» 10° Chez les chiens dont le foie est énervé par la section de tous les filets nerveux qui accompagnent l'artère hépatique, la veine-porte, le canal cholédoque et du filet direct fourni par les pneumogastriques, l'ablation du pancréas produit constamment l'*hyperglycémie*.

» Ces résultats sont très démonstratifs. L'apparition de l'*hypoglycémie* par le fait de la section de tous les nerfs du foie sur les chiens porteurs du pancréas, et la production de l'*hyperglycémie* par le fait de la dépancréatation chez les chiens dont le foie est énervé, mettent en parfaite évidence l'*action frénatrice exercée directement sur le foie par le produit de la sécrétion interne du pancréas*.

» Quand toutes les communications entre les centres nerveux et le foie sont rompues, le pancréas, par le produit de sa sécrétion interne, continue à modérer la glycoso-formation intrahépatique, d'où *hypoglycémie*; l'ablation du pancréas, en tarissant sa sécrétion interne, supprime cette action frénatrice directe d'où suractivité dans la production du sucre, *hyperglycémie et même glycosurie*.

» Ainsi, il est bien démontré, par les faits exposés ci-dessus, que le pancréas règle la glycoso-formation hépatique, en versant dans le sang un produit qui exerce une action frénatrice directe sur le tissu du foie. En traversant le pancréas, le sang se charge du produit de la sécrétion interne de cette glande, puis transporte ce produit au contact des cellules hépatiques dont l'activité glycoso-formatrice se trouve ainsi modérée.

» L'intensité de cette action frénatrice est nécessairement en rapport avec l'abondance, dans le sang, du produit de la sécrétion interne du pancréas. A l'exagération de la fonction pancréatique correspond l'hypoglycémie; à sa diminution ou à sa suppression correspond l'hyperglycémie et la glycosurie.

» Toutes les modifications imprimées à la fonction pancréatique par le système nerveux exercent nécessairement une influence d'ordre inverse sur la fonction glycoso-formatrice du foie, par l'intermédiaire du produit de la sécrétion pancréatique interne.

» En présence de cette donnée nouvelle, l'on peut se demander si la régulation de la formation du sucre dans le foie s'exerce uniquement par la voie du pancréas, ou bien si elle est soumise également à une action directe transmise par le système nerveux au foie.

» Tous les faits que nous avons fait connaître, M. Chauveau et moi (<sup>1</sup>), s'adaptent parfaitement à la théorie d'une régulation double; mais ils pourraient recevoir une interprétation également satisfaisante si on parvenait à démontrer l'existence d'un mode de régulation unique s'exerçant exclusivement par le moyen du pancréas.

» La notion de l'action frénatrice, exercée directement sur le foie par le produit de la sécrétion interne du pancréas, permet d'expliquer un grand nombre de faits physiologiques et pathologiques qui sont restés jusqu'ici fort obscurs. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'antiseptie physiologique.*

Note de M. A. TRIPIER.

« Depuis une vingtaine d'années environ, les études bactériologiques ont révolutionné la Chirurgie et aussi un peu la Médecine; grâce à des expériences précises, *in vitro*, et sur les animaux, les notions relatives aux

---

(<sup>1</sup>) *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893.

intoxications organiques et à l'*antiseptie chimique* ont largement contribué aux progrès de la Thérapeutique.

» Dans ce mouvement doctrinal, il est un côté de l'antiseptie, le côté *physiologique*, qui a été quelque peu sacrifié et sur lequel je voudrais appeler l'attention. La chose me paraît d'autant plus utile, que la question se trouve plus écartée de l'ordre du jour; qu'elle n'a jamais fait grand bruit; que, si elle s'est trouvée posée, cela n'a guère été qu'à l'occasion de faits isolés et incomplètement observés.

» J'ignore si, dans cette voie, on remonterait aisément au delà de la tradition des nègres de nos colonies à serpents, prétendant que le meilleur remède, au début des accidents de morsures venimeuses, est l'ingestion, aussi prompte que possible, d'une dose de rhum suffisante pour déterminer une complète ébriété. Cette pratique nous a été rapportée par des auteurs fort recommandables, qui admettaient qu'une copieuse ingestion d'alcool « apportait un obstacle relatif à l'absorption du poison ». Je ne sache pas qu'on soit allé plus loin dans la voie des explications d'ordre physiologique.

» En 1856, dans une thèse *Sur le mode d'action des diurétiques*, j'essayai, à l'occasion de la *digitale*, une explication d'obstacle apporté à l'absorption par un mécanisme physiologique. Dans ses études sur les *substances toxiques et médicamenteuses*, Cl. Bernard avait montré la digitale, poison musculaire, paralysant la fibre cardiaque en systole; j'admettais que l'action portait autant, sinon plus, sur la fibre lisse que sur la fibre striée, qu'elle déterminait surtout une contracture des artérioles et apportait par là un obstacle à l'absorption; aussi l'avais-je essayée contre la septicémie, avec un résultat encourageant. Depuis ce temps, je n'ai jamais perdu ce sujet de vue et l'indication fournie par les symptômes ou appréhensions d'ordre septique me parut même pouvoir être étendue aux congestions locales de tout ordre. Mes observations sur ce sujet ont été développées (*Leçons cliniques sur les maladies des femmes*, 1883) dans une digression sur la digitale, que je considérais et considère toujours comme le plus précieux agent de ce qu'on peut encore appeler en bloc la *médication antiphlogistique*.

» En revenant sur cette question, mon but est d'indiquer qu'il est à craindre que la justice rendue aux bienfaits de l'antiseptie chimique ait trop détourné l'attention des voies et moyens d'une antiseptie *physiologique*. L'heure où celle-ci va se trouver mise à l'ordre du jour par les expériences de MM. d'Arsonval et Charrin, sur le rôle que pourraient être appelées à y jouer les modifications physiques, me paraît favorable pour en

rappeler l'importance, et aussi pour solliciter l'expérimentation, sur ce point, des agents que la matière médicale contemporaine pourrait nous offrir comme succédanés de la digitale, qui m'a paru jusqu'ici le plus précieux dans cet ordre d'indications. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Propriétés du sérum des animaux immunisés contre le venin des serpents; thérapeutique de l'envenimation.* Note de M. A. CALMETTE (1).

« On peut immuniser les animaux contre le venin des serpents, soit au moyen d'injections répétées de doses d'abord faibles, puis progressives de venin, soit au moyen d'injections successives de venin mélangé à des substances chimiques parmi lesquelles je citerai le chlorure d'or ou les hypochlorites de soude ou de chaux. L'immunisation s'obtient, dans ce dernier cas, en employant une méthode analogue à celle que MM. Roux et Vailard ont utilisée pour produire l'état réfractaire contre le tétanos.

» Le sérum des animaux ainsi traités est à la fois *préventif, antitoxique et thérapeutique*, exactement comme celui des animaux immunisés contre la diphtérie et le tétanos.

» Il possède ces propriétés, non seulement à l'égard du venin qui a servi à immuniser l'animal dont on l'a retiré, mais même à l'égard de venins d'autres origines. Le sérum de lapin immunisé contre le venin de cobra, par exemple, est antitoxique à l'égard des venins de *ripère* de France, d'*hoplocephalus* et de *pseudechis* d'Australie.

» Le pouvoir antitoxique *in vitro* est naturellement très variable suivant la dose de venin contre laquelle l'animal qui fournit le sérum est immunisé. 0<sup>cc</sup>,5 de celui que j'emploie actuellement pour mes essais de thérapeutique est capable de détruire 1<sup>mg</sup> de venin de cobra, dose mortelle en moins de douze heures pour 4<sup>kg</sup> de lapin.

» Les propriétés antitoxiques du sérum peuvent se développer dans le sang d'animaux non immunisés, à la suite d'une seule injection d'une dose non mortelle de venin.

» Elles peuvent se développer également sous l'influence d'injections répétées d'hypochlorites alcalins en solutions faibles, sans mélange de venin.

---

(1) Travail du laboratoire de M. Roux à l'Institut Pasteur.

» Si nous inoculons à un certain nombre de lapins, sous la peau de la cuisse, une même dose, 1<sup>mg</sup> de venin de cobra, par exemple, et si nous traitons tous ces animaux, sauf quelques témoins, par des injections sous-cutanées et intrapéritonéales de sérum de lapins immunisés contre 4<sup>mg</sup> de ce même venin, nous voyons que tous les témoins, non traités, meurent en trois ou quatre heures, tandis que les lapins qui reçoivent 5<sup>cc</sup> de sérum thérapeutique une demi-heure, trois quarts d'heure ou une heure après le venin *résistent tous*.

» Ceux qui reçoivent une plus grande quantité de sérum thérapeutique entre une heure et une heure et demie après le venin résistent également.

» Il est probable qu'avec des sérums plus actifs que ceux dont je dispose actuellement, cette limite d'une heure et demie pourra encore être dépassée. Les animaux qui me fournissent mes sérums ont tous reçu chacun de 20<sup>mg</sup> à 26<sup>mg</sup> de venin, soit une quantité de substance toxique capable de tuer 80<sup>kg</sup> à 104<sup>kg</sup> de lapin.

» Puisque les sérums immunisants contre les venins sont capables d'arrêter si nettement l'intoxication chez des animaux d'une sensibilité extrême aux venins, comme le lapin et le cobaye, ne sommes-nous pas autorisés à penser que, chez l'homme, leur efficacité ne serait pas moindre?

» Il convient donc de tenter, le plus tôt possible, des expériences de nature à nous éclairer sur cette question, et, pour cela, il est nécessaire d'immuniser de grands animaux, capables de fournir de grandes quantités de sérum. J'ai commencé cet essai avec des chiens.

» En attendant que nous puissions employer pratiquement le sérum-thérapie contre les morsures venimeuses, on doit utiliser, de préférence au chlorure d'or, les propriétés neutralisantes, beaucoup plus efficaces du chlorure de chaux pour traiter les personnes mordues.

» On devra injecter, tout autour et à une assez grande distance de la plaie d'inoculation, 25<sup>cc</sup> à 30<sup>cc</sup> d'une solution de chlorure de chaux, préparée au moment de l'usage, en diluant 5<sup>cc</sup> d'une solution à  $\frac{1}{12}$  dans 45<sup>cc</sup> d'eau bouillie. Les dilutions étendues, préparées d'avance, n'ont plus d'action efficace.

» J'ai constaté, dans mes expériences, que l'intervention simple à l'aide du chlorure de chaux, sans ligature, était toujours efficace pour le lapin vingt minutes après l'inoculation sous-cutanée ou intramusculaire d'une dose de venin mortelle pour cet animal en deux heures. Au delà de vingt minutes et jusqu'à cinquante minutes, l'intervention est encore très sou-

vent utile. Or, chez l'homme, il est extrêmement rare que la morsure des plus dangereux serpents soit mortelle dans un délai si court.

» D'après les statistiques de Fayrer, dressées sur un ensemble de soixante-cinq cas de morsures de serpents observées dans l'Inde et *ayant amené la mort*, la durée moyenne de la survie a été la suivante :

Moins de deux heures	proportion de 22,96 pour 100
Entre deux et six heures	» 24,53 pour 100
Entre six et douze heures	» 23,05 pour 100
Entre douze et vingt-quatre heures	» 9,36 pour 100
Au delà de vingt-quatre heures	» 21,10 pour 100

» En admettant qu'il soit impossible de porter secours en temps utile aux personnes classées dans la première catégorie ci-dessus, et qui succombent en moins de deux heures, on voit que le traitement par le chlorure de chaux seul a les plus grandes chances d'être efficace pour toutes les autres, soit pour 77,04 pour 100 de celles qui seraient vouées fatalement à la mort.

» Lorsqu'on pourra employer, concurremment avec les injections de chlorure de chaux, celles de sérums immunisants, dont la puissance thérapeutique est beaucoup plus grande, la mortalité se trouvera réduite à peu près aux seules personnes qui n'auront pas eu la possibilité de recourir au traitement. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'accouplement de quelques Céphalopodes Sepiola Rondeletii (Leach), Rossia macrosoma (d. Ch.) et Octopus vulgaris (Lam.)* (1).

Note de M. ÉMILE G. RACOVITZA, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En juin 1892, j'ai pu observer à Roscoff l'accouplement de la *Sepiola Rondeletii*. Le mâle, quoique plus petit que la femelle, la saisit brusquement et la retourne la face ventrale en haut. Il introduit sa première paire de bras dans la cavité palléale [le bras gauche est hectocotylisé (Steenstrup)], la seconde paire est étendue le long du corps, la troisième entoure la nuque et la quatrième est passée entre les bras de la femelle. L'accouplement dure huit minutes. Pendant tout ce temps, le mâle fait des efforts continuels pour tenir la femelle éloignée de tout point d'appui solide. Cette dernière, ne pouvant respirer pendant l'accouplement, fait des efforts

(1) Travail fait dans les Laboratoires de Roscoff et de Banyuls.

désespérés pour se débarrasser de son compagnon dès qu'elle arrive à fixer ses bras quelque part.

» Les spermatophores sont fixés sur les plis de la vaste poche située dans la moitié gauche de la cavité palléale de la femelle (Brock) à côté de l'oviducte (voir MACHRENTHAL cité par KORSCHULT). Le spermatophore placé dans la poche et en contact avec l'eau de mer éclate. Son réservoir spermatique est enfoncé sous la peau des plis. Il se produit ensuite un déclenchement de second ordre (qui sera étudié dans un prochain travail accompagné de figures) qui sépare la gaine vide du spermatophore du réservoir introduit sous la peau. Le boyau contenant les spermatozoïdes et qui est enroulé dans le réservoir éclate à son tour. Les spermatozoïdes sont repoussés au dehors, un à un et d'une manière continue, par le tube cylindrique qui dépasse de quelques millimètres le niveau de l'épiderme. Ils arrivent ainsi dans la cavité de la poche, et, chassés par les puissants cils vibratiles qui en tapissent les plis, ils parviennent dans la cavité palléale. Les œufs trouvent donc toujours, au moment de la ponte, des spermatozoïdes dans cette cavité, et sont fécondés au passage.

» Je n'ai pas observé l'accouplement de la *Rossia macrosoma*, mais j'ai trouvé une femelle fécondée de cette espèce, et j'ai pu observer sur elle des faits analogues à ceux décrits chez la *Sepiola*. Les réservoirs spermatiques, munis de leurs tubes, se trouvent dans la moitié gauche de la cavité palléale et sont introduits sous la peau qui avoisine l'oviducte. Ici aussi, il y a introduction du réservoir sous la peau, déclenchement secondaire, rupture du boyau spermatique et évacuation lente des spermatozoïdes dans la cavité palléale. Hoyle a trouvé chez la *Rossia Oweni* (Ball) [= *R. macrosoma* (d. Ch.) d'après Appellöf] des réservoirs enfoncés sous la peau de la région de l'œil, et il considère, à tort, le cas comme normal. J'ai trouvé aussi des réservoirs en dehors de la cavité palléale sur la femelle mentionnée plus haut et même sous la peau d'un mâle. Cela s'explique aisément, étant donné que le spermatophore enfonce son contenu n'importe où le hasard le jette.

» L'hectocotylisation se manifeste dans la première paire de bras chez le genre *Rossia* (Steenstrup). Le bras hectocotylisé possède, du côté externe, une membrane qui s'étend sur les trois quarts de sa longueur. En outre, les tiges de ses ventouses sont très élevées. Entre ces tiges, l'épiderme forme des invaginations profondes, en forme de poches très plissées se dirigeant obliquement vers le côté interne du bras. Les cellules épidermiques qui en tapissent les parois sont toutes transformées en longues

cellules, ayant leur noyau à leur base et possédant un contenu granuleux se colorant fortement par l'hématoxyline. On a ainsi une véritable glande, qui s'étend sur les trois quarts de la longueur du bras du côté interne et dont l'épaisseur est presque égale à celle de la masse musculaire. Cette glande existe dans les deux bras de la *Rossia macrosoma*.

» J'ai pu observer à Banyuls, au mois de mars de cette année, l'accouplement chez l'*Octopus vulgaris*. Un mâle qui avait 1<sup>m</sup>, 25 de long étendit son bras hectocotylisé vers une femelle au moins cinq fois plus petite et éloignée de 0<sup>m</sup>, 25 environ de l'endroit où il se trouvait. Sans bouger de place et sans que la femelle résistât, il lui introduisit l'extrémité de l'hectocotyle dans la cavité palléale. L'accouplement dura une heure trente-cinq minutes.

» L'examen de la femelle, quatorze heures après l'accouplement, montra que les deux oviductes étaient bourrés de spermatophores. Ils ne pénétraient que jusqu'à la bulle de l'oviducte. Près de l'orifice, les spermatophores avaient encore une membrane; mais, en avant de la bulle, leurs membranes avaient disparu à la suite d'une espèce de dissolution. Les spermatozoïdes étaient simplement englués dans un liquide visqueux. L'examen des spermatophores montra que leur gaine avait disparu et que leur partie dévaginée persistait seule. Ils doivent être déposés près de l'orifice de l'oviducte et, en éclatant, introduire le réservoir spermatique dans le canal. »

PHYSIQUE DU GLOBE. -- *Sur la rose sismique d'un lieu*. Note de M. DE MONTRESSUS, présentée par M. A. Cornu.

« Déterminer la direction d'un mouvement sismique en un lieu est une question très importante à résoudre, chaque fois qu'un séisme important s'y propage. A cela deux raisons. En effet, de la convergence des directions dans la région où le phénomène s'est le plus vivement fait sentir, se déduit le point, ou mieux l'espace épacentrique, d'où il émane. De la forme de la courbe normale à ces directions passant par les lieux où l'intensité a été, autant qu'on la peut mesurer, sensiblement la même, se déduit l'influence de la nature du terrain et des accidents géologiques, tels que failles, relief, plis synclinaux et anticlinaux, etc., sur la propagation du phénomène, non sur son origine et sa cause, comme beaucoup le croient à tort. D'autre part, on sait que les secousses sont d'autant plus destruc-



tives qu'elles se propagent dans une direction plus voisine de la perpendicularité aux murs principaux des édifices. L'expérience prouvant d'ailleurs que les éléments intensité et fréquence marchent de pair, on est en droit d'en conclure que, connaissant la rose sismique d'un lieu, on pourra en déduire la direction suivant laquelle les choses se produisent le plus souvent, et orienter les murs en conséquence. Ces deux points de vue, le premier théorique, le second surtout pratique, ont donc une grande importance.

» Il a été montré, dans des travaux antérieurs, que la détermination des directions par le sentiment physiologique produit sur l'homme par une secousse donnée est absolument illusoire, et que les appréciations des habitants d'une ville font toujours presque tout le tour de l'horizon, quoique cependant une majorité se forme souvent autour d'un certain azimut. On pouvait espérer qu'il n'en serait pas ainsi dans les nombreux observatoires sismologiques établis actuellement en divers pays, et munis de sismographes enregistreurs. Or il n'en est rien. Et *a priori*, c'était à supposer. En effet, l'ondulation sismique est d'une extrême complexité, témoin les modèles de trajectoires d'un point, déduites des tracés automatiquement enregistrés et d'une façon continue, des trois composantes de son mouvement, exécutés par Sekyia à Tokyo. Il en résulte que la direction n'a d'autre sens que celle de la plus grande dimension de la courbe, plus ou moins ovale, enveloppe des projections horizontales des centaines d'oscillations qui se font dans tous les sens. Il est à présumer que cette direction est celle qu'accuse la majorité des impressions physiologiques perçues dans une même localité. Cette vue théorique est confirmée par l'observation, et c'est à ce titre qu'elle semble mériter l'attention. Si l'on prend, en effet, les observations sismographiques faites à Orizaba de 1887 à 1892, soit six années et 1394 séismes, on trouve qu'au lieu de se distribuer régulièrement, les directions enregistrées se groupent sur les azimuts principaux, quarts et huitièmes de cadran, N. N-E. E. S-E. S. S-W. W. N-W., mais les seizièmes de cadran, N-N-E., E-N-E., . . ., présentent des minima extrêmement accentués, comme le montre le Tableau ci-dessous :

N	288	E	58	S	47	W	122
NNE	26	ESE	2	SSW	38	WNW	60
NE	135	SE	19	SW	136	NW	368
ENE	7	SSE	2	WSW	33	NNW	53

» Il faut en conclure, conformément à ce qui a été dit plus haut, que,

les instruments oscillant presque follement, l'observateur saisit malgré lui une direction moyenne, qu'il rapporte inconsciemment au quart ou huitième de cadran le plus rapproché, sans que l'approximation atteigne le seizième, sinon rarement. Il en est de même dans toutes les stations. On peut toutefois déduire graphiquement ou par le calcul la direction la plus fréquente, intéressant particulièrement les constructeurs, en reportant sur chaque quart ou huitième de cadran les moitiés des chiffres correspondant aux seizièmes adjacents. C'est ainsi que, dans l'exemple choisi d'Orizaba, on trouve que la direction dangereuse est celle de N. 31° 15' W. Elle passe près du volcan du même nom, fait d'autant plus rationnel que cette montagne est encore en activité; mais cette coïncidence ne se produit pas toujours, ce qui confirme la légitimité de la distinction entre les séismes volcaniques et ceux d'autre origine ou orogéniques. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

-----

*ERRATA.*

—

(Séance du 12 mars 1894.)

Note de M. *Désiré André*. Sur le triangle des séquences :

Page 578, ligne 7. au dénominateur de la fraction entre parenthèses, remplacez le signe + par le signe —.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,  
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4° Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1<sup>er</sup> janvier.

*Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

**On souscrit, dans les Départements,**

**On souscrit, à l'Étranger,**

chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :		chez Messieurs :	
<i>Agen</i> .....	Michel et Médan.	<i>Lorient</i> .....	Bannal.	<i>Amsterdam</i> .....	Ferkema Gaarelsen et C <sup>o</sup> .	<i>Londres</i> .....	Dulau.
<i>Alger</i> .....	Gavault St-Lager.		M <sup>o</sup> Texter.				Hachette et C <sup>o</sup> .
	Jourdan.		Bernoux et Cumu	<i>Athènes</i> .....	Bock.	<i>Luxembourg</i> .....	Nutt.
	Ruff.		Georg.	<i>Barcelone</i> .....	Verdaguer.		V. Bück.
<i>Amiens</i> .....	Coutin-Hecquet.	<i>Lyon</i> .....	Mégret.		Asher et C <sup>o</sup> .		Libr. Gutenberg
	Germain et Grassin.		Chanard.		Dames.	<i>Madrid</i> .....	Capdeville.
<i>Angers</i> .....	Lachèse.		Ytte.	<i>Berlin</i> .....	Friedlander et fils.		Gonzalés e hijos
		<i>Marseille</i> .....	Ruat.		Mayer et Muller.		F. Fè.
<i>Bayonne</i> .....	Jérôme.		Calas.	<i>Berne</i> .....	Schmid, Francke et C <sup>o</sup> .	<i>Milan</i> .....	Dumolard frères.
<i>Besançon</i> .....	Jacquard.	<i>Montpellier</i> .....	Coulet.			<i>Moscou</i> .....	Hœpli.
	Avrard.		Martial Place.	<i>Bologne</i> .....	Zanichelli.		Gautier.
<i>Bordeaux</i> .....	Duthu.	<i>Moulins</i> .....	Jacques.		Ramlot.	<i>Naples</i> .....	Furchhem.
	Muller (G.).		Grosjean Maupin	<i>Bruxelles</i> .....	Mayolez et Audiarte		Marghiéri di Grus
<i>Bourges</i> .....	Renaud.	<i>Nancy</i> .....	Sidot frères.		Lebegue et C <sup>o</sup> .		Pellerano.
	Lefournier.		Loiseau.	<i>Bucharest</i> .....	Haimann.	<i>New-York</i> .....	Dyrsen et Pfeuffer.
<i>Brest</i> .....	F. Robert.	<i>Nantes</i> .....	M <sup>o</sup> Veloppé.		Rausteann.		Stechert.
	J. Robert.		Barma.	<i>Budapest</i> .....	Kiban.	<i>Odessa</i> .....	Westermann.
	V <sup>o</sup> Uzel Caroff.	<i>Nice</i> .....	Visconti et C <sup>o</sup> .	<i>Budapest</i> .....	Deighton, Bell et C <sup>o</sup> .	<i>Oxford</i> .....	Rosseau.
<i>Caen</i> .....	Baër.	<i>Nîmes</i> .....	Thibaud.	<i>Cambridge</i> .....	Gammermeyer.	<i>Palerme</i> .....	Parker et C <sup>o</sup> .
	Massif.	<i>Orléans</i> .....	Luzeray.	<i>Christiania</i> .....	Otto Keil	<i>Porto</i> .....	Clausen.
<i>Chambery</i> .....	Perrin.		Blanchier.	<i>Constantinople</i> .....	Høst et fils.	<i>Prague</i> .....	Magalhaes.
	Henry.	<i>Poitiers</i> .....	Drumaud.	<i>Copenhague</i> .....	Liescher et Secler.		Rivnac.
<i>Cherbourg</i> .....	Marguerie.		Phon t Hervé	<i>Florence</i> .....	Hoste.	<i>Rio-Janeiro</i> .....	Garnier.
	Rousseau.	<i>Bennes</i> .....	Girard (M <sup>lles</sup> ).	<i>Gand</i> .....	Beuf.	<i>Rome</i> .....	Boeca frères.
<i>Clermont-Ferr...</i>	Ribou-Collay.	<i>Rocheport</i> .....	Langlois.	<i>Genève</i> .....	Cherbulier		Loescher et C <sup>o</sup> .
	Lamarche.		Lestringant.		Georg.	<i>Rotterdam</i> .....	Kramers et fils.
<i>Dijon</i> .....	Ratel.	<i>Rouen</i> .....	Chevalier.	<i>Geneve</i> .....	Stapelmoir.	<i>Stockholm</i> .....	Samson et Wallin
	Damidot.	<i>St-Étienne</i> .....	Bastide.	<i>La Haye</i> .....	Belinfante freres.	<i>St Petersburg</i> .....	Zinserling.
	Lauverjat		Bumebe.		Benda.		Wolff.
<i>Douai</i> .....	Crepin.	<i>Toulon</i> .....	Gimet.	<i>Lausanne</i> .....	Payot.		Boeca frères
	Drevet.		Privat.		Barth.	<i>Turin</i> .....	Broero.
	Gratier.	<i>Toulouse</i> .....	Bousscher.		Brockhaus		Clausen.
<i>La Rochelle</i> .....	Foucher.		Péricat.	<i>Leipzig</i> .....	Lorentz.	<i>Varsovie</i> .....	Rosenberg et Sellier
	Bourdignon.	<i>Tours</i> .....	Suppligeon.		Max Rube.	<i>Verone</i> .....	Gebethner et Wolff
<i>Le Havre</i> .....	Dombre.		Giard.		Twietmeyer		Drucker.
	Lefebvre.	<i>Valenciennes</i> .....	Lemaitre.	<i>Liège</i> .....	Desoer.	<i>Vienne</i> .....	Frick.
<i> Lille</i> .....	Quarre.				Gausé.	<i>Zurich</i> .....	Gerold et C <sup>o</sup> .
							Meyer et Zeller

**TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

Tomes 1<sup>er</sup> à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1856.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.  
Tomes 32 à 61. — (1<sup>er</sup> Janvier 1857 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.  
Tomes 62 à 91. — (1<sup>er</sup> Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

**SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :**

**Tome I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DUBOIS et A.-J.-J. SOUILLIÉ. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856. Prix..... 15 fr.  
**Tome II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1856 par l'Académie des Sciences sur le concours de 1853, et puis reprise pour celui de 1856, savoir : « Étudier le lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BOUILLÉ. In-4°, avec 27 planches; 1861. Prix..... 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

# N° 13.

## TABLE DES ARTICLES. (Séance du 27 mars 1894.)

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

#### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

	Pages.		Pages.
M. HENRI MEISSAN. — Etude des actinides cristallisés de baryum et de strontium.	683	déterminant l'ouverture et l'occlusion de l'ornice aortique.	686
M. A. CHAUVÉAU. — Description électrique des mouvements des valvules sigmoïdes.		MM. A. HALLER et MINGUIN. — Sur deux méthylcyanocamphres isomères.	690

### CORRESPONDANCE.

M. LE MINISTRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE ET DES COLONIES invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour la chaire d'Agriculture, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers.	693	M. MAX LE BLANC. — Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des électrolytes.	702
M. LE GAY. — Effets obtenus en mer par le flage de l'eau de savon, pendant un coup de vent.	693	M. BERTHOUD. — Remarques sur la Note précédente de M. Le Blanc.	707
M. G. BIGOURDAN. — Occultation de <i>V. pi de la Vierge</i> , le 22 mars 1894, observée à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest).	694	M. H. LE CHATELIER. — Sur la solubilité mutuelle des sels.	709
M. G. BIGOURDAN. — Observations de la planète BC, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest).	695	M. A. LOANIS. — Action de l'azote, du protoxyde et du bioxyde d'azote sur les ammoniums alcalins.	713
M. CH. TIBBET. — Observations photographiques de planètes, faites à l'Observatoire d'Alger par MM. Rambaud et F. S.	696	M. M. KAUFMANN. — Du mode d'action du pancréas dans la régulation de la fonction glycoso-formatrice du foie. Nouveaux faits relatifs au mécanisme du diabète pancréatique.	716
M. MAURICE HAMY. — Sur le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé. Applications à Mercure et à Junon.	698	M. A. TEREB. — L'antiseptique physiologique.	718
M. MAURICE MOUREAUX. — Sur un corollaire du théorème de Catalan.	700	M. A. CALMETTE. — Propriétés du sérum des animaux immunisés contre le venin des serpents; thérapeutique de l'œdéma-gène.	720
M. AUGUSTIN NORMAND. — Résultats obtenus par de nouvelles dispositions propres à atténuer les vibrations des navires.	701	M. I.-G. RAGOITZA. — Sur l'accouplement de quelques Cephalopodes <i>Sepiola teuleletii</i> (Leach), <i>Rossia macrosoma</i> (Cl.) et <i>Octopus vulgaris</i> (Lam.)	721
ERRATA.		M. G. MONTISSÉS. — Sur la rose sismique d'un lieu.	724
			726







Date Due

~~3 Jul 50~~  
1.12.77

MAY 3 1963

