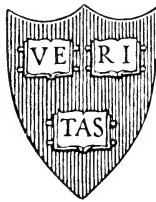


ACA  
0144

Rebound 1938

HARVARD UNIVERSITY



LIBRARY

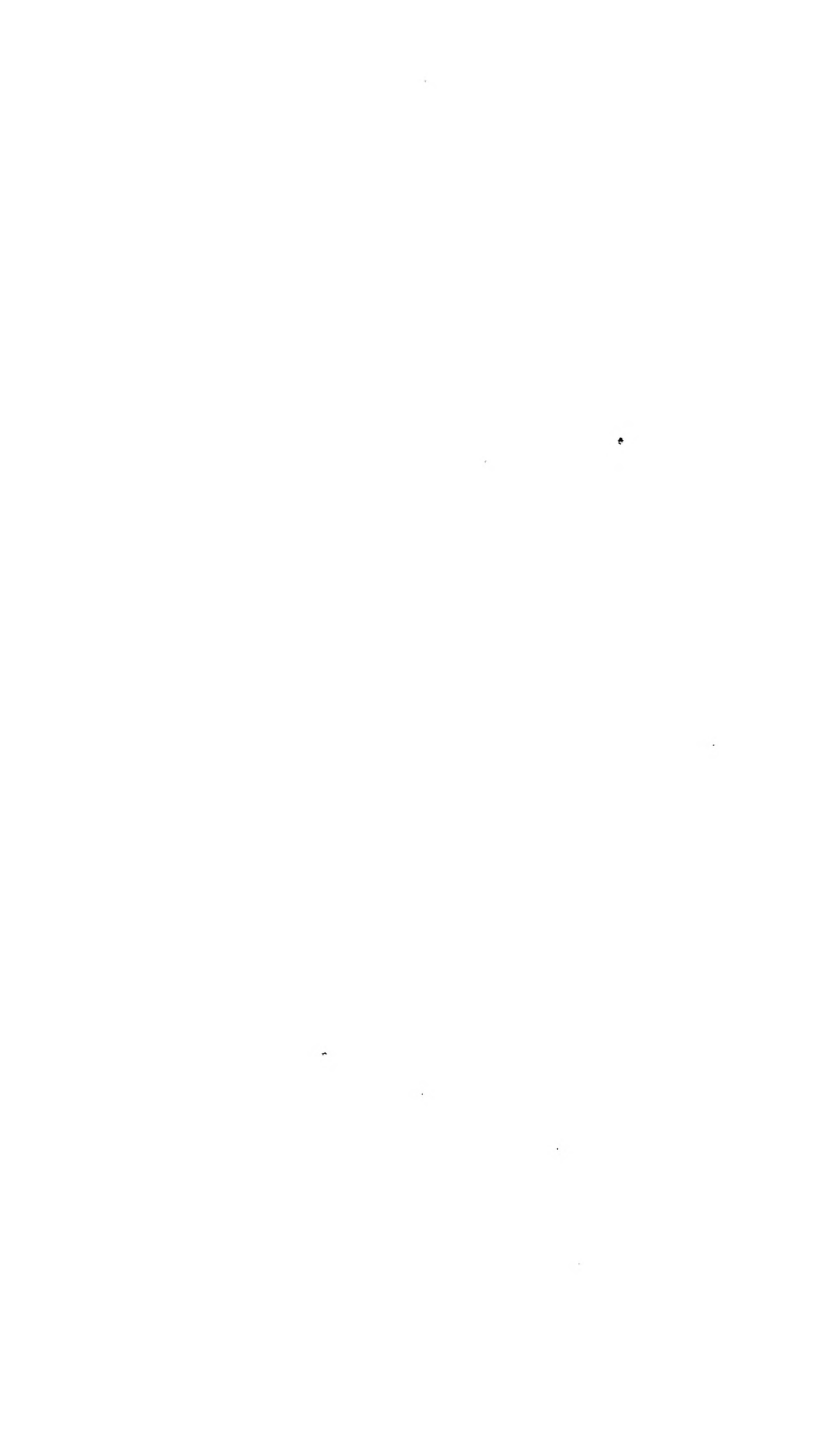
OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

---

161

*Louis Agassiz*







# BULLETINS

DES

SEANCES DE LA CLASSE DES SCIENCES



3680  
8-14

ACADÉMIE ROYALE

DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

---

BULLETINS

DES

SÉANCES DE LA CLASSE DES SCIENCES.

ANNÉE 1864.

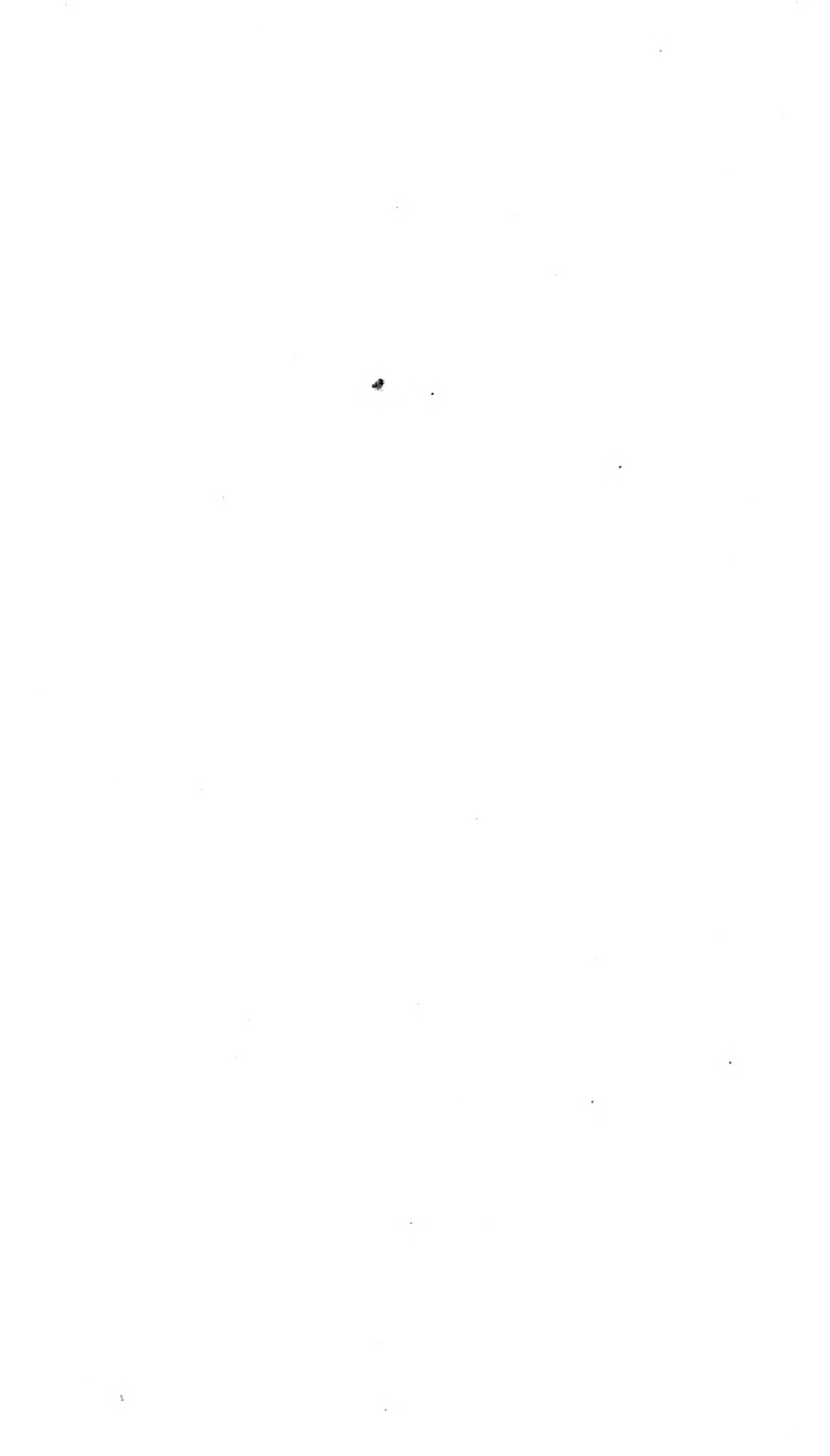


BRUXELLES,

M. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE.

---

1864.



BULLETINS

DES

SÉANCES DE LA CLASSE DES SCIENCES.

---

*Séance du 9 janvier 1864.*

M. SCHAAR, président de l'Académie.

M. AD. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. d'Omalius d'Halloy, Wesmael, Stas, De Koninck, Van Beneden, de Selys-Longchamps, le vicomte Du Bus, Gluge, Nerenburger, Melsens, Liagre, Duprez, Poelman, Dewalque, E. Quetelet, *membres*; Lamarle, *associé*; Steichen, Montigny, Coemans, *correspondants*.

M. Éd. Fétis, *membre de la classe des beaux-arts*, assiste à la séance.

## CORRESPONDANCE.

M. De Vaux fait connaître que, retenu par une bronchite intense, il regrette de ne pouvoir assister à la séance du jour.

— M. Schaar, en prenant les fonctions de directeur pour l'année courante, exprime les regrets de la compagnie de ne pas voir M. De Vaux assister à la séance, et de ne pouvoir lui témoigner la reconnaissance de la classe pour la direction donnée à ses travaux pendant l'année précédente.

— M. le secrétaire perpétuel donne lecture d'une lettre ministérielle qui fait connaître que S. M. le Roi a désigné M. Schaar comme président de l'Académie pendant l'année courante. Des applaudissements accueillent cette lecture.

— La classe apprend avec douleur la perte qu'elle vient de faire par la mort d'un de ses membres, M. François Cantraine, professeur à l'université de Gand et membre de l'Académie, décédé le 22 décembre dernier.

La classe prend également connaissance de la mort de M. Willem Vrolik, l'un de ses associés et secrétaire de l'Académie royale des sciences d'Amsterdam.

— M. Ernest Quetelet exprime sa reconnaissance pour l'honneur que la classe lui a fait en inscrivant son nom parmi ceux de ses membres.

— La Société royale des sciences de Stockholm et la

Société royale des sciences d'Upsal remercie l'Académie pour l'envoi de ses publications. La Société d'Upsal fait parvenir, en même temps, ses derniers travaux.

La Société impériale géographique de Russie envoie les procès-verbaux de ses dernières séances.

M. Van Beneden communique le discours qu'il a prononcé, à Louvain, le 27 février 1865, comme doyen de la faculté des sciences, après les obsèques de M. Martin Martens, professeur à l'université de cette ville et membre de l'Académie royale de Belgique.

La classe remercie pour ces différents envois.

— M. Bernardin, professeur à Melle, près de Gand, envoie les résultats de ses observations faites sur les phénomènes périodiques du règne animal pendant l'année 1865. M. Leclercq, de Liège, fait parvenir également ses observations météorologiques recueillies pendant la même année.

— M. Catalan remercie l'Académie pour la résolution qu'elle a prise d'imprimer, dans son recueil de Mémoires, le travail par lequel il a exposé ses recherches relatives aux *lignes de courbure du lieu des points dont la somme des distances à deux droites qui se coupent est constante*.

— M. le secrétaire perpétuel présente différents mémoires manuscrits qui ont été soumis à l'Académie :

1° Une notice de M. le marquis de Caligny, contenant une nouvelle rédaction de sa note *sur le mouvement des vagues*. (Commissaires : MM. De Vaux et Timmermans.)

2° Une notice de M. Édouard Dupont *sur le marbre noir de Bachant* (Hainaut français). (Commissaires : MM. d'Omalus et Dewalque.)

5<sup>o</sup> *Sur les tremblements de terre en 1862*, mémoire de M. Alexis Perrey, de Dijon. (Commissaires : MM. Duprez et Ad. Quetelet.)

4<sup>o</sup> *Quelques mots à propos des aérolithes tombés dans le Brabant, le 7 décembre 1865*, notice par M. Armand Thielens. (Commissaires : MM. Duprez, Ad. Quetelet et Van Beneden.)

---

#### NOMINATIONS.

La classe procède ensuite, par la voie du scrutin, à la nomination de son directeur pour l'année 1865; M. le général Nerenburger est élu à la majorité des suffrages et vient prendre place au bureau.

---

---

#### RAPPORTS.

---

*Sur un projet de recherches paléontologiques dans les grottes du pays*; par M. Édouard Dupont, docteur en sciences naturelles.

##### **Rapport de M. Van Beneden.**

« Personne n'ignore aujourd'hui le haut intérêt scientifique qui s'attache à l'étude des grottes et des cavernes. Si les diverses couches de la croûte terrestre forment, avec les débris fossiles qui les renferment, les feuillets du grand livre, qui est toujours à sa première édition, les cavernes forment autant de musées où la main du temps



a donné à chaque objet une grande valeur et une haute signification.

Ici, l'on trouve des ossements qui portent encore les traces des coups de dents du carnassier qui a entraîné sa proie dans le repaire ; là, les débris organiques remplissent la retraite jusqu'à la voûte ; là encore des ossements humains sont jetés pêle-mêle au milieu de restes d'animaux détruits.

En Europe, ces cavernes renferment surtout des ossements d'ours et d'hyène ; en Amérique, ce sont surtout des édentés ; en Australie, ce sont particulièrement des marsupiaux ; mais partout on trouve des animaux d'une plus forte taille que ceux qui vivent encore actuellement, et ils portent, les uns comme les autres, le cachet de leur région géographique.

Plusieurs cavernes des environs de Liège ont été explorées avec le plus grand soin par Schmerling. On peut voir cette belle collection paléontologique des cavernes au musée de l'université de Liège.

Dans la province de Namur, il existe un nombre plus considérable encore que dans la province de Liège, de grottes et de cavernes, et presque toutes sont encore inexplorées : elles attendent leur Schmerling.

Un jeune géologue, M. E. Dupont, docteur en sciences, qui s'est fait connaître si avantageusement à l'Académie par ses beaux travaux sur le calcaire carbonifère de la Belgique et du Hainaut français et qui habite Dinant, veut bien se charger de l'exploration scientifique de quelques-unes de ces cavernes ; il s'adresse à cet effet à l'Académie et désire commencer cette entreprise sous ses auspices.

Nous sommes d'avis que l'Académie doit accepter avec

empressement cette proposition ; et comme il y a des questions d'une haute portée scientifique qui pourraient recevoir leur solution , et que ces fouilles exigent des dépenses assez notables pour déblayer lentement et avec soin le sol qui a été si longtemps foulé par ces grands carnassiers , nous proposons de demander au Gouvernement qu'il veuille bien , par un subside , mettre M. E. Dupont à même de conduire ces explorations à bonne fin.

Nous hésitons d'autant moins à recommander M. Dupont à la bienveillance du Gouvernement , qu'il s'est engagé spontanément à déposer au Musée paléontologique de l'État tous les objets qu'il recueillera pendant ses travaux. »

---

*Rapport de M. d'Omalius.*

« Je pense aussi que l'exploration des cavernes de la province de Namur pourrait être très-utile à la science, et les travaux que M. Ed. Dupont a déjà communiqués à l'Académie me portent à croire que personne ne pourrait mieux que ce jeune homme se livrer à ces recherches d'une manière fructueuse.

Je me joins en conséquence à mon savant confrère, M. Van Beneden, pour engager la classe à prier M. le Ministre de l'intérieur d'accorder des fonds pour que M. Dupont puisse faire les recherches dont il s'agit avec l'obligation, ainsi qu'il s'y est engagé, de déposer dans les Musées de l'État tous les ossements qu'il recueillera et les autres objets qui pourraient intéresser la science. »

---

*Rapport de M. G. Devalque.*

« Je partage entièrement l'opinion de mes savants confrères, MM. Van Beneden et d'Omalius-d'Halloy, sur la grande importance de recherches méthodiques dans les cavernes à ossements de notre pays; et puisque M. Ed. Dupont se montre disposé à les entreprendre, je crois que ce jeune géologue, qui est très-capable de les mener à bonne fin, mérite les encouragements de l'Académie.

Je me joins donc volontiers à mes collègues pour proposer à la classe de demander au Gouvernement qu'il veuille bien accorder à M. Ed. Dupont un subside indispensable pour des explorations aussi dispendieuses. Il est convenu, d'ailleurs, que les objets recueillis seront déposés dans un des musées de l'État. »

M. Kickx se rallie aux conclusions de ses confrères, et la classe décide que la communication de M. Dupont sera insérée dans les *Bulletins* et qu'un subside sera demandé au Gouvernement, qui recevrait en échange, pour ses collections, les produits recueillis dans les excursions scientifiques projetées.

---

 CONCOURS DE 1864.
 

---

La classe adopte, dès à présent, pour le concours de cette année, les questions suivantes :

## PREMIÈRE QUESTION.

*Déterminer et montrer en quoi consiste la supériorité*

*relative des méthodes géométriques sur les méthodes analytiques et réciproquement.*

DEUXIÈME QUESTION.

*Exposer la théorie probable des étoiles filantes, en l'appuyant sur les faits observés.*

TROISIÈME QUESTION.

*Les recherches effectuées, dans ces dernières années, sur la composition chimique des aciers ont fait naître des doutes qu'il importe d'éclaircir : l'Académie demande qu'on établisse, par des expériences précises, quels sont les éléments essentiels qui entrent dans la constitution de l'acier, et qu'on détermine les causes qui impriment aux différents aciers, produits par l'industrie, leurs propriétés caractéristiques.*

QUATRIÈME QUESTION.

*Établir, par des observations détaillées, le mode de développement, soit du Petromyzon marinus, soit du Petromyzon fluviatilis, soit de l'Amphioxus lanceolatus, soit des anguilles.*

CINQUIÈME QUESTION.

*On demande la description du système houiller de la Belgique.*

Le prix de chacune de ces questions sera une médaille d'or de la valeur de six cents francs.

Pour la troisième question, M. le Ministre de l'intérieur a joint, au prix de l'Académie, un prix extraordinaire de huit cents francs; la récompense à décerner au lauréat s'élèvera par conséquent, à la valeur de mille quatre cents francs.

Les auteurs des mémoires insérés dans les recueils de l'Académie ont droit à recevoir cent exemplaires particu-

liers de leur travail. Ils ont, en outre, la faculté de faire tirer des exemplaires en payant à l'imprimeur une indemnité de quatre centimes par feuille.

Les mémoires devront être écrits lisiblement en latin, français ou flamand, et ils seront adressés, francs de port, à M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel, avant le 20 septembre 1864.

L'Académie exige la plus grande exactitude dans les citations; les auteurs auront soin, par conséquent, d'indiquer les éditions et les pages des ouvrages cités. On n'admettra que des planches manuscrites.

Les auteurs ne mettront point leur nom à leur ouvrage, mais seulement une devise qu'ils répéteront dans un billet cacheté renfermant leur nom et leur adresse. Les mémoires remis après le terme prescrit ou ceux dont les auteurs se feront connaître, de quelque manière que ce soit, seront exclus du concours.

L'Académie croit devoir rappeler aux concurrents que, dès que les mémoires ont été soumis à son jugement, ils sont déposés dans ses archives comme étant devenus sa propriété. Toutefois, les auteurs peuvent en faire prendre des copies à leurs frais, en s'adressant, à cet effet, au secrétaire perpétuel.

---

## COMMUNICATIONS ET LECTURES.

---

*Sur la mortalité pendant la première enfance; par M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie.*

Les premières notions statistiques remontent à des temps reculés : on peut en voir la preuve dans la Bible même, et y trouver des détails sur la grandeur de la popu-

lation juive et sur la manière dont se pratiquaient les recensements.

Mais ces travaux ne sont véritablement réunis en corps de doctrine que depuis deux siècles environ. L'astronome Halley fut un des premiers à tracer la route; et, par sa table de mortalité, il sut fixer l'attention des savants. L'Angleterre, la France, l'Allemagne comprirent successivement l'utilité de ces travaux : l'on vit surgir une science nouvelle dont les plus grands génies mathématiques prirent soin d'assurer les bases.

On en sentit généralement l'utilité; mais on laissa de côté la partie mathématique qui devait leur servir d'appui, et en assurer les avantages. L'attention se fixa particulièrement sur ce que l'on convint de nommer la statistique administrative, la statistique médicale, la statistique commerciale, la statistique financière, etc. : on perdit de vue les principes sur lesquels on devait s'appuyer; et la plupart des nouveaux statisticiens, sans se douter même des difficultés que présentait cette science nouvelle, se trouvèrent parfois dans le cas d'en faire des applications inexactes.

Laplace et Fourier, deux des esprits les plus éminents que la France ait eus dans ces derniers temps, firent des ouvrages spéciaux sur cette admirable branche de la science nouvelle. L'illustre Gauss, l'esprit mathématique le plus distingué que l'Allemagne ait produit à la même époque, n'a pas occupé un rang moins distingué dans cette science : la théorie des probabilités, qui était la véritable base de ce genre de recherches, exerça de la manière la plus active ces génies féconds.

Il est curieux de voir, dans les tables fournies par les différents pays, combien les nombres relatifs à la mortalité varient, surtout vers l'époque de la naissance. La dif-

férence de ces nombres est telle que plusieurs statisticiens exercés ont cru ne devoir faire commencer leurs tables de population qu'à partir de l'âge de quatre à cinq ans. Les résultats qui précèdent cette époque diffèrent effectivement d'une manière extraordinaire, soit par le défaut de soins nécessaires à la première enfance, soit par l'insouciance des parents, soit par les difficultés locales qu'on rencontre encore pour inscrire exactement la mortalité des premiers âges.

Ces causes et leurs effets avaient attiré mon attention, en rédigeant l'article *Tables de mortalité* dans le *Dictionnaire d'économie politique* de France (1). J'avais eu soin d'indiquer les différences considérables qu'on peut y trouver, surtout dans la mortalité de la première enfance, si l'on prend toutes les classes de la société ensemble, ou si on les sépare sous le rapport des professions, des degrés d'aisance, des sexes ou des pays. Il y a de l'intérêt alors à vérifier l'opinion qu'exprimait le célèbre Gauss sur le même point. On trouve l'homme habitué à l'exactitude, et prompt à se transporter dans ses recherches sur le terrain qui le séduit. Il est intéressant surtout de lui voir faire l'examen des nombres fournis par notre pays, dont il croit, et avec raison, les documents réunis avec tout le soin désirable. C'est un point, je pense, qu'on peut lui accorder pour tout ce qui concerne les naissances, les mariages et les décès : peu d'États ont des chiffres aussi exacts et aussi complets. Les nombres officiels que j'ai reproduits méritaient donc la confiance que cet habile observateur a bien voulu leur donner. Voyons les conclusions qu'il en a déduites :

---

(1) DICTIONNAIRE DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE, article *Tables de mortalité*, tome II, pages 700 et suivantes. in-8°. Paris, Guillaumin et C<sup>o</sup>, 1835.

« J'ai pris la liberté, dans ma lettre au conseiller intime Collin, d'exprimer quelques vœux, notamment que la mortalité des enfants dans les premiers âges pût être partagée en périodes plus courtes. J'ai été amené à exprimer ce vœu par la remarque que j'ai faite depuis longtemps que la table donnée par Ad. Quetelet (dans son *Annuaire* de 1844, page 195, et de 1846, page 185) peut la représenter, pour les six premiers mois, par une formule avec une précision presque merveilleuse. J'ai ajouté dans la lettre une autre proposition, que je pourrais modifier un peu, parce que je ne sais pas précisément sur quels faits reposent les données de l'auteur. Après que j'avais déjà fini et cacheté cette lettre, je trouvai dans l'ouvrage de Quetelet *sur l'homme*, page 144 de la traduction allemande de Rieke, des nombres relatifs à la Flandre occidentale, qui paraissent avoir servi de base aux chiffres de l'*Annuaire*. Je n'ai cependant pas voulu rouvrir et changer ma lettre (1).

» Peut-être verrez-vous avec intérêt cette formule, si je la joins ici. Le dernier membre est représenté, pour les six premiers mois, par l'expression .

$$10000 - A \sqrt[5]{n}$$

(où  $\log A = 5,98275$  et  $n$  représente le nombre de mois); elle est donnée avec un degré d'exactitude que l'on ne rencontre pas dans les tables ordinaires de mortalité. Ensuite, de un à quatre ans, la formule donne plus que la table; au contraire après cinq ans, elle donne moins. J'expliquerais la

---

(1) *Briefwechsel zwischen C.-F. Gauss und H.-C. Schumacher*. Correspondance de Gauss et Schumacher, publiée par C.-A.-F. Peters, 5<sup>m</sup>e vol., p. 525, in-8°, 1865. Altona.



grande précision pendant les six premiers mois, dans le cas où elle se rencontrerait aussi dans d'autres pays (bien entendu avec d'autres constantes), par ce fait que, pendant cette période, il y a comparativement une moindre complication dans les causes de décès; ensuite l'excès du cas de mort de la formule sur le nombre de morts réelles s'explique par l'introduction de nouvelles causes de décès, maladies d'enfants, qui ne commencent à se montrer que dans la deuxième demi-année. Enfin l'écart en sens contraire, à partir de cinq ans, me paraît simplement une preuve que cette formule ne représente pas la loi naturelle (1), mais se rapproche seulement beaucoup de cette loi, pour les petites valeurs de  $n$ .

« Au reste, je remarque que Moser a donné une formule semblable à celle ci-dessus, mais qu'elle a une racine bicarrée au lieu d'une racine cubique. Alors sans doute on peut obtenir une exactitude suffisante pour une plus longue suite d'années, mais la belle coïncidence de la première demi-année est perdue. »

Ces réflexions, émises par un des plus grands mathématiciens des temps modernes, prouveront assez que la construction des tables de mortalité n'est pas aussi facile que le vulgaire le pense communément. En réunissant les données statistiques sur les différents États de l'Europe, dont je prépare la publication avec M. Heuschling, je fus désireux de faire connaître par anticipation, au congrès statistique de Berlin, combien les tables générales de mortalité qui nous sont parvenues des divers pays, présen-

---

(1) Il est assez curieux que la formule donne cent ans sept mois pour limite de la vie, mais cette circonstance n'a pas de signification par suite de la remarque de Gauss. (Note de l'éditeur allemand, M. C.-A.-F. Peters).

tent de rapport ensemble. L'accord apparent a lieu surtout à partir de cinq ans : avant cet âge les discordances entre la mortalité des différents pays sont extrêmement fortes; on pourra en juger par le tableau suivant, dans lequel je me suis borné à prendre les principaux âges.

*Durée de la vie probable pour les deux sexes.*

Âges.	SUÈDE.	ANGLET.	BELGIQUE.	PAYS-BAS.	FRANCE(1).	BAVIÈRE.	MOYENNE générale.
	M. Berg.	M. Farr.	M. Quetelet.	M. Baumhauer.	M. Legoyt.	M. de Herman.	
Naissance.	51	45	41	36	32	27	38,7
5 ans.	56	53	55	50	51	55	53,0
10 »	52	51	50	47	48	50	49,7
20 »	45	45	45	40	41	41	41,8
50 »	33	33	33	33	34	34	34,5
40 »	27	27	27	26	26	26	26,5
50 »	19	20	20	19	19	18	19,2
60 »	15	15	15	15	15	12	12,8
70 »	7	7	7	7	7	7	7,0
80 »	3,5	4	4	4	5	4	3,8

(1) Les résultats de la France ne sont pas déduits, comme ceux des autres pays, d'une table de mortalité; les nombres sont calculés directement sur les chiffres mortuaires de chaque année, ce qui ne présentait aucun inconvénient pour les résultats obtenus. — Les nombres dont nos calculs sont déduits paraîtront bientôt dans l'ouvrage que je prépare avec M. Heuschling; on y trouvera tous les détails qui confirment nos recherches.

On remarque d'abord que la mortalité, au moment de la naissance, est très-différente selon les pays. En supposant les nombres réunis avec toute la précision désirable, la Suède aurait l'avantage, puisqu'elle ne perd qu'un enfant sur cinquante et une naissances; l'Angleterre arrive ensuite, elle perd un enfant sur quarante-cinq naissances; et la Bavière, située à l'autre extrémité de l'échelle, perd

un enfant sur vingt-sept naissances ; ce qui fait à peu près le double de la mortalité en Suède.

La mortalité moyenne, à l'époque de la naissance et pour les six pays que nous citons, est de un sur trente-neuf environ : elle est, par conséquent, un peu plus forte que pour la Belgique, où elle est de un sur quarante et un environ.

Dès l'âge de cinq ans, les inégalités disparaissent à peu près dans les six pays que nous citons : la mortalité dans les Pays-Bas est de un sur cinquante, d'une part ; et, de l'autre, de un sur cinquante-six pour la Suède : la moyenne est de un sur cinquante-trois, que l'on trouve en Belgique comme en Bavière. On voit que les conditions de ce dernier pays, si funestes pour les enfants naissants, se modifient bientôt, et que, dès l'âge de cinq ans, la Bavière se trouve à peu près à la moyenne des cinq autres pour la valeur de la mortalité. Cette perte considérable sur les enfants naissants est d'ailleurs connue et tient à des circonstances que nous n'avons pas à discuter ici.

La différence de mortalité, dans les pays que nous citons, diminue ensuite considérablement ; elle devient à peu près uniforme pour l'individu entièrement conformé dans ces mêmes pays. Cette différence, disons-nous, est remarquable ; elle appelle particulièrement l'attention des statisticiens.

Il conviendra, en outre, de se rappeler que les tableaux que nous donnons sont déduits, chacun, des résultats de la nation entière et ne concernent pas telle ou telle autre classe d'individus, ni l'un des sexes en particulier. Nous avons des raisons de croire même que la concordance des tables, pour les valeurs des nombres qu'elle renferment, ne fera qu'augmenter avec les moyens de communication entre

les différentes nations, moyens qui se multiplient encore chaque jour et qui tendent à opérer une fusion et une harmonie plus complètes.

Au premier abord, il semblerait aussi que les remarques de Gauss, que nous avons citées précédemment, ne sont pas tout à fait conformes aux résultats observés dans les autres pays; mais il suffira de se rappeler à ce sujet ce que cet illustre savant dit dans le cours de sa lettre : « J'expliquerais la grande précision pendant les six premiers mois, dans le cas où elle se rencontrerait aussi dans d'autres pays (bien entendu avec d'autres constantes), par ce fait que, pendant cette période, il y a comparativement une moindre complication dans les causes de décès. »

---

*Sur la hauteur de l'atmosphère, sur notre système planétaire et sur les éléments magnétiques à Christiania; lettre de M. Chr. Hansteen, associé de l'Académie, à M. Ad. Quetelet.*

Votre dernier article *sur les étoiles filantes et leur lieu d'apparition* m'a particulièrement intéressé, à cause de l'idée émise par vous et approuvée par sir John Herschel, H.-A. Newton et Aug. de la Rive que, en dehors de l'atmosphère inférieure dans laquelle nous vivons (appelée par vous *atmosphère instable*) il en existe une deuxième supérieure, trois fois plus élevée (que vous nommez *atmosphère stable*), d'une composition différente « plus légère et pour ainsi dire plus ignée. » C'est dans cette dernière seulement que les étoiles filantes et les aurores boréales se manifestent comme corps lumineux.

..... Les lunettes nous montrent sur la lune des contrées

montagneuses et brillantes , des plaines sombres , peut-être d'anciennes mers ou des marais , mais nulle part des traces d'eau ou d'atmosphère. Sur Jupiter nous voyons deux bandes de nuages parallèles à son équateur, et par suite l'existence de mers et d'une atmosphère importante. Saturne montre de même des traces d'atmosphère et des vapeurs. Sur Mars on voit des régions sombres de figure invariable, environnées par la surface plus brillante du reste de la sphère, que l'on peut se représenter comme une mer qui environne les différentes parties du continent solide. Très-probablement la terre vue de Mars présenterait le même aspect. On pourrait, par conséquent, se représenter la lune comme un corps mort; la terre comme étant dans la force de l'âge; Mars comme se trouvant dans la jeunesse, et enfin Jupiter et Saturne comme continuant une enfance non développée encore. Si ces hypothèses de l'imagination contenaient quelque chose de vrai, elles nous donneraient un aperçu sur le passé et sur l'avenir de notre terre et de ses habitants.

L'atmosphère supérieure dans laquelle les aurores boréales et les étoiles filantes apparaissent comme corps lumineux , pourrait alors ne pas être autre chose qu'un hydrogène raréfié, qui est très-léger et très-inflammable (plus léger et plus igné d'après sire John Herschel). Le temps de révolution de la comète d'Encke, qui diminue de  $\frac{4}{10}$  de jour à chaque révolution, suppose une *résistance du milieu* que l'on explique par la présence d'un certain éther, mais dont on ne connaît pas la nature. Cet éther pourrait fort bien être cet hydrogène très-raréfié, répandu dans l'espace.

Pendant les cinq dernières années qui viennent de

s'écouler, mes observations magnétiques donnent les valeurs suivantes pour Christiania. H représente l'intensité horizontale,  $i$  l'inclinaison, T l'intensité totale.

$t$	H	$i$	T
1859,5	1,5754	71°21'82	4,6719
1860,5	1,5712	21,59	4,6750
1861,5	1,5757	19,94	4,6561
1862,5	1,5748	19,24	4,6554
1865,5	1,5746	18,94	4,6566

Il paraît en résulter que H augmente encore un peu,  $i$  diminue annuellement de 0'7 et T diminue également. Il est à remarquer que l'inclinaison est la moyenne des observations d'au moins quatre jours de chaque mois de l'année, tant à l'époque du *maximum* diurne, vers 10<sup>h</sup> du matin, qu'à l'époque du *minimum* un peu avant le coucher du soleil; elle est ainsi le résultat d'au moins quatre-vingt-seize observations. L'intensité horizontale, au contraire, n'est pas observée chaque mois de l'année, mais cependant toujours à 10<sup>h</sup> du matin et un peu avant le coucher du soleil; les deux observations d'inclinaison et d'intensité horizontale ne se font pas simultanément. Il peut en résulter une petite incertitude sur l'intensité totale calculée d'après ces deux éléments.

—

*Sur un aérolithe tombé dans les environs de Tirlemont,  
le 7 décembre 1865.*

M. Quetelet donne lecture de la lettre suivante que M. Haidinger, de Vienne, associé de l'Académie, lui a écrite au sujet de l'aérolithe tombé dans les environs de Tirlemont et dont l'observation a été signalée, dans la séance précé-

dente, par MM. Van Beneden, de Selys-Longchamps, Dewalque et quelques autres membres. Le savant naturaliste allemand, qui s'occupe spécialement de ce genre de phénomènes, est parvenu à former une collection importante de fragments des météores recueillis dans différents pays, collection qu'il désire augmenter encore. S. E. le baron de Hügel, ambassadeur d'Autriche à Bruxelles, a bien voulu exprimer au secrétaire perpétuel le même désir en faveur de M. Haidinger. Voici la lettre relative à cet aérolithe et à d'autres météores semblables, particulièrement à celui observé en Grèce et dont il a été parlé déjà à la séance du 7 novembre (1).

« Je me préparais à vous écrire ces lignes sur le météore de M. Schmidt d'Athènes, mais j'é viens de recevoir un nouveau mémoire dont je donne ici les principaux résultats sur les directions de l'orbite et les véritables hauteurs du phénomène. M. Schmidt a combiné ses propres observations et celles de M. A.-N. Botzis, lieutenant à bord du vaisseau de guerre grec *Glaukos*, stationné au port Gythium ou Marathonisi, sous  $56^{\circ}43'$  lat. N. et  $22^{\circ}53'40''$  long. E. de Greenwich. Le météore devint lumineux perpendiculairement au-dessus de Canéa en Crète, à une hauteur de 21,2 milles géographiques (156 kilomètres), passa dans une direction NO. au-dessus de Cerigo et d'Elaphonisi, se tint à l'ouest de Gythium et de Sparte, et s'éteignit à une hauteur de 1,6 mille (11,8 kilomètres) à l'ouest d'Audritz, auprès de Tsourtsa et de la rivière de la Neda. Sa vitesse moyenne était de 2,842 mille (21 kilomètres) par seconde, ou 0,69 en nommant 1,0 la course moyenne de

---

(1) Voyez le n° 11 des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, séance du 7 novembre 1865, tome XVI, page 401.

la terre dans son orbite. D'après les considérations bien probables de M. Schmidt sur l'influence de l'irradiation, le diamètre vrai des deux plus grands corps du bolide se réduirait à trente-trois pieds, 11 mètres à peu près, celui des plus petits à trois pieds et  $\frac{1}{2}$ . La distance des queues des orbites des deux plus grands corps était au moins de onze pieds (5,57 mètres).

» Mais voici encore de bonnes nouvelles. On m'apporte dans ce moment un extrait de l'*Indépendance belge* du 18 décembre, relatif à une vraie chute d'aérolithes qui a eu lieu entre Tirlement et Cumplich, pendant la semaine qui précède cette date. Sans doute vous avez déjà pris connaissance du fait et obtenu quelques aérolithes. Dans ce cas, je vous prie d'avoir la bonté de réserver quelques fragments pour notre Musée impérial de minéralogie. Je ne tarderai pas non plus à en donner des nouvelles à M. Hörnes..... (1)

» M. Stoliezka, ancien membre de notre Institut géologique, attaché dans ce moment à l'Institut géographique des Indes, à Calcutta, m'a donné des détails sur la chute d'un aérolithe d'à peu près cinq livres, qui a eu lieu le 11 du mois d'août 1865, entre onze heures et midi, près de Dacca, dans le Bengale. J'ai donné un petit mémoire à ce sujet à notre Académie, le 17 décembre dernier. »

(1) M. Van Beneden a bien voulu disposer d'un fragment de cet aérolithe en faveur de notre honorable associé.



*Sur la hauteur et l'origine des étoiles filantes; fragment d'une lettre de M. A. Secchi, directeur de l'observatoire du Collège romain, à M. Ad. Quetelet.*

« ..... Puisque vous êtes si bienveillant, je vous dirai mon opinion sur l'atmosphère : Les étoiles filantes observées à Rome, il y a trois ans, avec le télégraphe, ont donné, en valeur approchée, une hauteur de quatre-vingts kilomètres au moins. Vous pourriez voir les observations originelles dans le *Bulletin météorologique* de l'année dernière. Cela conduit à une hauteur d'atmosphère plus grande qu'on ne l'admet communément. Mais quelle est la composition de cette atmosphère ? Cela est impossible à définir. — Les phénomènes d'électricité ordinaire, étudiés avec soin, pourront peut-être nous éclairer lors de l'apparition des aurores. Mon opinion est d'accord avec l'idée qu'on commence à admettre, que l'aurore dépend des décharges d'électricité atmosphérique dans les hautes régions, et alors il sera d'un grand intérêt de déterminer la hauteur de ce phénomène dans les lieux qui en sont voisins, en employant aussi le télégraphe.

» J'ai vu vos intéressants travaux actinométriques (1) et j'en parlerai dans un article prochain : mais je ne trouve pas le résultat d'une manière si nette que celui obtenu par le thermomètre à boule noire. Hier, par un ciel très-beau, j'ai obtenu  $15^{\circ}$  : ce qui est rare, même au méridien pen-

(1) Les expériences ont été faites à Bruxelles, pendant treize années, au moyen de l'actinomètre d'Herschel. (Voyez les publications de l'Académie et les *Annales de l'Observatoire de Bruxelles*, où les observations de chaque jour sont inscrites et discutées.)

dant l'été. Je crois que cela tient beaucoup au climat de Rome, où le ciel est si beau.

» Nous avons eu, le 25 décembre dernier, une bourrasque très-caractéristique. Le baromètre est tombé en vingt-quatre heures, de 762<sup>mm</sup> à 747<sup>mm</sup>,5; et après il est remonté avec une égale rapidité. Je serais désireux de savoir si cette bourrasque a eu lieu chez vous, et à quelle heure s'est présenté le *minimum* atmosphérique (1) ?

—

*Apparition du Syrrhapte hétéroclite en Belgique; par*  
M. de Selys-Longchamps, membre de l'Académie.

Le genre *Syrrhaptés*, créé par Illiger aux dépens des *Tetrao* de Linné, est fondé sur le *Tetrao paradoxus* de Pallas, qui fut découvert par ce voyageur en 1771, dans le gouvernement d'Orenbourg. C'est certainement le plus extraordinaire des gallinacés, à cause de ses pieds tridactyles et poilus, dont les trois doigts antérieurs sont soudés ensemble, caractère qui ne se retrouve dans aucun autre oiseau, excepté chez une seconde espèce du genre observée dans le Thibet et nommée *S. thibetanus* par Gould.

Le *S. paradoxus* appartient à la famille des gangas (*Pteroclidæ*) et vit en troupes dans les steppes de la Tartarie et d'une partie de la Sibérie occidentale. Il est commun entre la mer Caspienne et le lac d'Aral.

Jusqu'en 1859, aucun exemplaire n'avait été signalé dans les limites géographiques de l'Europe, et lorsque le

---

(1) Un abaissement du baromètre a eu lieu à Bruxelles, mais il était peu sensible, et très-probablement il n'avait rien de commun avec l'abaissement observé à Rome.

prince Bonaparte, de regrettable mémoire, l'avait compris dans le *Catalogue des oiseaux d'Europe*, j'avais cru devoir proposer de l'en éliminer, avec fondement sans doute, puisque cet éminent naturaliste et ami a reconnu publiquement, en 1857, dans une publication ultérieure, le bien-fondé de ma critique.

Mais en zoologie comme en botanique, avancer que telle espèce ne se trouve pas dans telle contrée veut dire seulement qu'on ne l'y a pas rencontrée jusqu'ici : ce qui était exact en 1857 ne l'est plus depuis 1859.

Le prince Bonaparte disait en riant : « Il n'y a peut-être que l'autruche et ses congénères qu'on ne fera pas un jour passer pour oiseaux d'Europe, parce qu'elles ne volent pas. »

Quant au Syrrhapte, qui a des ailes très-longues et pointues, il a été observé pour la première fois en Europe en 1859. Cet oiseau de l'Asie occidentale poussa ses migrations jusqu'en Angleterre, en laissant des victimes sur son chemin, ainsi que le constatent les captures faites à Sarepta en Crimée, à l'île fortunée d'Helgoland, si célèbre par le grand nombre d'espèces erratiques qu'y a observées M. Gaetke, et enfin en Hollande, d'après une notice publiée par notre honorable confrère le docteur Schlegel. D'autres exemplaires furent recueillis dans le Jutland, en 1861 ; enfin, en 1865, il doit s'être fait en Europe une migration considérable, d'après les renseignements nombreux recueillis depuis juin jusqu'à la fin d'octobre. L'oiseau a, en effet, reparu en Allemagne, en Danemark, en Angleterre et dans une grande partie de la France, s'arrêtant de préférence dans les bruyères, les terrains incultes, les landes et les dunes, en un mot, dans les localités qui offraient de l'analogie avec les steppes asiatiques, sa véritable patrie. La

migration a été, notamment, observée en Champagne, en Bourgogne et dans le nord, l'ouest et le sud-ouest de la France, surtout vers les côtes depuis Dunkerque jusqu'à Bayonne.

Je n'entrerai pas, relativement au passage de 1865, dans de plus grands détails, qui ne seraient que la compilation des renseignements fournis par MM. le docteur de Montessus (de Châlons-sur-Saône), Marchand (de Chartres), Berthemieux (de la Rochelle), Gratiolet, Darracq (de Bayonne), de Turtigny (de Saint-Quentin), etc. Ces observations se trouvent consignées dans les numéros 9, 10 11 et 12 de la *Revue et Magasin de zoologie* de 1865.

M. Selatter se propose, dans son excellent journal anglais l'*Ibis*, de réunir ce que l'on sait des dernières migrations du Syrrhapte en Europe. Un tel travail sera lu avec un vif intérêt, et, afin de le compléter, il invite les ornithologistes à lui faire connaître les captures qui ont été faites.

C'est pour répondre à son appel que j'ai annoncé à l'Académie, dans sa dernière séance, que le Syrrhapte doit être ajouté à la liste des oiseaux qui sont de passage accidentel en Belgique, d'après ce qui m'a été communiqué par M. Miedel, conservateur des collections de l'Université de Liège, naturaliste instruit et soigneux qui a l'habitude louable de tenir note des observations qui viennent à sa connaissance.

Il a préparé un individu femelle pris aux filets à Rocour près de Liège, le 12 octobre 1865, et qui fait partie de mes collections.

Un peu auparavant il avait également préparé un mâle adulte tiré, le 24 septembre, dans les bruyères du Brabant septentrional, près de Weert (Hollande). Ce mâle qui fait partie de la collection de M. Dukene, à Schaen près de

Maestricht (Limbourg), se trouvait au milieu d'une compagnie de six autres individus de la même espèce.

Enfin M. le professeur Poelman, de Gand, notre confrère, me communique qu'un mâle, en apparence de l'année, a été tué isolé le 4 janvier 1864, à deux kilomètres sud-ouest d'Ostende, par M. Henri Serruys, avocat. La gelée venait de se faire sentir fortement. C'est, je suppose, l'exemplaire observé le plus récemment en Europe.

Il serait intéressant de savoir si le Syrrhapte n'a pas niché dans quelques parties de l'Europe au printemps de 1865. Peut-être que, laissé en paix dans les landes qui ressemblent à sa patrie, il aurait pu réaliser une acclimatation naturelle aussi intéressante qu'utile, car c'est un gibier excellent.

---

*Projet de recherches paléontologiques dans les grottes de la Belgique.* Lettre adressée à la classe des sciences, par M. Édouard Dupont, docteur en sciences naturelles, à Dinant.

Les découvertes d'ossements fossiles et surtout celles de restes humains faites par Schmerling dans la province de Liège, il y a trente ans, nous ont appris combien sont grandes les richesses paléontologiques de nos cavernes. Naguère encore, pendant l'excursion de la Société géologique de France dans notre pays, M. Alb. Gaudry a recueilli, dans une seule fouille de quelques heures, à la caverne d'Engihoul, un grand nombre d'ossements appartenant à des espèces dont la variété est réellement incroyable.

C'est nous montrer tout ce qu'il reste à faire en Bel-

gique dans ce genre de recherches. Le nombre de cavernes est en effet plus grand encore dans la province de Namur que dans la province de Liège, et parmi celles-là, se trouve la plus spacieuse de tout notre pays, la grotte de Han. Aucune de ces cavernes n'a encore été fouillée, à l'exception de la grotte de Freyr, qui a eu un commencement d'exploitation : on rapporte que, quelque temps avant sa mort, Schmerling, en passant par Dinant, visita cette dernière caverne et y recueillit une tête de rhinocéros.

Des recherches tentées dans les environs de Dinant et de Rochefort auraient donc de grandes chances de succès. Les environs de Rochefort nous montrent trois vastes cavernes, celles de Han, d'Éprave et de Wamme. Sur la Meuse, nous citerons les belles grottes de Freyr, de Montfat et de Chauvaux ; nous pourrions y mentionner encore un grand nombre d'autres souterrains, plus petits à la vérité, mais qui présentent par là même plus de facilité pour les premières fouilles. Parmi ceux-ci se placent avant tout deux grottes de cinquante mètres environ de profondeur, s'ouvrant, l'une au nord, l'autre au sud, dans la vallée des Fonds de Leffe près de Dinant. Elles paraissent se prêter parfaitement à des recherches méthodiques.

Ces fouilles pourraient avoir deux résultats principaux :

- 1° Collection d'ossements ;
- 2° Détermination des niveaux fossilifères et des circonstances qui ont présidé à la réunion des ossements.

Le premier point, d'après ce qui vient d'être dit, ne peut guère être douteux. Les ossements doivent se trouver réunis dans ces cavernes de la province de Namur avec autant d'abondance que dans celles qui ont été exploitées dans l'autre province.

Quant au second point, il tient aux problèmes les plus

obscurs qui occupent profondément la science dans le moment actuel, et nous avons tout espoir que des recherches entreprises sur une échelle un peu vaste pourraient éclaircir quelques-unes de ces questions, si débattues et dont la connaissance intéresse tant le monde savant.

Les notions que nous possédons sur les phénomènes qui ont présidé à l'accumulation des ossements et à leur enfouissement dans les cavernes restent toujours très-imp parfaites.

M. Gaudry, en constatant, à Engihoul, d'une part, la réunion d'espèces si variées qui semblent indiquer un vaste remaniement, de l'autre, l'état des sédiments qui entourent les ossements, a déclaré que ces phénomènes étaient à peine explicables actuellement et que des études très-suivies et faites avec le plus grand soin pouvaient seules amener la solution de ce problème difficile.

Il serait donc à désirer que ces recherches fussent faites. Mais, par leurs difficultés et par les nombreuses connaissances qu'elles exigent, il nous paraît qu'elles ne peuvent être exécutées que sous les auspices de l'Académie.

Si l'Académie veut bien me confier cette mission, j'entreprendrai cette tâche avec la confiance d'y apporter tous mes soins. Je réclamerai de sa bienveillance de daigner m'aider de ses conseils dans le cours de mes travaux. Je prendrai l'engagement, de mon côté, de déposer dans les musées de l'État tous les objets que ces fouilles me fourniront, et de rendre successivement compte à l'Académie du résultat de mes investigations.

---

*Note sur quelques perfectionnements apportés aux appareils chronographiques; par M. Gloesener, correspondant de l'Académie.*

Depuis la présentation de mon chronoscope à cylindre tournant et de mon chronoscope-pendule à l'Institut de France et à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale de Paris, j'ai apporté quelques modifications à ces appareils. Après leur exposition à Londres en 1862, ayant continué mes recherches à ce sujet, j'ai imaginé divers perfectionnements que je crois également utile de signaler à l'Académie. Tel est l'objet de cette note.

1° J'ai construit deux enregistreurs qui rétablissent le courant dans le multiplicateur et le transmettent de cible en cible au moyen d'un râteau.

Dans le premier, cet organe, qui fait partie intégrante du chronoscope, est commandé par l'extrémité inférieure de l'aiguille extérieure de droite. Lorsqu'elle s'incline légèrement à la rupture du courant, son extrémité inférieure fait tourner un petit axe horizontal par l'intermédiaire d'un levier; le cliquet du râteau se soulève et un ressort de laiton convenablement adapté déplace le râteau, dont l'index horizontal, fortement doré à son extrémité, glisse sur quatre, cinq ou six goupilles de cuivre fixées dans une pièce d'ivoire. Ces goupilles sont très-proches les unes des autres et communiquent respectivement avec la première, la deuxième cible, etc. Le pôle d'une pile est en rapport avec un bout du multiplicateur, et l'autre bout de celui-ci est relié à l'axe de l'index. En conséquence l'appareil fonctionne de la manière suivante : le courant passe de la pile par le multiplicateur, par l'index, par la première goupille



dans la première cible et retourne à la pile. Si la première cible est rompue, les aiguilles s'inclinent, l'index passe sur la seconde cible et s'y arrête, parce que le courant est rétabli, etc.

Le second enregistreur est disposé de la manière suivante :

A son axe assez long sont fixés deux bras de levier dont la course est réglée par deux petites vis d'arrêt ; l'un, horizontal, forme vis et porte un contre-poids mobile ; l'autre, vertical, s'engage entre deux lamelles soudées à un axe horizontal auquel est ajusté le cliquet double du râteau ; celui-ci est adapté à un cercle horizontal dont l'axe vertical, muni d'un ressort, porte un levier doré à un de ses bouts. Ce levier glisse sur plusieurs goupilles de cuivre qui sont très-rapprochées et qui communiquent respectivement avec les diverses cibles, comme dans le premier enregistreur.

Chacun de mes chronoscopes possède un de ces enregistreurs ;

2° J'ai fait différentes expériences qui m'ont démontré qu'un seul enregistreur peut remplacer plusieurs multiplicateurs, pour indiquer des temps d'événements successifs excessivement courts. Un pistolet Flobert et un revolver Lefauchaux ont brisé les fils de cibles placées à six, cinq, quatre et à trois mètres les unes des autres : les aiguilles avaient le temps de tomber, de marquer et de se relever. Ce jeu s'exécutait en moins de  $\frac{1}{100}$  de seconde.

3° Si, dans un cas *tout à fait exceptionnel*, les fils à briser par un projectile étaient tellement rapprochés que le multiplicateur unique n'eût pas le temps de remplir ses fonctions, j'ai indiqué un moyen pour y suppléer. Il consiste à placer près du cylindre un autre multiplicateur recevant le courant d'une autre pile. Toutefois le style marquant devrait être mobile, afin qu'il ne restât pas en contact avec

le cylindre. Ce second multiplicateur pourrait aussi être interposé dans le circuit du multiplicateur unique.

4° J'ai ajouté à mon chronoscope à cylindre une disposition consistant en un petit chemin de fer qui se meut parallèlement à l'axe du cylindre et qui porte l'enregistreur. Les traits marqués dans le noir de fumée par ce dernier forment une courbe hélicoïdale. C'est pour la facilité de ceux qui préfèrent ce mode d'enregistrement que j'ai fait cette adjonction, car mon chronoscope est établi de telle façon qu'il n'est jamais nécessaire de recourir à ce moyen.

5° Dans mon chronoscope à cylindre, le cercle vertical qui sert de contrôleur et qui indique pendant quel tour du cylindre un trait a été produit sur celui-ci, est actuellement ajusté de façon 1° qu'il ne se déplace que d'une seule division chaque fois que le cylindre fait une révolution entière; 2° qu'il décrive cinquante divisions pendant un tour du cylindre, si une roue que porte l'axe de ce cercle est désengrenée d'un pignon, au moyen d'une vis.

6° J'ai fait porter l'axe de mon chronoscope-pendule sur des pierres d'agate, afin de faire osciller le balancier beaucoup plus longtemps que si l'axe reposait dans des trous pratiqués dans des pièces de cuivre.

7° J'ai fixé la lentille du pendule de manière que le balancier batte très-exactement des tiers de seconde.

8° J'ai disposé la tige de l'aiguille qui trace des traits dans les enregistreurs de telle manière que le premier trait diffère des traits suivants et puisse, par conséquent, servir de point de repère. A cet effet, je compose la tige traçante de deux tiges minces, dont l'une est fixe et marque toutes les fois que l'aiguille tombe et dont l'autre, à bras inégaux, est mobile sur un petit axe horizontal. A la première

chute de l'aiguille, les deux tiges marquent en même temps, ce qui forme un trait large, puis celle qui est mobile tourne en s'inclinant et se maintient dans cette position, en sorte que les traits de l'autre, agissant seule, sont diminués de moitié.

9° J'ai composé mon enregistreur de trois aiguilles, dont l'une est placée à l'intérieur et les deux autres aux deux faces extérieures de gauche et de droite, à la suite de nombreuses expériences qui m'ont prouvé que le multiplicateur devient notablement plus sensible avec trois aiguilles qu'avec deux.





*Séance du 6 février 1864.*

M. SCHAAR, président de l'Académie.

M. AD. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. Wesmael, Kickx, Stas, De Koinck, Van Beneden, de Selys-Longchamps, le vicomte B. Du Bus, Nyst, Gluge, Nerenburger, Melsens, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, Ern. Quetelet, *membres*; Schwann, Lamarle, *associés*; Morren, *correspondant*.

M. Éd. Fétis, *membre de la classe des beaux-arts*, assiste à la séance.

## CORRESPONDANCE.

L'Académie apprend avec douleur la mort de M. le baron Plana, l'un de ses associés. Ce géomètre distingué est décédé à Turin, le 20 janvier dernier, dans sa quatre-vingt-troisième année.

— M. Kickx communique, pour l'*Annuaire de l'Académie de 1864*, les paroles qu'il a prononcées sur la tombe de son confrère, M. Cantraine, et fait espérer, pour le prochain *Annuaire*, une notice plus détaillée sur la vie et les travaux du savant que la Compagnie vient de perdre.

— M. le Ministre de l'intérieur a transmis, depuis la dernière séance, l'arrêté royal qui approuve l'élection faite par la classe de M. Ernest Quetelet comme membre titulaire.

— La Bibliothèque publique de Saint-Pétersbourg propose à l'Académie un échange de publications, qui est accepté.

— L'Académie pontificale des Nouveaux Lyncées de Rome envoie le programme de son concours pour la fin de mars 1865. Elle pose, entre autres, la question « Sur les lignes isothermiques de l'Italie, de ses mers et des îles adjacentes. »

— M. de Selys-Longchamps, membre de l'Académie, présente ses observations sur les phénomènes périodiques du règne animal, faites à Waremmes et à Liège en 1865. M. Kickx dépose les observations semblables, faites à la

même époque, à Ostende, par M. Ed. Landszweert; M. Rigouts Verbert transmet ses observations pour Anvers, et M. Alf. Wesmael pour Vilvorde.

— M. Liagre, membre de l'Académie, présente une note *Sur une question du jeu du domino*. (Commissaires : MM. Lamarle et Schaar.)

M. Gilbert, professeur à l'Université de Louvain, adresse une notice *Sur l'intégration des équations de la dynamique*. (Commissaires : MM. Timmermans, Lamarle, Schaar.)

— La classe des lettres demande à la classe des sciences d'adjoindre deux membres à la commission, déjà composée de MM. Snellaert, de Ram et De Smet, pour juger la question du concours de Stassart, relative à la biographie de Van Helmont et à l'exposé critique des travaux de ce savant.

La classe des sciences désigne MM. Stas et Spring.

---

## RAPPORTS.

---

*Note sur les tremblements de terre en 1862, avec suppléments pour les années antérieures*; par M. Alexis Perrey.

### **Rapport de M. Duprez.**

« M. Perrey continue à s'occuper activement de tout ce qui concerne les tremblements de terre, et il est secondé dans ses efforts par un grand nombre de savants. Le mémoire qu'il présente aujourd'hui à l'Académie en est une

nouvelle preuve; on y trouve tous les renseignements qu'il a pu recueillir sur les tremblements de terre ressentis en 1862, et sur ceux qui se rapportent aux années antérieures et qui n'avaient point été indiqués dans ses précédents catalogues. Je pense que ce travail du savant Français a un intérêt scientifique réel, et j'ai l'honneur d'en proposer l'insertion dans un des recueils de l'Académie. »

---

**Rapport de M. Ad. Quetelet.**

« Depuis une vingtaine d'années, l'Académie a favorablement accueilli les mémoires de M. Perrey sur les tremblements de terre. Elle a encouragé cette étude pénible et facilité à ce savant habile les moyens de se mettre en relation avec les principaux physiciens qui s'occupent de ce genre de phénomènes sur les points les plus importants du globe. Les matériaux que M. Perrey a réunis avec tant d'activité et de talent permettront sans aucun doute d'étudier plus facilement quelques problèmes encore peu connus sur les mouvements intérieurs de notre globe, et l'on verra avec reconnaissance l'appui que l'Académie a donné à la publicité de ces utiles travaux. Je me joins à mon collègue, M. Duprez, pour demander à la classe de continuer à prêter ses moyens de publication à l'auteur, dans un instant surtout où l'attention des physiciens est tournée vers les grands problèmes de la structure de notre univers. »

Conformément aux conclusions des deux rapports qui précèdent, le travail de M. Alexis Perrey sera imprimé dans la collection in-octavo des Mémoires académiques.

---



*Sur quelques propriétés des polygones réguliers*, par  
M. Vander Mensbrugge.

**Rapport de M. Timmermans.**

« Depuis longtemps on avait fait la remarque que la somme des projections sur un axe des côtés d'un polygone quelconque fermé est égale à zéro. M. Vander Mensbrugge a cherché à généraliser ce théorème en l'étendant à la somme des puissances d'un ordre quelconque de ces mêmes projections, dans le cas d'un polygone régulier et d'un axe renfermé dans son plan. Ses recherches l'ont conduit à plusieurs résultats intéressants et d'une extrême simplicité. Ainsi il fait voir :

1° Que la somme des carrés des projections est indépendante de la position de la droite et qu'elle est égale à la moitié du carré de l'un des côtés multiplié par le nombre des côtés;

2° Que la somme des puissances impaires quelconques de ces projections est toujours nulle;

3° Et que la somme des puissances paires  $m$  des projections des côtés d'un polygone régulier de  $n$  côtés est égale au rapport du produit des nombres impairs inférieurs à  $m$ , au produit des nombres pairs jusqu'à  $m$  multiplié par le nombre de côtés et par la puissance  $m$  de ce côté.

La démonstration de ces résultats et de quelques autres qu'il indique dans sa note sera lue avec plaisir par les personnes qui s'occupent d'analyse géométrique, et j'ai l'honneur de proposer à la classe de l'insérer dans ses *Bulletins*. »

D'après ces conclusions, appuyées par M. Brasseur, se-

cond commissaire, la note de M. Vander Mensbrugge sera insérée dans les *Bulletins*.

—

*Quelques mots à propos des aérolithes tombés en Brabant, le 7 décembre 1865, par M. Armand Thielens.*

**Rapport de M. Duprez.**

« L'auteur commence sa note par un aperçu historique de la première chute d'aérolithes que l'on a constatée; il parle successivement de l'aspect et de la forme générale que présentent les pierres météoriques, de leur composition chimique, des phénomènes lumineux qui accompagnent souvent leur apparition, des hypothèses que l'on a faites sur leur origine, et il termine en rapportant les renseignements qu'il a recueillis au sujet de la chute des aérolithes dans le Brabant, le 7 décembre 1865.

Si l'on excepte ces derniers renseignements, la note de M. Thielens ne renferme, à mon avis, aucun fait qui soit de nature à être imprimé par l'Académie. Tout ce qu'il dit de la forme, de la composition chimique et des autres phénomènes des pierres météoriques en général n'étant que la reproduction de ce qui se trouve dans la plupart des ouvrages de météorologie. En conséquence, j'ai l'honneur de proposer à l'Académie de remercier l'auteur pour sa communication. »

Les deux autres commissaires, MM. Ad. Quetelet et Van Beneden, partagent le même avis. Conformément aux conclusions des rapporteurs, la notice de M. Thielens sera

déposée aux archives, et des remerciements seront adressés à l'auteur pour sa communication.

---

D'après un rapport verbal de MM. Schaar, Brasseur et Lamarle, on imprimera, dans les *Bulletins*, une notice de M. Lindelof, professeur à l'université d'Helsingfors, concernant la *manière de distinguer le maximum et le minimum dans les problèmes du calcul des variations*.

---

*Détermination de la quantité de potasse et de soude contenue dans les potasses du commerce*, par M. P. Esselens.

**Rapport de M. J.-S. Stas.**

« Pour peu qu'on soit au courant de l'analyse minérale, on ne sait que trop quelles difficultés présente le dosage exact du potassium et du sodium, lorsque ces deux métaux se trouvent mélangés à l'état de carbonates, de sulfates et de chlorures métalliques. Ces difficultés expliquent le grand nombre de méthodes successivement recommandées par les chimistes pour la détermination de la quantité de ces bases dans les potasses du commerce.

Dans la note que M. Esselens soumet au jugement de l'Académie, il mentionne la plupart de ces méthodes, en indiquant ce qu'elles laissent à désirer, soit sous le rapport de la facilité de l'exécution, soit au point de vue de l'exactitude du résultat auquel elles conduisent. Il fait connaître ensuite un nouveau moyen de détermination qu'il a

imaginé et que depuis longtemps déjà il a soumis à l'expérimentation. Ce moyen repose sur la transformation du potassium en tartrate monopotassique (crème de tartre), à l'aide d'une solution saturée de tartrate monosodique et de tartrate monopotassique. L'idée de doser le potassium à l'état de tartrate monopotassique n'est pas nouvelle; mais on sait que le moyen conseillé pour opérer cette conversion échoue dans son application. En effet, lorsqu'on précipite à l'aide d'un excès de solution alcoolique d'acide tartrique la solution d'un mélange d'un composé de potassium et de sodium, le tartrate monopotassique produit renferme toujours du tartrate monosodique. Le poids de la crème de tartre obtenue est donc toujours trop considérable; mais il n'y a aucun motif pour que cette cause d'erreur se présente dans la méthode telle que M. Esselens la décrit dans sa note. Une seule erreur peut se produire, et celle-ci l'auteur la signale en donnant en même temps le moyen de la corriger. Elle provient de ce que la solution des composés alcalins qu'il s'agit de transformer en tartrate monopotassique n'est pas saturée de ce sel, tandis qu'après sa transformation, elle l'est aux dépens d'une partie du tartrate monopotassique qui a pris naissance. Du reste, le seul moyen équitable d'apprécier une méthode d'analyse consiste à la soumettre à l'épreuve de l'expérience : c'est le parti que j'ai pris.

A cet effet, j'ai dissous 4<sup>gr</sup>,125 de chlorure de potassium pur dans 15 centimètres cubes d'eau. Après le refroidissement du liquide jusqu'à 6°, j'ai additionné la solution de 250 centimètres cubes de solution saturée à 6° de tartrate monosodique et de tartrate monopotassique. Après dix-huit heures de repos dans un lieu dont la température avait varié de 5° à 6°, j'ai filtré le liquide, dont la tempé-

rature était  $5^{\circ},8$ , au travers d'un tampon de coton feutré contenu dans un long tube effilé; le poids du tube effilé et du coton séché avait préalablement été déterminé. J'ai lavé ensuite, à dix reprises différentes et par décantation, la crème de tartre avec une solution saturée à  $6^{\circ}$  du même sel pur, en faisant passer chaque fois le liquide de lavage au travers du coton. Enfin j'ai introduit le sel dans le tube même, où je l'ai lavé le plus soigneusement possible par la même solution. Le lavage accompli, le poids du tartrate monopotassique humide a été de  $15^{\text{gr}},625,5$ . Séché d'abord à  $100^{\circ}$  et ensuite à  $110^{\circ}$ , son poids stationnaire a été ramené à  $10^{\text{gr}},409$ . Il s'est donc volatilisé  $5^{\text{gr}},216,5$  d'eau, qui, d'après la courbe de solubilité déterminée par M. Esselens, ont dû laisser  $0^{\text{gr}},018,5$  de crème de tartre avec celui provenant du chlorure de potassium. Retraquant ce poids de  $10^{\text{gr}},409$  constaté, il reste  $10^{\text{gr}},590,5$  de tartrate monopotassique produit par les  $4^{\text{gr}},125$  de chlorure de potassium soumis à l'expérience. Mais, d'après le calcul, cette quantité de chlorure représente  $10^{\text{gr}},599$  de crème de tartre; il n'y a donc entre la quantité trouvée et la quantité calculée que  $\frac{1}{1222}$  de différence, ce qui est une approximation très-grande et que bien peu de méthodes d'analyse permettent de réaliser.

Il est donc certain que le moyen de dosage du potassium imaginé par M. Esselens peut donner d'excellents résultats entre des mains exercées. Mais, il faut le reconnaître, ce moyen offre un côté délicat, comme c'est d'ailleurs le cas pour tous les procédés d'analyse reposant sur l'emploi de liqueurs saturées. La sursaturation à laquelle celles-ci sont sujettes constitue, en effet, une cause d'erreur que les plus habiles ne sont pas toujours certains d'éviter.

Cependant, quelque délicat que soit son emploi, cette

méthode, appliquée à la détermination du titre des potasses du commerce, fournira plus promptement des résultats exacts que n'importe quel procédé actuellement employé. Elle a surtout le grand avantage d'être applicable au mélange de tous les sels solubles de potassium et de sodium, tandis que le seul moyen rigoureux connu aujourd'hui, la transformation du potassium en chloroplatinate, exige impérieusement la conversion préalable à l'état de chlorure de tous ces sels mélangés. Or la conversion, sans perte de poids, du sulfate de potassium et de sodium en chlorure, est une opération des plus chanceuses.

Au point de vue de la détermination du titre des potasses qui est, du reste, le seul problème que M. Esselens a tenté de résoudre, la méthode qu'il a trouvée constitue un perfectionnement réel et important. Son travail d'ailleurs dénote une connaissance parfaite des difficultés qu'offrent les recherches analytiques effectuées sur les alcalis.

En conséquence de ce qui précède, j'ai l'honneur de proposer à l'Académie d'imprimer le travail de M. Esselens dans le bulletin de la séance, et de lui voter des remerciements. »

---

**Rapport de M. De Koninck.**

« Je me joins à mon savant confrère, M. Stas, pour proposer à l'Académie l'impression de la note de M. Esselens et pour demander qu'elle lui vote des remerciements pour la communication de ce travail. »

Conformément aux conclusions des commissaires, la note de M. Esselens sera imprimée dans les *Bulletins* et des remerciements seront adressés à l'auteur.

---

*Notice sur le marbre noir de Bachant*, par M. Edouard Dupont.

**Rapport de M. d'Omalius d'Halloy.**

« L'Académie se rappellera que M. Dupont lui a présenté, en 1862, un mémoire dans lequel il annonçait l'existence, dans le calcaire carbonifère de notre pays, de six assises successives qui se distinguent par leurs faunes et, jusqu'à un certain point, par leurs caractères minéralogiques. Parmi les appréciations locales contenues dans cet intéressant travail, il y en avait une qui ne s'accordait pas avec la manière de voir consignée dans le savant mémoire de M. Gosselet sur les terrains primaires de la Belgique, etc. Notre jeune compatriote, sentant qu'il était nécessaire de s'éclairer à ce sujet, a étudié de nouveau le gîte qui avait donné lieu à cette divergence d'opinions, et il a reconnu qu'elle n'était qu'apparente, attendu que les marbres noirs exploités à Bachant appartiennent à deux assises (celle n° 2 ou d'Avesnelles, et celle n° 3 ou de Namur); or, cette distinction avait échappé aux premières observations des deux géologues, et tandis que M. Gosselet n'avait remarqué que l'assise n° 3, l'assise n° 2 avait seule été reconnue par M. Dupont. Celui-ci donne à cette occasion de nouveaux détails qui forment le complément de son premier mémoire, de sorte que je n'hésite pas à proposer à la classe d'ordonner l'impression, dans les *Bulletins*, de la notice qui fait le sujet du présent rapport. »

**Rapport de M. G. Dewalque.**

« Je me joins volontiers à M. d'Omalius pour proposer l'insertion aux *Bulletins* de la notice de M. Ed. Dupont, mais je dois dire que je ne suis nullement convaincu de l'exactitude générale de sa doctrine des *lacunes*, et que le travail que je viens de lire a plutôt fortifié mes doutes. »

Conformément aux conclusions des rapports qui précèdent, la notice de M. Dupont sera imprimée dans les *Bulletins*.

—

*Sur un chronographe électro-balistique*, Mémoire de  
M. P. Le Boulengé, lieutenant d'artillerie.

**Rapport de M. Melsens.**

« Le mémoire de M. Le Boulengé que la classe a renvoyé à notre examen est rédigé en termes simples, nets et concis; il est précédé d'une courte introduction dans laquelle l'auteur commence par rendre justice à M. le major Navez. Cet officier en effet a donné, le premier, à l'artillerie un appareil remplissant toutes les conditions exigées pour être utilement employé aux recherches balistiques : on sait que les essais faits en Angleterre, en France, en Allemagne par des savants illustres, par des militaires distingués, aidés d'ingénieurs et de fabricants habiles, avaient laissé sans solution pratique la question de la détermination des vitesses des projectiles pour tous les cas possibles, tant pour les armes portatives que pour les armes de fort calibre tirant sous des angles variables.



Ce fut en 1848 que M. le major Navez proposa son appareil, et, dès 1849, il fut adopté par notre artillerie, dont l'exemple fut suivi par celle de la plupart des puissances étrangères. Le mérite de la découverte de notre savant compatriote a été assez apprécié pour que nous puissions nous dispenser d'appeler l'attention de l'Académie sur son remarquable appareil; qu'il nous suffise de dire qu'il est encore aujourd'hui le seul instrument dont l'artillerie se sert avec confiance, malgré les tentatives nombreuses, remarquables même, faites dans divers pays.

A notre connaissance du moins, rien n'a été publié au point de vue de la pratique, seul terrain sur lequel on doit se placer dans cette difficile question.

Le cadre de ce rapport ne nous permet pas de comparer entre eux les divers systèmes de chronographes, et nous sommes obligé d'éviter d'entrer dans des détails sur les chronographes à mouvement d'horlogerie munis d'appareils électro-magnétiques avec ou sans l'intervention de l'étincelle d'induction; celle-ci a été appliquée à l'appareil de M. Navez; l'étincelle d'induction et le diapason réunis ont été proposés; mais si quelques-uns de ces appareils marchent, les résultats de tir n'ont pas encore été publiés; nous devons, en attendant, nous borner à rendre hommage aux tentatives et aux travaux des expérimentateurs habiles qui s'en occupent.

Une liste bibliographique assez complète des travaux qui ont trait à la mesure de temps très-petits, et particulièrement à cette mesure en vue des travaux balistiques, est jointe à notre rapport.

*Appareil de M. Le Boulengé.*

Il suffit de lire dans le mémoire de M. Le Boulengé la description de toutes les pièces de l'appareil pour en comprendre parfaitement l'ensemble et le jeu, et voir comment du mouvement connu de la chute libre d'un corps on déduit exactement un temps infiniment petit. Il ne s'agit, en effet, que de mesurer exactement la distance entre deux traits qui se marquent sur l'appareil, et l'on peut éloigner ceux-ci à volonté, de façon à lire un temps très-court sur une échelle amplifiée.

Une tige d'acier, portant deux cartouches de papier fixés à frottement et placés à une hauteur repérée, est suspendue à un électro-aimant qu'active le courant d'une pile de quelques éléments de Bunzen; les pôles de cette pile sont réunis par des fils conducteurs de cuivre tendus sur un premier cadre-cible; le projectile en passant par ce cadre ouvre le courant, et la tige n'étant plus soutenue, tombe librement. Si la chute de la tige que nous appellerons le *chronomètre* se produisait instantanément, lors de la rupture du circuit, nous aurions toujours le moment exact de l'origine du mouvement; mais il n'en est malheureusement pas ainsi: l'énergie de la pile peut changer d'un instant à l'autre; la résistance que les fils, de longueur, de diamètre et de nature différents, opposent à la désaimantation fait varier ce temps en plus ou en moins, dans des limites telles que sa détermination est impossible; la nature du fer doux de l'aimant, qui garde plus ou moins d'aimantation à chaque rupture du courant, complique encore les erreurs dont il est, du reste, impossible de tenir compte. Dans cet état, l'expérience donne des résultats tout à fait erronés. M. le major Navez l'a parfaitement prouvé.

Pour parer à cet inconvénient, M. Le Boulengé opère avec un électro-aimant sur lequel sont enroulés deux fils en sens inverse. Le premier fil communique à l'électro-aimant un pôle positif très-énergique, tandis que le second lui communique un pôle négatif faible, et le chronomètre n'est maintenu que par le magnétisme prédominant du premier courant ou du premier fil. Lorsqu'on ouvrira le circuit du premier fil la désaimantation se fera brusquement, l'électro-aimant changeant de pôle dans des conditions toutes particulières. Pour se mettre à l'abri de la réglementation des courants, opération difficile, minutieuse, capricieuse, provenant de deux piles, M. Le Boulengé emploie la même pile pour obtenir les deux courants. A cet effet un fil dérivé en communication avec les pôles de la pile, active le courant dérivé que nous nommerons *courant inverse*; de cette façon, au moment de la rupture du premier circuit, toute l'énergie de la pile se portant sur le fil du courant inverse, le pôle de celui-ci acquiert une énergie d'autant plus grande pour détruire le premier état que ce premier état était plus énergétique lui-même; il résulte de ces dispositions que si le premier courant est de nature à laisser le contact subsister plus longtemps, par suite du magnétisme rémanent, le courant inverse aura une énergie relative exactement plus forte pour le détruire. Le chronomètre de M. Le Boulengé, c'est-à-dire l'armature de l'électro-aimant, est en acier et possède un pôle magnétique permanent; l'extrémité, destinée à être mise en contact avec l'électro-aimant, conserve un pôle de nom contraire à celui que la pile produira, lors de la rupture du courant direct occasionnée par le passage du projectile à travers la cible. Ces conditions nouvelles et très-heureuses, le remplacement du fer doux par l'acier, déjà uti-

lisées dans les télégraphes par notre collègue, M. Gloesener, favorisent les conditions de la chute du chronomètre; car il y a lieu de croire que la désaimantation suffisante, qui permet au chronomètre de tomber, se produira toujours, dans un temps constant, après la rupture du courant direct, car l'effet du magnétisme rémanent tend à être détruit par le courant inverse provenant de la même pile, et ce courant inverse utilise toute l'énergie de la pile et communique instantanément à l'électro-aimant un pôle de nom contraire. Bien plus, ce pôle de nom contraire agit par répulsion sur le pôle de même nom du corps qui doit donner le temps par sa chute. Nous admettons provisoirement qu'il y a lieu de croire que la chute se fera toujours dans les mêmes conditions, quels que soient l'état, l'énergie, etc., de la pile; nous admettons aussi que l'effet de répulsion entre les pôles de nom contraire ne modifiera pas sensiblement la vitesse du chronomètre, dont la chute se fera d'après les lois de la pesanteur.

Le second organe de l'appareil de M. Le Boulengé est constitué par un petit *poinds* d'acier, aimanté comme le chronomètre et soutenu par un électro-aimant *double* monté comme le premier, c'est-à-dire ayant des courants directs et inverses provenant d'une seconde pile analogue à la première, composée du même nombre d'éléments et chargée par les mêmes liquides. Tout ce que nous avons dit du chronomètre est donc applicable à ce second organe, destiné à donner le temps 0'' ou l'origine. Les conducteurs de cette seconde pile passent sur un second cadre-cible, éloigné de trente à quarante mètres de celui qui correspond au chronomètre : c'est le temps que le projectile met à passer du premier cadre-cible au second qu'il s'agit de déterminer, et l'espace entre les cadres

divisé par le temps, donnera la vitesse cherchée du projectile.

Les deux électro-aimants destinés à soutenir le poids et le chronomètre sont fixés solidement sur un montant vertical qui porte au bas une détente à ressort munie d'un petit couteau en acier trempé : le tout est disposé de telle manière que le ressort est maintenu ou bandé par un levier à griffe, dont l'un des bras est disposé de façon à recevoir le choc du poids destiné à le débander ; le chronomètre en tombant passe vis-à-vis et à une petite distance du couteau, tandis que la chute du poids, débandant le ressort, projette le couteau sur le chronomètre, et laisse une trace nette et permanente sur l'un des cartouches que celui-ci porte.

Il faut nécessairement avoir deux traces pour déduire le temps par la mesure de leur espacement sur le chronomètre. Comme l'expérience est impossible, il faut se contenter de deux traces obtenues dans deux expériences successives. C'est en effet ainsi qu'on procède au moyen d'un appareil appelé le *disjoncteur*. Le rôle du disjoncteur consiste à produire *simultanément* la rupture des deux circuits qui activent les électro-aimants soutenant le chronomètre et le poids.

Cet effet est obtenu, dans l'appareil de M. Le Boulengé, par une disposition aussi simple qu'ingénieuse et d'une précision remarquable, car elle se fait sans aucun mécanisme. Les pôles positifs (charbons) des deux piles qui activent les électro-aimants sont réunis par un conducteur métallique; un gros fil de cuivre partant de ce conducteur vient se rendre à une poupée de cuivre disposée sur le montant de l'appareil. Cette poupée est munie d'une

lame d'acier; les courants des deux piles passent par cette lame lorsqu'elle touche le cuivre; mais en appuyant sur le bouton qu'elle porte, les deux courants directs qui activent les électro-aimants sont rompus simultanément, tandis que la pièce de cuivre permet encore le passage des courants inverses; l'appareil sans aucun mécanisme donne donc une disjonction instantanée et incontestablement simultanée dans les courants directs; cet effet se produirait si le projectile rompait les fils des deux cadres-cibles *simultanément*, c'est-à-dire s'il était animé d'une vitesse infinie. Mais dans l'expérience de tir, la rupture des deux circuits ne se fait que *successivement*, lorsque le projectile passe dans le premier et ensuite dans le second cadre-cible.

Remarquons très-particulièrement que le chronomètre et le poids se détachent et tombent dans l'expérience de la *disjonction* par suite de l'ouverture simultanée des courants directs des deux piles; le poids vient buter sur la queue du levier, le ressort agit, et le couteau, frappant le cartouche du chronomètre, y laisse un trait net, visible, dont la distance à un point repéré se prend très-aisément au moyen d'un compas à coulisse donnant le dixième de millimètre. Ce premier trait représentera le temps 0, correspondant à une hauteur de chute connue et bien déterminée.

L'expérience prouve que, pour les mêmes conditions, ce temps se marque toujours de la même façon, ou que les différences observées sont négligeables dans la plupart des cas. M. Le Boulengé discute la valeur de cette erreur dans son mémoire; elle ne s'élève guère qu'à 0<sup>m</sup>,50 à 1<sup>m</sup> au maximum sur les vitesses initiales d'environ 550<sup>m</sup>.

Faisons maintenant une deuxième expérience en cou-

pant successivement le premier et le second courant par un projectile traversant les cadres-cibles, et disposons ceux-ci de manière à faire tomber le chronomètre le premier; en passant par le premier cadre-cible, le projectile ouvre le circuit du chronomètre, et celui-ci tombe; mais, lorsque le deuxième cadre est traversé par le projectile, le poids tombe à son tour, et rencontre dans sa chute le levier du couteau à ressort, qui se débande et laisse sa trace sur le deuxième cartouche; cette trace est en retard sur celle obtenue dans l'expérience de la disjonction de tout le temps que le projectile a mis pour passer du premier au second cadre-cible.

On remarquera que la question la plus importante à résoudre consiste précisément à obtenir toujours, dans les expériences de disjonction qui doivent être faites immédiatement avant le tir, un temps 0 exactement le même dans les mêmes circonstances.

Sans me préoccuper de la théorie physique de l'appareil, abstraction faite des expériences de tir au canon exécutées en ma présence, avec l'appareil de M. Le Boulengé, au polygone de Brasschaet, et que je résumerai plus loin, j'ai fait de nombreuses expériences, avec et sans la coopération de l'auteur, en présence de notre collègue M. Liagre. M. le major Navez nous a fait l'honneur d'assister à une de nos séances; toujours les résultats obtenus dans des conditions réglementaires, décrites dans le mémoire, ont été d'une netteté et d'une exactitude si remarquables, que je n'hésite pas à dire que l'exemplaire mis par l'auteur à la disposition de vos commissaires réalise en tout point les exigences délicates des expériences balistiques. L'Académie a, du reste, pu juger elle-même que la construction

de ce modèle laissait à désirer, quant à la forme, et que, si les soins d'un constructeur habile ne sont pas absolument nécessaires, un appareil mieux exécuté n'y perdrait rien. Je m'autorise, pour avancer ce que je dis, d'expériences dans lesquelles j'ai changé le chronomètre de M. Le Boulengé et son poids, sans que les résultats aient été modifiés.

Toutes ces expériences, faites à des intervalles de temps plus ou moins rapprochés et souvent répétées, confirment l'ensemble des données du mémoire de M. Le Boulengé. Je ne crois pas devoir les décrire en détail; je pense pouvoir me contenter de les résumer. Les conclusions qui suivent sont déduites de moyennes générales :

1° Les disjonctions, la détermination du temps 0 en un mot, sont toujours sensiblement les mêmes, lorsqu'on opère avec soin, en suivant les prescriptions de l'auteur, ce qui, du reste, est simple et facile.

2° Si, après avoir obtenu quelques disjonctions au moyen du disjoncteur de l'appareil, on coupe simultanément, par une balle en matière isolante, les fils qui ferment les circuits des deux piles, le nouveau trait obtenu correspond très-sensiblement aux premiers. On peut faire l'expérience en coupant, par une balle de plomb vernissée, ces mêmes fils isolés mais juxtaposés; dans tous ces cas, les traits se trouvent à la même distance du point repéré sur le chronomètre.

Le temps 0 ou l'origine est donc parfaitement déterminé.

3° Plaçons les cadres-cibles, c'est-à-dire les deux fils qui ferment les circuits du chronomètre et du poids, à une très-faible distance l'un de l'autre, 0<sup>m</sup>,100, par exemple,



et coupons-les successivement par une balle de pistolet, dans l'ordre dans lequel je viens de les citer, nous obtenons un nouveau trait ; mais celui-ci, au lieu de se trouver dans le même plan que ceux obtenus dans les expériences précédentes, s'en trouve écarté et placé un peu au-dessus d'une quantité qui représentait environ  $\frac{1}{2000}^{\text{me}}$  de seconde dans nos essais. L'opération, répétée plusieurs fois de suite, aurait pu servir à déterminer assez exactement la vitesse moyenne de la balle de pistolet ; mais cette expérience à outrance laisserait nécessairement à désirer.

4° J'ai renversé les données de cette dernière expérience en faisant marquer un temps négatif, et dans ces conditions nouvelles, les résultats, souvent répétés, n'ont rien laissé à désirer : ils sont trop importants et trop remarquables pour ne pas être mentionnés très-particulièrement ; car ils font ressortir l'exactitude de l'appareil de façon à ne laisser aucun doute sur la valeur réelle des vitesses accusées par l'appareil, lorsqu'on opère dans les conditions réglementaires.

Remarquons d'abord que le trait qui doit donner l'origine ou le zéro du temps ne se marque sur le cartouche du chronomètre qu'un certain temps après la rupture des courants ; il est en retard d'une fraction de seconde ; mais, peu importe, pourvu qu'il soit prouvé que ce retard est toujours très-exactement le même dans l'expérience de la disjonction et dans l'expérience du tir. Si cette condition est remplie, elle n'exercera aucune influence sur la détermination de la durée du passage du projectile entre les cadres-cibles.

Dans l'appareil qui nous a servi, ce temps est représenté par 0",50 environ : c'est le temps de la disjonction, ou,

pour mieux me faire comprendre, je l'appellerai le *temps mort*.

Ce *temps mort*, dans l'appareil de M. Le Boulengé, comprend :

1° Le temps de la désaimantation suffisante, qui permet la chute libre du chronomètre et du poids après la rupture des circuits ;

2° Le temps employé par le poids pour frapper en tombant la queue du levier qui agit sur le ressort à griffe ;

3° Le temps employé à vaincre l'inertie de ce ressort ;

4° Le temps employé par le ressort armé du couteau pour se débâter, atteindre le chronomètre et y marquer le trait.

Or, si la disjonction est constante, c'est-à-dire si, pour les mêmes circonstances, le trait se marque toujours sensiblement dans le même plan horizontal sur le cartouche, le *temps mort*, ou la somme des temps cités ci-dessus, est constant pour les mêmes conditions : de nombreuses expériences me l'ont prouvé pour l'appareil que j'ai examiné ; les cartouches que je mets sous les yeux de l'Académie en donnent la preuve matérielle.

Remarquons toutefois que l'on peut faire varier à volonté le temps dû à la hauteur de chute du poids, en faisant varier la distance verticale des extrémités des deux électro-aimants et la distance entre l'extrémité de l'électro-aimant qui porte le poids à la queue du levier, le poids lui-même pouvant varier de longueur et de masse.

Pour prendre le temps du passage du projectile sur le *temps mort*, il suffit de placer les cadres-cibles, comme je l'ai dit plus haut, page 9, n° 5, en disposant l'expérience de façon que le circuit du poids soit le premier atteint

et rompu par la balle du pistolet, et ensuite seulement le circuit du chronomètre; ce qui est l'inverse de ce qui doit se faire dans les expériences ordinaires.

Le temps du passage du projectile entre les deux cadres se déterminera par un trait nouveau, qui se trouvera, non plus au-dessus des traits de la disjonction ou de la rupture simultanée des circuits, mais au-dessous de ces traits; ce temps, bien que réel, sera cependant marqué négativement sur l'appareil.

L'expérience a prouvé que non-seulement ce nouveau trait se trouve placé au-dessous, mais que sa distance aux traits produits par le premier tir et aux traits obtenus dans les ruptures simultanées est telle que ces derniers partagent l'espace total en deux parties égales; en d'autres termes, les temps marqués *positivement* et les temps marqués *négativement* sur le chronomètre, à partir de l'origine, sont égaux; remarquons toutefois que le temps du passage du projectile dans cet espace a toujours été tel qu'il y aurait eu une très-légère erreur en moins sur la vitesse, erreur qui ne s'élèverait pas à un mètre sur une vitesse de 550 mètres par seconde, déterminée dans les conditions ordinaires des expériences en polygone.

Cette expérience remarquable me paraît à elle seule de nature à confirmer tout ce que M. Le Boulengé dit dans son mémoire, et à justifier les expériences qu'il a faites avec son contrôleur.

#### *Contrôleur.*

Nous n'avons malheureusement pu faire que quelques expériences avec cet appareil, dont la construction laisse

à désirer, comme l'auteur l'a fait remarquer à vos commissaires.

M. Le Boulengé discute et signale dans son mémoire les expériences faites avec cet appareil, et se propose d'en faire de nouvelles avec des contrôleurs autrement disposés.

*Anciennes expériences pratiques.*

C'est la pratique de l'artillerie seule qui devra déterminer le parti qu'elle pourra tirer de l'appareil soumis à votre appréciation, c'est à elle seule qu'incombe naturellement la tâche d'en signaler les avantages et toutes les données; mais il m'a paru nécessaire de justifier par des données pratiques la haute et bienveillante approbation que vos commissaires demandent à l'Académie.

J'ai examiné de nombreuses séries d'expériences faites en France, en Russie, en Angleterre et en Belgique, avec l'appareil de M. le major Navez. Cet habile expérimentateur maniait lui-même son appareil pour les essais belges: on peut donc les considérer comme des types ou des modèles d'exactitude et de vérité. On en trouvera les détails dans les documents suivants :

*Rapport adressé à M. le lieutenant général de Liem, inspecteur général de l'artillerie, sur des expériences faites à Liège, en 1850, au moyen d'un appareil électro-balistique.*

*Rapport sur les expériences balistiques faites à Liège, en 1851-1852.*

*Instruction sur l'appareil électro-balistique, du capitaine Navez. Arsenal de construction. Anvers, 1858.*

*Expériences de balistique exécutées en Russie dans le courant de 1858*, publiées par M. Navez. Paris, 1859.

*Report on experiments with Navez's electro-balistic apparatus*, by cap. Andrew Noble. London, 1862.

*Report on ballistic-experiments*, by W. H. Noble, lieut., R. A. London, 1865.

Les écarts dans les vitesses initiales des armes de l'artillerie sont bien supérieurs aux écarts des tirs que M. Le Boulengé donne dans le tableau annexé à son mémoire.

Nous ne pourrions cependant pas conclure de ces faits que l'appareil proposé donne des résultats plus exacts que l'appareil Navez; en effet, la poudre, les projectiles, les armes, les circonstances sont différentes; les premières expériences ont été faites alors que l'appareil Navez n'avait pas encore reçu tous ses perfectionnements; mais tous ces faits nous amènent à admettre que l'appareil Le Boulengé donne des résultats très-réguliers avec les armes de notre artillerie, et que celles-ci se trouvent dans des conditions qui paraissent bien supérieures aux canons lisses ordinaires et même aux canons rayés si réputés de sir William Armstrong, preuve que l'appareil est meilleur ou que les vitesses sont plus régulières en effet.

Un doute peut s'élever dans l'esprit des officiers d'artillerie.

L'appareil Le Boulengé donne-t-il la vitesse réelle? N'est-il pas affecté par des erreurs constantes? Le mouvement du corps qui tombe librement suit-il bien exactement les lois de la chute des corps? Le magnétisme rémanent est-il absolument sans effet? La répulsion entre les pôles de nom contraire ne modifie-t-elle pas la loi de la chute? Ne devrait-on pas tenir compte de la résis-

tance de l'air? de la dilatation du chronographe? La disjonction nouvelle est-elle bien certaine? Les résultats accusés par l'appareil ne sont-ils pas affectés par ces circonstances?

Le temps, une installation convenable, plusieurs modèles de chronographe, etc., ont manqué à votre rapporteur pour qu'il pût remplir, comme il aurait désiré le faire, assisté par l'auteur qui s'est toujours rendu à son appel avec beaucoup de zèle, cette partie de la tâche que vous lui avez fait l'honneur de lui confier; mais l'Académie l'excusera si elle réfléchit que l'expérience pratique en polygone doit dominer toute la question. Il y a lieu de croire que l'auteur d'un mémoire si intéressant, après avoir heureusement résolu le problème pratique, la tiendra au courant de ses travaux, et qu'il lèverait toutes les difficultés, comme il écarterait toutes les objections, s'il s'en présentait : j'en ai la conviction. Elle me permettra de me tenir sur le terrain de la pratique, et je demande de pouvoir justifier l'opinion si favorable que je me suis faite de l'appareil, en complétant les données du tableau que l'auteur a inséré dans son mémoire.

*Expériences pratiques avec les deux appareils de  
M. Navez et de M. Le Boulengé.*

Quelques préliminaires historiques ne seront pas déplacés.

En 1840, notre honorable secrétaire perpétuel communiquait à l'Académie (1) une notice sur la télégraphie élec-

---

(1) *Bulletins*, t. X, p. 151.

trique, au nom de M. Wheatstone, l'illustre professeur de *King's College*; cette notice comprend la phrase suivante : *L'auteur compte aussi employer ses procédés pour mesurer, avec une précision qu'il croit pouvoir porter à un centième de seconde, la vitesse des projectiles.* » Cette simple phrase constitue pour M. Wheatstone un titre irrécusable à l'invention du principe de l'application de l'électricité à la détermination des vitesses des projectiles.

Malgré les travaux si remarquables de M. Wheatstone, l'inventeur, malgré les travaux de savants, de militaires et d'artistes distingués, MM. Breguet, de Constantinoff, Hartman, Hoffmann, Hipp, Léonard, Martin de Brettes, Pouillet, Siemens, Wrede, etc., l'honneur de donner un appareil pratique à l'artillerie était réservé à un officier distingué de notre armée, M. le major Navez, huit ans seulement après que Wheatstone en eût posé le principe; aujourd'hui encore, 1864, c'est-à-dire après vingt-quatre ans, nous ne connaissons que l'appareil Navez qui soit capable de rendre des services au point de vue pratique. Les résultats des chronoscopes proposés par MM. Gloesener, Martin de Brettes, Schultz, n'ont pas, à ma connaissance, été livrés à l'impression; or, tout en rendant justice aux efforts de ces savants, tout en appréciant leur mérite, persuadé qu'ils apporteront des éléments importants dans les travaux balistiques, nous ne pouvons cependant établir nos comparaisons que sur des tirs et des faits pratiques de l'expérience en grand.

Les noms des savants et des militaires distingués que je viens de citer nous promettent des appareils remarquables, mais nous sommes forcé d'attendre des résultats d'expérience pour nous déterminer à exprimer une

opinion, ou à chercher d'avance à faire un choix théorique motivé pour préférer l'un quelconque de ces appareils.

On voit d'après tout ce qui précède, qu'il y a un intérêt très-particulier à comparer les données de l'appareil de M. Le Boulengé avec celui de M. le major Navez.

En septembre et octobre 1865, j'ai été autorisé par M. le Ministre de la guerre à faire un tir au polygone de Braschaet avec des poudres de nature, de fabrication, de dosage, etc., très-différents; l'expérience était disposée de façon à prendre la vitesse *du même projectile* à trente-cinq mètres de la bouche à feu, au moyen des deux appareils fonctionnant simultanément. A cet effet, chacun des cadres-cibles portait une double rangée de fils tendus sur ses deux faces, ces fils correspondaient avec les deux appareils.

Le tableau suivant renferme les vitesses moyennes pour chaque poudre, l'écart moyen et l'écart maximum; une dernière colonne donne la différence des vitesses entre l'appareil Le Boulengé et l'appareil Navez.

Les appareils étaient maniés par MM. le lieutenant Le Boulengé, le sous-lieutenant Delbruyère, le sous-lieutenant élève de l'école d'application Theunis, pendant les expériences de septembre, et par MM. les lieutenants Le Boulengé, Bremer et Kemppe, dans les expériences du mois d'octobre.

Les moyennes sont en général prises sur cinq ou six coups; on a enlevé pour les deux appareils quelques coups très-peu nombreux, par suite d'anomalies inévitables dans une longue série d'expériences de ce genre.

L'arme employée était le canon rayé de quatre en acier.



DÉSIGNATION des poudres.	Appareil Navez.			Appareil Le Boulengé.			Diffé- rence.
	VITESSE initiale moyenne.	ECART moyen.	ECART maxim.	VITESSE initiale moyenne.	ECART moyen.	ECART maxim.	
N°	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
9	275.9	5.5	9.1	567.9	8.9	5.2	-6.0
8	576.1	2.0	8.0	566.6	1.9	4.5	-9.5
10	569.6	2.6	8.4	568.2	1.4	4.7	-1.4
7	571.0	2.1	5.8	566.8	1.4	5.5	-4.2
14	567.1	1.7	7.5	561.4	1.1	5.1	-5.7
4	575.1	2.0	9.5	569.7	0.4	1.9	-5.4
5	568.7	5.5	14.5	564.9	1.3	5.1	-5.8
126	559.1	4.6	15.7	555.9	1.7	5.1	-4.2
3	552.7	2.5	10.2	546.0	1.0	4.2	-6.7
Du polygone.	569.7	1.6	6.5	565.2	1.9	4.7	-4.5
St-Ponce.	568.2	1.7	4.2	564.8	1.7	5.9	-5.4
Metz . . .	566.7	1.6	5.5	566.7	1.4	5.0	0.0
Angoulême .	551.4	4.5	10.8	555.4	2.0	4.4	+2.0
Sommes .	4769.5	55.5	111.5	4717.5	21.7	67.5	54.8
Moyennes.	566.9	2.6	8.6	562.9	1.7	5.2	-4.0

Il résulte de l'inspection de ce tableau que les écarts sont sensiblement moins forts pour les résultats de l'appareil de M. Le Boulengé que pour l'appareil de M. Navez, et que les vitesses sont renfermées dans des limites si rapprochées que leur exactitude dépasse notablement celles consignées dans les travaux que j'ai cités plus haut.

On remarquera aussi que les vitesses accusées par l'appareil Le Boulengé sont en général moins fortes que celles données par l'appareil de M. Navez; la différence maxi-

mun s'élève à 9<sup>m</sup>,5 en moins pour le premier; une seule fois sur treize séries de cinq ou six coups chacune, la différence est nulle; mais une fois l'appareil Le Boulengé accuse une vitesse plus forte de deux mètres. La différence moyenne générale des treize séries est de *moins* de quatre mètres.

Il y a donc une cause d'erreur, à la vérité assez faible, dans l'un ou l'autre des appareils et peut-être dans chacun d'eux, auquel cas, tout nous montre qu'elle est de signe contraire; mais faisons observer toutefois que les différences extrêmes accusées par la poudre n° 8 et la poudre d'Angoulême prouvent qu'il y a là une question délicate à trancher dans l'avenir.

*Comparaison entre les données du pendule balistique de l'appareil de M. le major Navez et du chronographe de M. Le Boulengé.*

Il faut avoir étudié le remarquable travail du major Navez (1) avec tout l'intérêt et l'attention qu'il mérite; il faut suivre l'habile et patient officier dans ses essais si variés, si nombreux; il faut apprécier les difficultés de tout genre qui arrêtent des savants illustres et assister avec sympathie et admiration au développement de son appareil pour comprendre l'importance de son œuvre, pour faire voir avec quelle circonspection et quelle hésitation, je dois parler ou prendre une conclusion quelconque. A ce titre, l'Académie me permettra d'entrer dans quelques nouveaux détails.

---

(1) *Applications de l'électricité à la mesure des vitesses des projectiles.*

Le pendule balistique était, en 1848, le meilleur instrument connu pour la mesure des vitesses des projectiles. Ce ne fut qu'après une longue et minutieuse étude que M. le major Navez put conclure de ses expériences que : *les écarts moyens des vitesses accusées par son appareil sont moins considérables que ceux des vitesses accusées par le pendule balistique de Robins.* On sait que le pendule balistique donne des variations accidentelles qu'on ne peut corriger, qu'il est impossible d'atténuer ou de détruire; dans cet appareil les vitesses se déduisent de la quantité de mouvement qui est communiqué par le projectile au récepteur; mais une partie de la force vive est détruite par différentes causes; il doit donc accuser des vitesses plus faibles que les vitesses absolues ou réelles. La vitesse moyenne est d'autant plus exacte que le nombre de coups servant à la calculer a été plus considérable.

L'appareil électro-balistique Navez, au contraire, doit accuser des vitesses trop grandes; car toutes les résistances, comme le fait remarquer M. le major Navez lui-même (frottement de l'axe du pendule sur les pivots, résistance de l'air contre le système oscillant, attraction d'un grand électro-aimant central), tendent à diminuer l'arc qui donne le temps, et cette diminution correspond à une vitesse plus grande.

M. le major Navez a déterminé avec le plus grand soin le rapport des vitesses entre son appareil et le pendule balistique pour la balle de la carabine à tige; son appareil accuse une vitesse de  $545^m,85$  quand le pendule Robins ne donne que  $540^m,11$  : le rapport de ces vitesses est donc  $\frac{54585}{54011} = 1^m,01$ .

*Les deux vitesses moyennes  $545^m,85$  et  $540^m,11$  peu-*

*vent donc, ajoute ensuite M. le major Navez, être admises comme des limites entre lesquelles la vitesse réelle se trouve renfermée, et puisque le rapport de ces vitesses est petit, on doit en conclure que les moyennes accusées par les deux appareils sont exactes à peu de chose près.*

Si l'on fait une comparaison analogue entre les vitesses accusées dans le tableau ci-dessus par l'appareil Navez et par l'appareil Le Boulengé, on obtient exactement le même rapport : en effet,  $\frac{566^{m9}}{562^{m9}} = 1^m,01$ . De ce chiffre nous pensons pouvoir conclure, comme M. le major Navez, que les moyennes accusées par les deux appareils sont exactes à peu de chose près.

Des expériences nouvelles et nombreuses diront où est la vérité absolue ; car la question peut être définitivement tranchée expérimentalement.

Sans nous prononcer, nous croyons devoir faire observer que l'appareil de M. Le Boulengé est d'une grande simplicité ; ses données sont basées sur une loi naturelle parfaitement connue ; aucun mécanisme ne complique l'application de cette loi ; son installation est simple ; son maniement est facile ; il n'y a aucun frottement, aucune résistance passive.

L'appareil de M. Navez, indépendamment des causes signalées par l'auteur, qui tendraient à fournir des vitesses un peu trop grandes, nécessite la détermination de la durée des oscillations de son pendule, opération qui est délicate.

En définitive, l'appareil de M. Le Boulengé donnerait des résultats en tout semblables à ceux du pendule balistique de M. Robins, d'après les expériences citées.

*Partie physique de l'appareil de M. Le Boulengé.*

Je me suis contenté de constater l'indépendance relative des courants, tels que M. Le Boulengé les dispose. Un galvanomètre ordinaire, comme on en emploie pour les usages des télégraphes, est à peine affecté, lorsque, placé dans l'un des circuits directs, on vient à rompre le second circuit : on sait, en effet, que plusieurs courants disposés sous différents angles, marchant en sens contraire ou dans le même sens, lorsqu'ils sont parallèles, mais provenant de piles différentes, sont indépendants, et nous pensons pouvoir admettre sensiblement l'indépendance des piles disposées comme le fait M. Le Boulengé.

Mais peu importe, du reste, je désire éviter la discussion de la partie purement physique de l'appareil, qui m'entraînerait au delà des bornes de ce rapport; il me suffira d'indiquer les divers points de cette discussion, pour justifier mon silence vis-à-vis de l'Académie. J'ai préféré faire une dernière série d'expériences, qui, je le pense, permet de trancher les questions qui se rattachent aux organes électriques et magnétiques de l'appareil.

Il y a cependant un point sur lequel je dois m'arrêter à propos des courants, c'est la nécessité absolue des courants inverses. En effet, quand on les enlève, il devient impossible d'obtenir une disjonction régulière; la détermination du temps 0 offre des irrégularités telles qu'aucune expérience ne donnerait le même résultat : en les remplaçant, la régularité se manifeste tout de suite.

La détermination de l'origine du temps 0 est encore irrégulière lorsqu'on emploie deux piles d'un nombre inégal d'éléments de Bunzen. Il faut donc employer des piles

composées d'un même nombre d'éléments semblables, chargées des mêmes liquides homogènes puisés dans le même vase. Les fluctuations que ces piles peuvent offrir ne sont pas de nature à troubler les résultats; elles n'affectent pas sensiblement les disjonctions; on peut même, pendant les expériences, aciduler l'une des piles plus fortement que la seconde, ou soulever une partie des charbons et des zincs en dehors des liquides, sans altérer les disjonctions; mais il est convenable de suivre les prescriptions de l'auteur.

Les cartouches que nous mettons sous les yeux de l'Académie prouvent parfaitement ce que nous avançons; nous ferons cependant observer que les disjonctions accusaient des différences plus grandes que dans les cas ordinaires, lorsqu'on acidulait fortement l'une des deux piles qui avaient marché pendant plusieurs heures et qu'on laissait la seconde dans son état primitif; il est donc utile de ne pas négliger absolument les précautions indiquées par l'auteur.

Il peut arriver aussi que les disjonctions deviennent moins régulières, lorsqu'on introduit des résistances considérables de longs fils minces de cuivre dans les circuits; dans ce cas, on n'obtient plus aussi nettement les expériences relatées aux pages 8 à 12 : les traits de la disjonction par l'appareil et ceux des tirs se juxtaposent parfois.

Lorsque les disjonctions sont peu régulières, il faut examiner les contacts, vérifier si le poids et le chronomètre sont fortement attirés quand tous les circuits sont fermés, et s'assurer que les courants inverses, agissant seuls, soutiennent parfaitement le *test* de fer doux.

*Questions qui se rattachent aux courants activant les deux électro-aimants.*

Nous aurions dû examiner l'intensité et la force relative des courants inverses et directs, eu égard aux résistances variables qu'ils doivent vaincre dans différentes circonstances de tir.

Nous aurions à déterminer avec soin l'influence de ces courants les uns sur les autres, lors de la rupture simultanée et de la rupture successive des circuits du chronomètre et du poids.

Nous devrions apprécier pour chaque cas la force électro-magnétique exercée par chacune des doubles bobines, d'abord pour les courants directs puis pour les courants inverses pris isolément; et enfin, pour les deux courants agissant simultanément; en un mot, nous aurions dû déterminer le poids qu'ils peuvent supporter.

Nous aurions à nous rendre compte de la force magnétique relative des bobines, du poids du chronographe, dans les diverses conditions de courants, de longueur de circuits, de résistances dans les circuits, etc., etc.

Il serait curieux de connaître toutes les données des électro-aimants : nombre de spires à gros fil, à fil fin, diamètre du fer doux, longueur du fer doux, afin d'apprécier s'il n'est pas convenable de leur donner une forme particulière. On sait, en effet, que pour chaque électro-aimant, il y a un maximum d'aimantation dans le voisinage duquel les variations deviennent insensibles, soit par l'intensité du courant, soit par le nombre des spires des hélices, le diamètre des fils, la nature, les dimensions, la forme du fer doux et des armatures, le poids et le chronomètre.

On peut se demander quel rôle joue la coexistence des deux états magnétiques dans l'appareil de M. Le Boulengé, alors qu'on sait que le fer possède une aptitude particulière à être aimanté avec plus de facilité ou plus d'énergie par un courant marchant dans le sens dans lequel ce fer a déjà été aimanté, tandis qu'il s'aimante avec moins de facilité par un courant dirigé dans un sens contraire à cette première aimantation. L'analyse de ces conditions nous amènerait à voir dans les électro-aimants en fer doux, employés par M. Le Boulengé, des électro-aimants agissant comme si leur fer doux était un barreau d'acier aimanté. Déjà, sur le modèle actuel, nous avons reconnu un état d'aimantation permanente dans le fer des bobines.

L'extra-courant qui se développe à chaque rupture des circuits n'exerce-t-il aucune influence sur le phénomène de la chute du poids et du chronomètre? L'effet instantané de l'extra-courant qui équivaut aux  $\frac{4}{3}$  du courant direct ne doit-il pas tendre à contrarier ou à rendre irrégulière l'action des courants inverses, si nécessaires dans l'appareil de M. Le Boulengé?

Ne serait-il pas convenable de remplacer le fer doux par des barreaux plus longs ou plus courts?

Pourquoi n'a-t-on pas fait usage de faisceaux de fil de fer doux au lieu de simples barreaux?

Pourquoi ne pas interposer entre l'électro-aimant et ses armatures des lames minces de corps non magnétiques, en cuprant ou en dorant les extrémités qui se touchent?

L'ensemble de cet examen pourrait nous conduire à choisir les conditions dans lesquelles, en définitive, les effets du magnétisme rémanent seraient réduits à un minimum, ou au moins seraient régularisés de telle sorte que le retard dans la chute des corps se ferait toujours de la



même façon dans la disjonction et dans le tir qui suit immédiatement cette première expérience.

Je pense qu'après cette étude nous n'aurions pas un appareil meilleur, pour le but auquel il est destiné, que l'exemplaire actuel de M. Le Boulengé. Il aurait fallu faire des appareils nouveaux, ce qui était impossible, ou décomposer le modèle qui doit servir de terme de comparaison avec ceux que l'auteur doit faire construire.

On peut dire que tout est arbitraire dans le modèle mis sous les yeux de l'Académie, mais il faut ajouter tout de suite que ce défaut n'est qu'apparent; car cet appareil donne des résultats très-exacts, comme le prouvent les dernières expériences dont il me reste à rendre compte. Les premiers électro-aimants venus, capables de retenir fortement le chronomètre et le poids, munis de courants inverses assez forts pour soutenir un *test* (poids d'épreuve) de fer doux, suffisent; mais, pour opérer avec certitude, il faut suivre les prescriptions que l'auteur donne au chapitre II de son mémoire.

*Les effets du magnétisme rémanent ne sont pas annihilés dans l'appareil de M. Le Boulengé.*

Je veux aller au-devant des objections que l'on pourrait faire *a priori*, en les levant par des expériences qui ne laissent rien à désirer et qui constatent de la façon la plus rigoureuse la netteté des résultats et leur comparabilité absolue, alors même que l'on se place dans des circonstances très-diverses.

Commençons par constater que les électro-aimants doubles placés dans les circonstances de tir soutiennent des poids différents, lorsqu'on les active 1° par les courants

directs seuls, 2° par les courants inverses seuls, 3° par les deux courants agissant simultanément. Nous croyons inutile de donner des nombres. En outre, il est facile de s'assurer que les effets du magnétisme-rémanent ne sont pas annihilés complètement, et de ce fait nous concluons que la répulsion produite par les courants inverses ne paraît pas de nature à altérer les lois de la chute du poids et du chronomètre, par suite d'une répulsion entre des pôles magnétiques de même nom.

Pour s'assurer des effets dus au magnétisme rémanent, on commence par prendre quelques disjonctions, et quand on a constaté qu'elles sont régulières, on couche l'appareil dans une position horizontale, puis on dispose le poids et le chronomètre de façon que, suspendus à un long fil sans torsion, ils se trouvent vis-à-vis de leurs électro-aimants, à une distance égale pour tous les deux et telle qu'ils ne se précipitent pas sur ceux-ci, lorsque les circuits sont ouverts. Au moment de la fermeture des circuits, le poids et le chronomètre se précipitent sur les électro-aimants; la rupture des courants directs, la disjonction par l'appareil, laissent souvent le poids et le chronomètre attachés aux électro-aimants, et, loin d'une action répulsive, il reste un effet attractif encore assez énergique. On sait, en effet, que lorsqu'un aimant puissant agit sur un aimant faible, il peut y avoir un renversement des pôles magnétiques : deux pôles qui se repoussent à une distance donnée peuvent s'attirer lorsque la distance diminue. En écartant l'appareil avec prudence, les électro-aimants finissent par se détacher du poids et du chronographe; cet effet s'obtient aussi en interposant des feuilles de papier, des lames minces de cuivre, etc., entre les électro-aimants et le poids ou le chronographe avant la fermeture

des circuits: ils exigent chacun qu'on interpose un plus ou moins grand nombre de feuilles pour qu'ils se détachent ensemble au moment de la rupture des circuits directs; ce qui conduirait à conseiller de garnir les extrémités de corps ou de métaux non doués de la propriété magnétique.

Si toutes ces expériences prouvent que l'action du magnétisme rémanent n'est pas annihilée, les expériences qui suivent démontrent que les dispositions de l'appareil de M. Le Boulengé sont efficaces et que tout semble pratiquement régularisé. En effet, il suffira de changer la masse du poids et du chronomètre, de donner une forme nouvelle à leur point de contact avec les électro-aimants, pour se placer dans des conditions d'attraction et de répulsion magnétiques très-différentes, et on serait porté à conclure *à priori* que les résultats devront être affectés ou changés dans ces conditions nouvelles; or cela n'a pas lieu, l'expérience suivante le prouve.

#### *Expériences de contrôle.*

Deux fils écrois de cuivre rouge sont fortement tendus entre deux montants solides; ils sont rompus par un couteau de bois dur tombant librement; aux extrémités du couteau sont suspendues deux masses de fer de cinq kil. environ; ces masses ont la forme d'un cône dont le sommet tourné vers le sol permet de diminuer la résistance du reste très-peu considérable de l'air. La distance de l'arrête du couteau au premier fil est de 0<sup>m</sup>,559, celle du second fil est de 0<sup>m</sup>,927; le temps du passage du couteau entre les fils serait donc égal à 0<sup>"</sup>,105254, s'il tombait librement sous l'action de la pesanteur, si les fils n'opposaient aucune

résistance appréciable, s'ils étaient rompus au moment même où le couteau les touche, et s'ils ne fléchissaient pas. Ce temps se rapproche de celui que met un projectile lancé par un canon rayé pour franchir l'espace de trente-cinq mètres qui sépare ordinairement les cadres-cibles; la vitesse

Disjonction.	Contrôleur.	Temps.	Vitesse.	Vitesse moyenne	
mm. 476.6	mm. 841.8	0'',102335	341.3	359.4	
476.6	846.8	0'',103775	337.3		
476.6	844.9	0'',105312	338.8		
476.6	843.5	0'',102968	338.9		
476.2	842.0	0'',102755	340.7		
476.7	843.5	0'',103429	338.4		
488.5	865.7	0'',104102	336.2		
489.8	861.0	0'',102965	339.9		
487.6	857.5	0'',102820	340.4		338.2
488.6	865.7	0'',104002	336.5		
482.5	852.5	0'',105517	338.8	333.6	
481.8	852.8	0'',105547	338.0		
482.5	852.0	0'',105195	339.2		
497.5	872.2	0'',105269	338.9	359.0	
497.5	872.5	0'',105277	338.9		
497.5	872.0	0'',105221	339.0		

On employait quatre éléments de Bunzen, et, sans rien changer aux piles, on a fait usage de quatre dispositions dont les détails se trouvent dans la colonne des observations du tableau.

On n'a éliminé aucun coup; la hauteur des disjonctions a varié de 0<sup>m</sup>,4762 à 0<sup>m</sup>,4975, c'est-à-dire qu'il y a eu

cherchée dans ce cas serait donc  $\frac{35}{0.103234} = 559^m,056$ .

La moyenne générale de quatre séries d'expériences de trois, quatre et six coups, calculée de la même façon, a été de  $558^m,800$ , soit une différence entre le calcul et l'expérience de  $0^m,256$  comme le montre le tableau suivant :

Écart moyen.	Écart maximum.	Écart de la vitesse moyenne donnée au chronographe sur celle du contrôleur.	Observations.
m. 1.24	m. 4.02	m. + 0,55	Le chronomètre employé est une longue tige d'acier de $0^m,95$ de longueur ; il pèse 258 grammes. Le poids est long, à tête plate et pèse $30^g,2$ .
1.89	4.19	- 0,075	On emploie le chronomètre et le poids de M. Le Boulengé. Le chronomètre pèse $124^g,5$ . Le poids pèse $17^g,35$ .
0.42	1.15	- 0,40	On emploie le chronomètre de M. Le Boulengé et un poids de $25^g,2$ , à tête large.
0.04	0.10	- 0,04	On emploie le chronomètre de $95$ centimètres et le poids de M. Le Boulengé.

une différence de  $0^m,0215$  entre les traits extrêmes donnant l'origine.

Ce tir a été fait avec le concours de l'auteur et de M. E. Husson, mon répétiteur, qui m'a constamment aidé dans les expériences relatées dans ce rapport.

Je crois aussi devoir faire remarquer très-expressément

que j'insiste bien plus sur la régularité que sur la valeur absolue des données expérimentales obtenues dans le tableau; l'expérience ayant été faite en vue de constater que des chronomètres et des poids de masse et de forme différentes n'affectaient pas les expériences.

Les chiffres de ces tableaux peuvent se passer de commentaires; mais nous ferons remarquer cependant qu'un chronomètre de masse considérable et un poids lourd ou ne touchant l'électro-aimant que sur une très-petite surface, constituent les conditions qui ont donné les expériences les plus régulières.

Ici finit notre tâche, et nous pouvons résumer notre rapport en quelques mots, en disant que l'appareil soumis à votre haute appréciation mérite à tous égards votre approbation.

Il est si simple qu'on ne voit guère la possibilité d'en avoir de plus simples encore : il est facile à manier; il n'est pas susceptible de se déranger; aucune résistance passive ne vient compliquer ses résultats, qui se déduisent de la loi naturelle la mieux connue, celle de l'attraction terrestre, la pesanteur; il ne nécessite aucune expérience préalable : deux points repérés sur une tige d'acier, voilà tout ce qui doit être déterminé d'avance.

#### *Propositions.*

1<sup>o</sup> Que le travail soit imprimé dans l'un des recueils de la compagnie;

2<sup>o</sup> Que la classe adresse des remerciements à l'auteur;

5<sup>o</sup> Que le travail soit recommandé à l'attention bienveillante de M. le Ministre de la guerre. »

La classe adopte ces propositions qui lui sont présentées

par M. Melsens et auxquelles se rallient MM. Nerenburger et Liagre, et elle décide que le travail de M. Le Boulengé sera imprimé dans les *Mémoires de l'Académie*.

BIBLIOGRAPHIE.

TRAITÉS GÉNÉRAUX.

Esame della polvere, da Alessandro Vittorio Papacino d'Antoni. Turin, 1763.

Traité de télégraphie électrique, par M. l'abbé Moigno. Paris, 1832.

Traité d'électricité et de magnétisme par MM. Becquerel et E. Becquerel. Paris, 1855.

Exposé des applications de l'électricité, par M. le vicomte Th. Du Moncel. Paris, 1856.

Traité de balistique, par le général Didion. Paris, 1860.

Traité général des applications de l'électricité, par M. Gloesener. Paris et Liège, 1861.

1845. *Siemens*. — Poggendorff's Annalen, t. LXXVI.

1850. *Hipp*. — Chronoscope électro-balistique avec mouvement d'horlogerie (*Dingler's Polytechnisches Journal*, T. 114.)

1852. *Decher*. — Bestimmung der constanten des Hippischen Chronoscop's (*Dingler's Polytechnisches Journal*, T. CXXV.)

1855. *Kuhn*. — Anwendung des Hippischen Chronoscop's für Feuerwaffen von geringer Tragweite (*Dinglers' Polyt. Journal*, T. 156)

Résultats de quelques expériences faites à Woolwich avec un pendule balistique. (*Annales de chimie et de physique*, t. V. — Extraits d'un mémoire de Olinthus Gregory, inséré dans les *Transactions of the philosophical Society of London*.)

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris :

Tome XIX. — Pouillet.

Tome XX. — Jacobi

Id. — Breguet et Konstantinoff.

Id. — Wheatstone.

Tome XXV et tome XLIII. — Martin de Brettes.

*Martin Debrettes* : 1849. Mémoire sur un chronographe électro-balistique. Paris, 1849.

— 1854. Études sur les appareils électro-magnétiques. Paris, 1854.

— 1858. Appareil chrono-électrique à induction. Paris, 1858.

— 1859. Journal des armes spéciales, t. II.

— 1861-1865. Instruction pratique sur le chronographe à induction. (*Journal des armes spéciales.*)

1848 à 1865. Résumé des travaux du polygone de Brasschaet.

1862. Report on experiments with Navez's electroballistic apparatus, by captain Andrew Noble, late royal artillery.

1865. Report on ballistic experiments by W. H. Noble. M. A. lieut. R. A. associate member ordnance select committee. London. — Ce travail contient un aperçu historique.

1855. Application de l'électricité à la mesure de la vitesse des projectiles; par M. Navez, capitaine commandant de l'état-major de l'artillerie. Paris, 1855.

1854 à 1857. Revue de technologie militaire de M. le colonel de Lobel.

1856. Chronographe de M. Gloesener, présenté à l'Académie des sciences, le 27 octobre 1856. (*Analyse de ce mémoire*, par M. Despretz.)

1858. Instruction sur l'appareil électro-balistique du capitaine Navez. Arsenal de construction. Anvers.

1859. Recherches et résultats d'expériences relatives à la mise en service des chronoscopes électro-balistiques, par A. Vignotti. Paris.

1859. *E. Schultz*. — Mémoire sur un projet de chronographe électrique fondé sur l'emploi du diapason. Paris, 1859.

1859. *E. Schultz et Lissajous*. — Présentent le chronographe électrique fondé sur l'emploi du diapason. Cet appareil a été construit par Froment. (*Bulletin de la Société d'encouragement*, t. IX, n° de janvier 1862.)

1861. Rapport de M. le comte Th. Du Moncel sur les chronographes électriques de M. Gloesener. (*Bulletin de la Société d'encouragement*, I, VIII, 2<sup>e</sup> série.)

1862. Rapport sur le chronographe électrique à pendule conique de M. Martin de Brettes, par M. le vicomte Du Moncel. (*Bulletin de la Société d'encouragement*, t. IX, 2<sup>e</sup> série.)



*Renseignements qui se rattachent à la détermination des vitesses ou l'appréciation de temps très-courts. — Enregistreurs.*

1807. *Young*. — A course of natural philosophy, vol. I, p. 190. London.  
— Cite M. Whitehurst, comme ayant construit une machine capable d'apprécier le 100<sup>me</sup> de seconde et destinée à prendre mesure du temps de la chute des corps. — Décrit une machine analogue à celle de M. Duhamel, et montre que les corps vibrants peuvent servir parfaitement à la mesure de temps infiniment petits.

*Wertheim*. — Annales de chimie et de physique, t. XII, 5<sup>me</sup> série.

— Rappelle les travaux de MM. Morin, Poncelet et Duhamel.

1822. *Eitelweyn*. — Observation sur les effets et l'application du bélier hydraulique, p. 114. Paris.

*Breguet*. — Chronomètre à deux aiguilles. (*Annales de chimie et de physique*, t. X, 1<sup>re</sup> série.)

Ce chronomètre a été modifié par M. Breguet lui-même et Rieussec.

1845. *Massey*. — Repertory of patent inventions, t. V. — Compteur pour la marche des vaisseaux, avec enregistreur électro-magnétique.

1847. *Crosland*. — Mechanics Magazine, t. XLVII — Emploi des étincelles.

1847. *Rowland*. — A new and practical method of ascertaining the velocities of projectiles. Mechanic's Magazine, t. VI, 1847. — Projet d'appareil fondé sur les lois de la chute des corps.

1852. *Deniel*. — Notice sur un tachomètre destiné aux conducteurs des machines à vapeur. (*Annales des mines*, t. II.)

1854. *Liais*. — Mesure des très-petites fractions de temps. — Méthode graphique à pointage. (*Mémoires de la Société de Cherbourg*, t. II.)

1856. *Sang*. — Moyens d'observer les petites fractions de seconde. (*Bulletin de la Société d'encouragement*, t. LIX.)

*Pour la détermination de la vitesse de la lumière, de l'électricité et de l'étincelle électrique.*

*Fizeau*. — Vitesse de la lumière. (*Comptes rendus*, t. XXIX.)

M. *Léon Foucault*. — Sur les vitesses relatives de la lumière dans l'air et dans l'eau. (*Annales de chimie et de physique*, 5<sup>me</sup> série, t. XXXXI, p. 129. — Rappelle les travaux d'Arago et de M. Wheatstone.

*Léon Foucault.* — Idem. (*Comptes rendus*, t. XXX.)

Vitesse de l'étincelle et de l'électricité.

*Wheatstone.* — *Fizeau et Gounelle.* Voir *Exposé des applications de l'électricité*, par M. le vicomte Th. Du Moncel.

---

La régence de la ville de Bruxelles avait envoyé à la classe, depuis sa dernière séance, deux rapports de MM. Lippens et Sacré, sur l'établissement d'un paratonnerre pour la flèche de l'hôtel de ville et pour l'entrepôt; elle avait exprimé le désir, en même temps, que l'Académie voulût bien lui faire connaître ses vues relatives au meilleur mode à adopter. Ces différentes pièces ont été transmises successivement à MM. Liagre, Melsens et Duprez, qui les ont examinées avec soin. La classe, après avoir pris connaissance de leur jugement, a décidé qu'il en serait fait part à la régence.

---

---

## COMMUNICATIONS ET LECTURES.

---

M. Melsens donne communication de la première partie d'un mémoire sur *l'iodure de potassium dans les intoxications mercurielles et saturnines*; il annonce en même temps l'intention de communiquer la fin de ce travail dans une prochaine séance.

---

*Mémoire sur les relations qui existent entre les étoiles filantes, les bolides et les essaims de météorites; par M. Haidinger, de Vienne, associé de l'Académie.*

Le titre du travail que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie pourrait paraître quelque peu prétentieux, et, en effet, il exige une plus ample explication. La question si les étoiles filantes, les bolides, qui ont disparu sans laisser de traces à la surface terrestre, et les météores proprement dits, suivis de chutes de fragments de fer natif ou de substances pierreuses, appartiennent tous à une seule et même classe de phénomènes, a souvent fixé l'attention des naturalistes les plus éminents. Toutes les fois qu'un observateur signale un brillant phénomène de ce genre, cette question surgit de nouveau, et cette fois, c'est l'apparition que M. Jules Schmidt, directeur de l'observatoire d'Athènes, vient de signaler à l'attention du monde savant, dont je crois pouvoir me prévaloir pour discuter derechef la question devant l'Académie (1).

J'ai fait remarquer, dans la séance du 5 novembre 1865, que des exemples de *météorites* apparaissant en *essaims* se retrouvent fréquemment parmi les relations que nous possédons sur les phénomènes de cette nature. Les excellentes observations de M. Jules Schmidt viennent de fournir la preuve que les *météores eux-mêmes* peuvent également se montrer sous la forme d'*essaims*. Les chutes de

---

(1) M. Haidinger a donné la description de ce phénomène dans le *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2<sup>e</sup> série, tome XVI, p. 401.

Quenggouk en Pégu, du 27 février 1857 (1), et de Gorukpour, du 12 mai 1861 (2), ont prouvé que des masses météoriques pouvaient éclater immédiatement avant leur chute et toucher la surface de la terre sous forme de fragments isolés.

Je crois, du reste, avoir réussi à prouver que, dans certains cas, tels que la chute des météorites à Stannern, en Moravie, le 22 mai 1808 (3), ce morcellement, au lieu d'avoir été le résultat d'une explosion arrivée au moment final du passage de la trajectoire cosmique à travers l'atmosphère terrestre, avait déjà existé avant ce moment. Ce n'est que par suite de la pression exercée par l'atmosphère résistante dans le sens opposé à la direction de chaque météorite pendant tout le temps de son trajet, que l'enduit fondu à sa surface peut former ces arêtes caractéristiques, saillantes, rebroussées vers le point de départ.

Tant que des groupes de fragments déjà séparés traversent des espaces privés d'atmosphère, ils se meuvent tous avec une vitesse égale. Rien ne pourrait motiver leur séparation selon leur volume plus ou moins considérable, et rien n'empêche, non plus, de supposer que plusieurs d'entre eux ne fussent de dimensions minimales, ou même à l'état de poussière. Ce groupe rencontre-t-il l'air atmosphérique s'opposant à son mouvement progressif, les frag-

(1) *Comptes rendus de l'Académie de Vienne*, t. XLIV, p. 657, séance du 5 décembre 1861.

(2) *Ibid.*, t. LV, séance du 15 mai 1862.

(3) *Ibid.*, t. XL, p. 525, et t. LV, séances du 9 avril 1860 et du 22 mai 1862, p. 79.

ments volumineux, favorisés par le rapport de leur masse à leur surface, auront à vaincre une résistance beaucoup moins grande que celle qui fait obstacle au mouvement d'autres corps de moindres dimensions; ils progresseront donc plus rapidement, en laissant derrière eux les fragments plus petits. Les chutes de l'Aigle, de Stannern et de New-Concord sont venues, depuis longtemps, à l'appui de cette assertion. Chaque fragment isolé produit, pour son compte propre, l'enveloppe lumineuse, résultant de la résistance que l'air comprimé oppose à son passage. Ici se présente naturellement la question suivante : Quels seraient les phénomènes que présenteraient des groupes de fragments entrant dans les limites de l'atmosphère terrestre sous la forme de corps de très-petites dimensions ou sous celle de substance plus ou moins pulvérulente? Sans doute, ces phénomènes ressembleraient à ceux qu'offrent les étoiles filantes : d'abord un mouvement commun progressif sous une enveloppe lumineuse, et, au terme du mouvement, une dispersion plus ou moins dépourvue d'évolution de lumière.

M. Alexandre Herschel, digne successeur de son père et de son grand-père, tous les deux à jamais immortels dans les annales de la science, a adopté la même manière de voir et l'a énoncée ainsi dans une lettre datée de Collingwood, 25 octobre 1865, et adressée à M. l'abbé Moigno : « On se demande, naturellement, quelle est la » nature de ces corpuscules planétaires qui percent l'atmosphère dans les régions élevées et qui sont détruits » dès qu'ils parviennent dans des couches de densité sensible. Il me paraît nécessaire de distinguer les aérolithes » de la classe des bolides et des étoiles filantes, à cause

» de la différence des phénomènes de lumière et de pesanteur. Les étoiles filantes d'août dernier avaient un éclat remarquable, mais la hauteur de la disparition a été plus grande que jamais. Or, si les étoiles filantes d'août dernier étaient des corps solides, les plus brillantes eussent été celles qui pénétrèrent plus bas dans l'atmosphère, et cela n'a pas lieu. Il me semble donc qu'elles doivent être classées avec les bolides, comme étant composées d'une matière pulvérulente renfermant rarement quelques grains de sable tout formés au centre de la masse. Une telle agrégation de matière, sans agglutination, explique d'une manière satisfaisante la hauteur constante des disparitions, les extinctions soudaines, les étoiles filantes enveloppées, etc., et les morceaux fondus qui accompagnent la cessation de la flamme (1). »

Dans le cours de l'été de 1865, M. Ad. Quetelet, membre correspondant de notre Académie de Vienne et une des grandes autorités dans la question des étoiles filantes, a consulté plusieurs savants sur leur manière de considérer les rapports mutuels entre les météores ignés, les étoiles filantes, les bolides et les chutes de masses météoriques. M. Quetelet a publié les réponses qui lui sont parvenues, conjointement avec ses propres vues et ses observations, ainsi que les rapports sur les phénomènes d'août 1865, dans les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2<sup>e</sup> série, t. XVI, n<sup>o</sup> 9.

Le même savant a publié un aperçu analogue dans

(1) *Les Mondes*, 1<sup>re</sup> année, t. II, 4<sup>e</sup> livraison, 5 novembre 1865.

le n° 11 des *Bulletins* et a bien voulu m'en adresser des tirés à part. Cet aperçu embrasse, outre les observations de son auteur, les communications qui lui ont été adressées par MM. Duprez, de Gand; Sir John Herschel et Alex. Herschel, de Hawkurst; Bianconi, de Bologne; H.-A. Newton, de New-Haven; Le Verrier, de Paris; Poey, de la Havane; et par M<sup>me</sup> Catherine Scarpellini, de Rome. On y trouve également quelques-unes des communications que j'ai faites à M. Quetelet, et spécialement dans le n° 11, ma relation du phénomène du 18 octobre 1860, d'après les observations de M. Jules Schmidt, d'Athènes.

Le savant astronome de Bruxelles se rallie entièrement à l'opinion de sir John Herschel, qui attribue à tous ces phénomènes une origine *cosmique* (1). L'explication des phénomènes ne saurait être fournie qu'en supposant que notre globe, dans son mouvement de translation annuelle, rencontre un anneau de *corps quelconques* tournant autour du soleil; explication qui, il est vrai, laisse encore beaucoup à désirer, mais qui, néanmoins, suffit aux deux conditions fondamentales du problème (2). Quant à la grande altitude au-dessus de la surface terrestre, à laquelle on a observé ces phénomènes, elle pourrait conduire à l'*hypothèse* d'une seconde couche atmosphérique entourant notre atmo-

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, t. XVI, 2<sup>e</sup> série, p. 186, 1863.

(2) J'avais cru remarquer, dit M. Ad. Quetelet, avec regret que notre honorable associé (en parlant de moi) ne se rapprochait pas des idées que j'avais émises sur ce genre de phénomènes : je suis trop heureux d'apprendre que je m'étais mépris, pour ne pas m'empresser de m'excuser, et de m'applaudir de voir mes idées d'accord avec celles d'un savant de son mérite.

sphère aérienne et d'une nature pour ainsi dire *plus ignée* que celles-ci (1).

M. H.-A. Newton ne se prononce pas moins explicitement en faveur de l'origine cosmique des météores. Le savant astronome de New-Haven relève surtout la périodicité des courants météoriques et leurs coïncidences avec les époques de l'année stellaire.

J'avais mentionné, dans le premier des aperçus, en question, les vues de M. E.-G. Herrick, de New-Haven (2); en acquiesçant à leurs généralités, c'est-à-dire à ce que les étoiles filantes, les bolides et les météores sont tous d'une origine astronomique identique. M. Herrick a fait observer, de plus, que ces corps, de même que ceux d'origine terrestre, peuvent différer entre eux quant à leur état d'agrégation et leur constitution chimique. Ma seconde communication a pour objet les observations de M. Schmidt, sur le météore du 18 octobre 1865, auxquelles je n'ai ajouté aucun commentaire.

M. Ad. Quetelet, dans son introduction à son second aperçu, discute derechef la question de l'origine cosmique ou atmosphérique et celle de la hauteur de l'atmosphère terrestre.

L'identité des trois classes de météores ignés me parut indubitable en partant d'un point de vue général; toutefois, je ne me crus pas autorisé à me prononcer définitivement sur la hauteur et la constitution de l'atmosphère. M. Quetelet en conclut (3) que je ne partage pas ses vues, quant à une hauteur plus grande que celle qu'on

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 520.

(2) *Ibid.*, t. XIII, p. 127, etc.

(3) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, t. XVI, 2<sup>e</sup> série, p. 401.



est convenu d'admettre jusqu'à présent. Je me crois donc autorisé, sans encourir le reproche d'avoir usé de trop de présomption, de prononcer ici ma pleine adhésion à ses vues, tant pour la hauteur, qu'on doit supposer plus considérable qu'on ne l'admet généralement, que pour la composition de deux couches de nature différente, dont l'inférieure (*atmosphère instable*), participant au mouvement rotatoire du globe terrestre, est sujette à des courants et à des variations de toute espèce, tandis que la couche supérieure (*atmosphère stable*), d'une densité très-faible, persiste dans un état d'immobilité relative. Sans aucun doute, cette dernière suit le globe dans son mouvement de translation annuelle; sa participation, superposée comme elle est à la couche inférieure, au mouvement de rotation diurne, doit encore rester indécise. Le caractère de stabilité qui lui est attribué, pourrait en faire douter, au moins dans de certaines limites. M. Quetelet, dans son important ouvrage sur la *Physique du globe*, publié en 1861 (p. 5), désigne ces couches par les noms d'*atmosphère mobile* ou *dynamique*, et d'*atmosphère immobile* ou *stable*. Les considérations, publiées par M. Benjamin V. Marsch, dans le journal américain du professeur Silliman (1) ont une grande importance, relativement à l'existence de deux couches atmosphériques de nature différente.

Il serait plus désirable de prendre en considération, chacune isolément, les deux questions sur l'origine des météores, de la hauteur et de la constitution de l'atmosphère terrestre, si les phénomènes eux-mêmes ne prouvaient pas

---

(1) *Remarks on the Luminozity of Meteors, ab affected by latent heat*  
THE AMERICAN JOURNAL, 2<sup>d</sup> series, vol. XXXVI, july 1863, p. 92.

qu'elles influent constamment l'une sur l'autre. Je me serais borné ici à la première de ces questions, si le passage que j'ai cité plus haut ne m'imposait l'obligation de formuler mon opinion à ce sujet.

La supposition émise par M. Alexandre Herschel me semble réunir en un cadre parfaitement circonscrit les rapports existants entre les météores à contenu matériel, les bolides et les étoiles filantes.

On ne devrait jamais perdre de vue que les matières parcourant l'espace sont essentiellement de nature *fragmentaire*. Ces fragments peuvent être :

1° Des masses isolées de fer ou de substances pierreuses;

2° Des agrégations de fragments différents de volume;

3° Des agrégations de fragments minimales, jusqu'à être réduits à l'état de poussière impalpable.

Les fragments 1° et 2°, une fois entrés dans le domaine de l'atmosphère terrestre, se terminent par la chute de météorites, tantôt isolés, tantôt en essaims.

Lorsque les agrégations 2° et 3° atteignent la limite supérieure de l'atmosphère terrestre, la résistance qu'elles ont à vaincre dès ce moment opère une séparation : les fragments les plus volumineux laisseront derrière eux ceux qui le sont moins. Il est impossible d'admettre que jamais une explosion puisse avoir lieu dans ce moment; elle se prépare pendant que les substances solides traversent l'atmosphère et coïncide avec le terme du parcours cosmique du météore.

On conçoit facilement que des agglomérations de particules pulvérulentes réunies en globe, ou passant par les couches supérieures de l'atmosphère, provoquent d'abord,

dans leur ensemble, des phénomènes lumineux ; mais elles doivent bientôt se résoudre en poussière ; de sorte qu'il n'existe plus rien de ce qui pourrait provoquer un développement de lumière, dès que ces particules ont atteint les couches atmosphériques inférieures. On se rappellera ici un fait, fort inattendu en lui-même, que M. Jules Schmidt a cité dans ses communications sur les météores ignés (1) ; c'est que, généralement, les météores les plus lumineux semblent s'allumer à des hauteurs plus considérables, tandis que ceux d'un éclat moins intense appartiennent déjà à des régions moins élevées, ainsi que le démontre les quatre observations suivantes :

Météore de 1 <sup>re</sup> grand.	: Altit.	16.2 milles géograph., moy. de 14 observ.			
— de 2 <sup>me</sup>	—	15.9	—	—	de 20 —
— de 3 <sup>me</sup>	—	10.8	—	—	de 24 —
— de 4 <sup>me</sup>	—	8.5	—	—	de 21 —

Les différents modes de diffusion de lumière peuvent être attribués au plus ou moins grand volume des particules. Les plus petits grains de poussière émettent de la lumière dès qu'ils ont atteint les couches supérieures, et s'éteignent tout aussi promptement, parce que, après un court trajet, ils sont dissipés par suite de la résistance de l'atmosphère. Les particules moins déliées parcourent un chemin plus long, mais s'éteignent aussi généralement à des hauteurs considérables (2).

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Vienne*, séance du 6 octobre 1859, t. XXXVII, p. 805.

(2) Ce n'est pas sans raison que M. Quetelet appuie sur le fait « qu'il n'est aucun observateur qui puisse dire avoir touché une étoile filante, ou même avoir vu sa substance. » (*Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2<sup>e</sup> série, t. XVI, n<sup>o</sup> 9 p. 57.)

Les nombreux météores lumineux qui s'éteignent dans les couches inférieures, après avoir apparu dans des régions plus élevées, sans se terminer par une chute de substances solides, ne pourraient bien être que des agglomérations relativement volumineuses de substances pulvérulentes, et tel était peut-être le phénomène si extraordinairement brillant d'octobre 1854, à cinq heures du soir, que sir John Herschel a décrit dans la première de ses relations adressées à M. Quetelet. Le diamètre apparent de ce météore était plus du double de celui de la lune. Arrivé au zénith, on l'a vu distinctement tourner autour de son axe, et très-probablement sa longue et brillante traînée, restée visible pendant toute la durée de son apparition, était formée des particules pulvérulentes lancées dans tous les sens par suite de la rotation de la masse agglomérée. Le fameux météore du 18 août 1785, dont l'apparition eut lieu à neuf heures onze minutes de soir, observé à Windsor, et qui est resté visible pendant soixante secondes, présente une ressemblance frappante avec celui décrit par sir John Herschel (1).

Les météores dont la chute a lieu en plein jour montrent parfois une traînée sous forme de nuage ou de fumée. Je crois devoir rappeler ici une observation importante concernant le météore qui a été vu le 15 novembre 1859, à neuf heures et demie avant midi, dans une partie de l'Amérique du Nord. Selon les données fournies par M. Benjamin V. Marsh (2), ce météore prit sa course à peu près

(1) Schmidt, *Comptes rendus de l'Académie de Vienne*, t. XXXVII, p. 815.

(2) *Collection of observations on the daylight meteor of nov. 1859, with remarks on the samem.* By Benjamin V. Marsch. *From the Journal of the Franklin Institute*, p. 40.

vers l'ouest et s'abaissa vers le sol à environ quatre milles anglais de Dennisville, cap May-County, New-Jersey, sous un angle d'environ 55 degrés. Une colonne de fumée, d'un diamètre d'environ mille pieds, et dont la base était située à une élévation d'à peu près huit milles anglais, resta visible.

Lorsqu'on observe des météores lumineux, on doit nécessairement tenir d'autant plus compte des effets de l'irradiation que leur éclat est plus intense. Cette cause d'erreur n'existe pas ou très-peu pour une colonne de fumée, de brouillard ou de nuages, vue en plein jour. Probablement la masse du météore du 15 novembre, accompagné d'ailleurs de phénomènes acoustiques intenses, sans toutefois se terminer par une chute de substances, solides, se composait d'une agglomération de matière pulvérulente, dissipée par la suite en forme de nuage.

---

*Rapport sur l'échantillon du météorite de Beauvechain, (Tirlemont, Tourinne-la-Grosse); par M. Haidinger, de Vienne, associé de l'Académie.*

Une chute de masses météoriques ne manque jamais de faire sensation et de fournir un nouvel aliment à l'esprit d'investigation de ceux qui ont fait de ces phénomènes l'objet de leurs études spéciales, surtout à l'époque actuelle, où, plus peut-être que jamais, les météores ignés et leurs résultats matériels occupent l'attention et la sagacité de tous les savants.

Une chute météorique eut lieu en Belgique, le 7 décembre 1865, vers onze heures et demie du matin. Le journal *l'Indépendance belge*, dans son numéro du 18 décembre 1865,

que M. le chevalier Charles de Hauer a bien voulu me communiquer, indiquait comme localité de la chute les environs de Tirlemont, la contrée entre Tirlemont et Cumptich, le plateau de la Hesbaye. En même temps que j'envoyai à M. Ad. Quetelet une traduction des communications que m'avait faites M. Jules Schmidt, je lui adressai ma demande de vouloir bien obtenir, pour notre Musée impérial, la cession d'un ou de plusieurs fragments de ce météore, qui, ainsi que je le supposais, devaient avoir été mis à sa disposition. Je crus devoir réclamer simultanément, et dans le même but, la bienveillante intervention de S. Exc. M. le baron de Hügel, ministre d'Autriche près la cour de Bruxelles, et je reçus, le 20 de ce mois, une lettre de celui-ci accompagnée d'une notice de M. Ad. Quetelet et d'un échantillon du météorite de Beauvechain, envoyé par M. Van Beneden : cet échantillon pesant 65,458 grammes, long de 65, large de 59, épais de 195 millimètres, était recouvert aux trois quarts, sur une des faces aplaties, d'une croûte d'un noir mat d'environ un demi-millimètre d'épaisseur. C'est un fragment d'une masse plus considérable, dont le poids total a été estimé à douze kilogrammes. M. le professeur Van Beneden avait envoyé à M. Quetelet, le surlendemain de la chute, une notice sur le phénomène en question, en même temps qu'un fragment du météorite lui-même, dont s'est enrichie la collection du Musée impérial de Vienne. Cet échantillon avait été montré d'abord à l'Académie royale de Belgique.

Au moment de la chute, le ciel était entièrement sans nuages. Un bruit insolite et perceptible à une grande distance, semblable à quatre ou cinq coups de canon, fut suivi pendant quelques minutes d'un craquement continu. La localité exacte de la chute est le village de Beauvechain, à

proximité de Tourinnes-la-Grosse. Le météorite, tombé sur un pavé qu'il cassa, s'était brisé lui-même par la violence de sa chute. Une petite fille, qui voulut en ramasser les fragments, les trouva encore tellement échauffés, qu'elle ne put les tenir dans la main. On attend encore des relations plus détaillées sur ce phénomène, et M. Armand Thielens, de Tirlemont, a annoncé, dans une lettre adressée à M. Senoner, bibliothécaire de l'Institut impérial de géologie de Vienne, qu'il avait transmis à M. Ad. Quetelet un travail étendu sur la chute de « deux aérolithes. »

M. Florimond, de Louvain, a publié, dans le journal *Les Mondes* (1) une notice assez détaillée sur un météorite du poids de plus de six kilogrammes et complètement encroûté, qui serait tombé dans une forêt, où il aurait abattu, à 2,25 mètres au-dessus du sol, un sapin de vingt-six centimètres de circonférence. Le second météorite aurait été brisé en fragments. M. Florimond en a déterminé la densité = 5,78.

Les habitants de Beauvechain partagèrent entre eux les fragments du météorite du 7 décembre. Néanmoins, M. L. Saemann parvint à acquérir sur place le plus grand de ces fragments, du poids de 1,500 grammes, exhibé plus tard par M. le professeur Daubrée à l'Académie de Paris (séance du 4 janvier 1864), et acheté pour la collection du Muséum d'histoire naturelle. M. Saemann a acquis, en outre, un certain nombre de fragments pesant ensemble 1,500 grammes. D'après les comptes rendus de la séance du 4 janvier 1864 de l'Académie des sciences de Paris, le météorite aurait frappé un arbre dans sa chute et serait tombé

---

(1) XXII<sup>e</sup> livr., 24 décembre 1865.

de branche en branche sans faire d'autre dégât que d'enlever l'écorce sur son passage. M. Saemann en infère avec raison qu'il ne peut être arrivé à terre avec une vitesse planétaire, ni même avec celle d'un boulet de canon (1,400 pieds par seconde), ou celle du son (1,015 pieds par seconde). Une vitesse de 1,000 pieds par seconde représenterait la vitesse finale d'un corps tombant d'une hauteur de 15,585 pieds pour la 52,26<sup>me</sup> seconde de son mouvement descendant. Une vitesse de 800 pieds correspondrait à une hauteur de 8,566 pieds et à la vitesse finale de la 25,81<sup>me</sup> seconde. Ces valeurs, quoique énoncées en décimales, ne sauraient passer que pour des approximations. Elles n'en concourent pas moins à prouver que la résistance de l'atmosphère a dû annuler entièrement la vitesse cosmique de l'aérolithe.

La formation de la croûte appartient à l'orbite *cosmique* du météorite, non pas à son orbite *tellurique*, accompagnée de phénomènes acoustiques résultant de l'irruption subite de l'air ambiant dans un espace vide, et auxquels le nom de *détonation* convient mieux que celui, assez généralement usité, d'*explosion*.

La masse du météorite de Beauvechain est telle que l'a caractérisée M. Daubrée, de même que dans la plupart des autres météorites connus, un mélange de silicates dans lequel sont disséminés des grains minimes de fer sulfuré et de fer nickélifère. Elle se range, par le ton de ses teintes, dans le second groupe de M. Reichenbach, et par sa structure tufoïde à granules isolés, ronds ou anguleux, parmi les « météorites-chondrites » de M. le professeur G. Rose. L'échantillon donné au Musée impérial par M. Van Beneden montre une masse empâtée de fer sulfuré (troïlite de Haidinger) d'un quart de ponce en long et autant en large.



Des plans spéculaires, d'une certaine étendue, existant à côté de la cassure imparfaitement conchoïde, semblent indiquer ou un clivage ou une agrégation régulière.

Grâce à l'attention particulière que, depuis quelques années, on accorde aux phénomènes dont nous nous occupons ici, les collections de masses météoriques ont pris un développement vraiment inattendu. Au commencement de 1859, celle du Musée impérial comptait des échantillons recueillis dans cent trente-sept localités; le 30 mai 1865, elle en comptait près de deux cents, et, en ce moment, ce dernier chiffre est déjà dépassé.

La collection du Musée britannique, confiée aux soins éclairés de M. Maskelyne, comptait soixante et quinze localités en 1859; le 12 décembre 1865, elle en comptait deux cent dix-neuf. Celle de l'Université de Berlin, dirigée par M. le professeur Rose, possédait, selon l'inventaire dressé le 9 avril de l'année passée, cent cinquante-trois échantillons; celle de l'Université de Göttingue, formée par les soins de M. le professeur Wöhler, possédait, le 1<sup>er</sup> janvier 1864, pas moins de cent trente-sept localités, parmi lesquelles se trouve celle de Tirlemont, chute du 7 décembre 1865. Le catalogue du Muséum d'histoire naturelle de Paris, récemment publié par M. Daubrée, qui donne des soins particuliers à cette spécialité tant soit peu négligée dans ces dernières années, énumère quatre-vingt-six localités.

Parmi les collections particulières, les plus riches sont celles de M. Shepard (cent quarante-deux localités, d'après le dénombrement du 29 juin 1860, cent cinquante et une, d'après M. Buchner, dans sa publication sur les collections de météorites), de M. R. P. Greg (cent quatre-vingt-onze localités) et de M. le baron de Reichenbach (cent soixante

et seize). Les chiffres doivent s'être notablement augmentés dans les derniers temps.

Les astronomes et les observateurs ne sont pas restés en arrière des minéralogistes, des géologues et des collectionneurs. MM. Quetelet, sir John et Alexandre Herschel, Heis, Jules Schmidt, H.-A. Newton, Secchi, Bianconi, Neumayer, Poey, B.-V. Marsh, Pohit, Coulvier-Gravier, Lyman, Évans, Lawrence Smith, Grey, M<sup>me</sup> Scarpellini, sans compter le défunt Herrick et un grand nombre de collaborateurs, ont donné une impulsion toute nouvelle à l'étude des météores ignés, dans l'intérêt de laquelle l'*Association britannique* a constitué un comité spécial. M. Quetelet, au moyen de ses rapports insérés dans les publications de l'Académie royale de Belgique, contribue essentiellement aux progrès de ces importantes études, en tenant le monde scientifique au courant de leurs résultats.

Il ne me reste plus qu'à faire une observation concernant un passage du dernier de ces rapports, que M. le baron de Hügel a bien voulu me faire parvenir, en même temps que l'échantillon du météorite de Beauvechain.

M. le directeur Heiss, qui a joint, pendant de longues années, ses travaux à ceux de M. Jules Schmidt, avait mentionné que, dès 1849, il avait énoncé, dans son ouvrage sur les étoiles tombantes périodiques, l'hypothèse d'après laquelle un grand nombre d'étoiles filantes seraient composées de substances à l'état *pulvérulent* (1).

Le fait est incontestable, puisque, à la page 59 de cet ouvrage, le savant auteur parle expressément de « fer pulvérulent, de nuages météoriques, de soufre pulvéru-

---

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2<sup>e</sup> série, n<sup>o</sup> XVI, p. 7.

lent, etc. , » et certainement l'éclaircissement d'un grand nombre de faits importants devient plus facile dès qu'on suppose des corps ou des groupes de corps pulvérulents animés d'un mouvement commun à travers les espaces cosmiques. Néanmoins, ces assertions ne sauraient être considérées comme étant la base unique des vues énoncées par M. Alexandre Herschel, qui, seules, nous conduisent à concevoir une *relation intime et nécessaire* entre les trois formes fondamentales des météores ignés : les étoiles filantes proprement dites, les bolides et les météores à noyau solide, qui se terminent par la chute de substances lithoïdes ou métalliques.

---

*Notice sur le PALAEDAPHUS INSIGNIS*; par MM. P.-J. Van Beneden et L. De Koninck, membres de l'Académie.

Les poissons appartiennent déjà aux premières époques de l'histoire du globe, et si nous ne trouvons pas parmi les vertébrés de ces époques ces formes célèbres connues sous les noms de *Labyrinthodon*, de *Plesiaures* ou de *Mastodontes*, leur histoire, pour être plus ignorée, n'en offre pas moins un très-haut intérêt scientifique. Les poissons ont continué paisiblement leur existence à travers toutes les époques géologiques, et à chaque période ils ont affecté une forme et un cachet particulier. Nous voyons les *Ganoïdes* régner d'abord en maîtres jusqu'à la fin de l'époque jurassique, puis les *Placoïdes* jusqu'à l'époque crétacée, et enfin nous voyons paraître les *Teleostei*.

Des découvertes importantes de reptiles, de batraciens

et de poissons ont été faites, dans ces derniers temps, dans le terrain carbonifère. Parmi les reptiles et les batraciens, nous pouvons citer l'*Eosaurus acadianus* de M. O. C. Marsh, trouvé à la Nouvelle-Écosse (1), les *Archegosaurus* de Saarbruck (2), qui coassaient probablement entre les palmiers de cette époque comme le font les grenouilles au milieu de nos joncs; les *Dendrerpeton* de Sir Ch. Lyell et J. W. Dawson (3) et les *Hylonomus* de ce dernier (4). Parmi les poissons, nous citerons le gigantesque *Edestes vorax*, dont le fragment connu est un piquant (Owen) ou un fragment maxillaire (Leidy) (5) et le *Xenacanthus Decheni*, Beyrich, de Rüpersdorf (Bohême), si remarquable par ses rayons comprimés et garnis d'épines des deux côtés, qu'il portait probablement derrière la tête.

Ainsi on connaît déjà quelques animaux vertébrés du terrain carbonifère, mais en général on n'a pu se faire une idée de la forme du corps des poissons cartilagineux que par les seuls piquants que l'on en possède. C'est donc

(1) *Descript. of the remains of a new Eualiosaurian (EOSAURUS ACADIANUS) from the coal formation of Nova Scotia.* AMERIC. JOURNAL OF SCIENCE AND ARTS, vol. XXXIV, July 1862.

(2) Goldfuss, *Leonh. und Bronn*, NEUES JAHRB., 1847, p. 400, et *Beitr. zur vorweltlich. Fauna des Steinkohlengebirges.* Bonn, 1847, in-4°. — Burmeister, *Die Labyrinthodonten aus dem Saarbrücker Steinkohlengebirge.* Berlin, 1850. — H. v. Meyer, *Leonh. und Bronn*, NEUES JAHRB., 1853, p. 68; 1859, p. 242, et *Mémoires de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, t. II, 5<sup>me</sup> livraison.

(3) Sir Ch. Lyell and Dawson, *On the remains of a reptile (DENDRERPETON ACADIANUM)... in the coal measures of Nova Scotia.* QUART. JOURN. GEOL. SOC., vol. IX.

(4) *Proceedings of the Geolog. Soc. of London*, 1839.

(5) Jos. Leidy, m. d., *Description of some remains of fishes from the carboniferous and devon. formations, of the Unit. St.* JOURN. OF THE ACAD. OF NAT. SOC. OF PHILADELPHIA, 2 ser., vol. III, 1836.

une découverte fort intéressante à signaler qu'une tête presque entière d'un de ces poissons, qui permet de se faire une idée complète de la forme de l'animal.

Il y a quelques années, un fragment de tête d'un grand poisson a été découvert dans le calcaire paléozoïque des bords de la Meuse, par M. d'Otreppe de Bouvette, président de l'Institut archéologique de la province de Liège; il nous a été confié par l'intermédiaire de notre honorable collègue M. le baron de Selys-Longchamps, afin de l'examiner et de le décrire.

Plusieurs circonstances, qu'il est inutile de faire connaître, nous ont fait retarder jusqu'à présent la publication de cette notice.

Cette tête a été moulée en plâtre par les soins de l'un de nous, et un exemplaire en a été communiqué à notre ami Paul Gervais, sous le nom de *Palaedaphus insignis*, Van Beneden et de Koninck. Le savant membre de l'Institut a profité de notre offre pour le faire figurer dans sa *Zoologie et paléontologie françaises*, pl. 77, fig. 17.

Depuis cette époque, l'un de nous, M. De Koninck, est parvenu à dégager davantage le fossile de la roche qui l'enveloppait en partie et à faire mieux ressortir ses caractères : c'est ce qui expliquera la différence entre les figures qui accompagnent cette notice et celle qui a été publiée par M. Gervais (1).

Notre *Palaedaphus* appartient sans contestation à l'ordre des PLAGIOSTOMES et au sous-ordre des SQUALIDIENS.

Il n'est pas aussi aisé d'indiquer avec certitude la famille naturelle dans laquelle il doit être rangé.

(1) P. Gervais, *Zoologie et paléontologie françaises*, pl. LXXVII, fig. 17.

Quoique par la forme du museau, il se rapproche des SQUATINIDES, il est néanmoins probable qu'il appartient AUX CESTRACIONTES.

Cette opinion est basée sur la forme de la charpente osseuse de la mâchoire supérieure, qui paraît bien plus propre à recevoir quelques rangées de dents aplaties qu'à porter des séries plus ou moins nombreuses de dents coniques ou tranchantes.

En effet, le maxillaire supérieur est composé de deux parties osseuses assez allongées, mais dont la partie postérieure ayant été brisée, nous est inconnue. Ces os sont légèrement arqués en sens inverse; leurs bords sont subparallèles et leur largeur est d'environ sept centimètres; ils sont terminés en avant par un prolongement anguleux, et réunis par une suture médiane, qui se transforme postérieurement en une gouttière assez large; l'angle antérieur de tous ces os est d'environ  $45^{\circ}$ ; chacune de leurs surfaces buccales est chargée de quatre tubercules allongés subparallèles entre eux, et parallèles en même temps à la suture médiane; la base de ces tubercules est d'un et demi-centimètre à peu près de diamètre, et ils sont plus saillants en avant qu'en arrière, où ils s'effacent insensiblement; ils laissent entre eux des sillons assez profonds ayant deux à deux centimètres et demi de large.

La partie postérieure des deux os réunis est fortement évasée et laisse supposer une cavité buccale très-considérable.

La forme de ces os et la place qu'ils occupent pourraient fort bien, au premier aspect, les faire confondre avec des dents; mais en les étudiant avec un peu de soin, on parvient facilement à éviter cette erreur.

Il serait étrange toutefois de rencontrer chez un plagios-

tome une dent unique de chaque côté de la bouche, ayant plus de vingt centimètres de long sur sept centimètres de large. Néanmoins, comme cette disposition ne serait pas absolument impossible, c'est sur d'autres considérations que nous fondons notre opinion. Celles-ci se portent sur la nature même des organes observés et sur leur structure intime. En examinant à la loupe une section de ces os, on n'y rencontre pas la moindre trace d'émail; toute leur masse est composée d'un tissu spongieux uniforme, parfaitement identique avec celui du museau auquel ils servent de base. Cette structure nous semble devoir exclure toute idée qui tendrait à les faire considérer comme des dents proprement dites; mais il paraît en même temps assez rationnel d'admettre qu'ils ont pu être recouverts d'une membrane plus ou moins épaisse dans laquelle auraient été logées des dents analogues à celles des *Psammodus*, des *Helodus* ou à celles d'un poisson d'un genre voisin de ces derniers, c'est-à-dire à racines peu développées.

Le museau lui-même, dans lequel se trouve logée la partie osseuse que nous venons de décrire, est très-déprimé, limité par des côtés en forme d'un S très-allongé, et terminé en avant par une partie courbe dont la corde a quatorze centimètres d'étendue et dont le rayon est d'environ douze centimètres. Ce museau, plus mince dans sa partie centrale que sur les côtés, a le bord antérieur très-arrondi et présente l'apparence d'avoir été produit par un prolongement de la partie supérieure, replié sur lui-même, ainsi que la forme de deux cornets joints obliquement entre eux par leur extrémité pointue.

Cette disposition fait que de chaque côté du museau il existe une ouverture ou cavité assez large, mais peu profonde, en communication directe avec un sillon latéral,

qui se prolonge de chaque côté, à huit centimètres en arrière de la limite antérieure du museau, et se trouve creusé dans l'os même qui constitue celui-ci. Ces ouvertures latérales ont probablement correspondu aux fosses nasales de l'animal. Cependant nous croyons devoir faire observer que la roche qui remplit ces ouvertures étant très-dure et très-cassante, nous n'avons pas osé la creuser très-avant, de crainte de compromettre l'échantillon unique qui nous a été confié; nous ne pouvons donc rien dire à l'égard de la terminaison interne de ces ouvertures et assurer, d'une manière positive, que leur usage ait été celui que nous supposons et qui est si bien indiqué par la place même qu'elles occupent. La lèvre inférieure du museau est déprimée, d'une largeur moyenne de trois centimètres et à bords presque parallèles. Un sillon assez profond, large d'environ un centimètre, la sépare sur toute son étendue du maxillaire supérieur, à la partie supérieure ou interne duquel elle paraît être soudée intimement.

Cette disposition nous paraît fort importante pour l'appréciation des affinités; en effet, si nous comparons sous ce rapport les SQUALIDÉS avec les RAIDÉS, nous trouvons que, dans ces derniers seuls et particulièrement dans les genres si remarquables des Céphaloptères et des Myliobates, cette même disposition se reproduit. Sous ce rapport, comme sous d'autres encore, le *Palaedaphus* est plus voisin des raies que des squales.

La surface externe de la tête est lisse, d'une apparence écailleuse et brillante, comme si elle avait été recouverte d'une peau cornée, mais la couche de matière qui lui communique ce brillant est extrêmement mince et assez dure.

De toute cette description, que nous nous sommes



efforcés de faire aussi exacte que possible, et qui sera rendue plus intelligible par l'inspection des figures ci-jointes, il ressort à l'évidence que notre *Palaedaphus* ne ressemble en rien aux espèces de PLAGIOSTOMES actuellement connues, et qu'il ne présente aucun des caractères des divers genres qui ont été groupés dans cet ordre.

Quoique la localité dans laquelle le *Palaedaphus* a été découvert ne nous soit pas exactement connue, nous n'hésitons pas à croire qu'il provient du calcaire carbonifère, identique à celui de Dinant et de Tournay, qui est si avantageusement exploité, dans un grand nombre d'endroits, sur les bords de la Meuse.

La nature de la roche, l'impression d'un article de *Poteriocrinus* que nous y avons observée, ainsi que la fréquence beaucoup plus grande des *Cestraciontes* dans ce terrain, sont les principaux motifs qui ont servi à nous convaincre de l'exactitude de cette détermination. C'est dans un calcaire de la même époque que M. Wincqx, sénateur et maître de carrières, a découvert dernièrement un échantillon d'un *Ichthyodorulite* qui n'a pas moins de quarante centimètres de longueur.

En général, on ne connaît les poissons des terrains anciens que par les seuls débris qui se conservent, les dents et les piquants, et nous considérons comme une circonstance fort heureuse, ainsi que nous l'avons dit plus haut, de pouvoir signaler ici la forme véritable d'un de ces animaux.

Si nous considérons la disposition des dents et des mâchoires pour l'établissement des affinités des palaedaphes, nous voyons ces curieux poissons se rapprocher, d'un côté, des *Chimérides*, de l'autre des *Cestraciontes* et des *Squatinides*.

La forme de la tête les rapproche des derniers, qui sont vraiment des formes transitoires des squales aux raies, tandis que les dents en vastes plaques en font plutôt des chimères ou des cestraciontes. D'un autre côté, la peau, qui semble avoir été lisse et unie, les rapproche plus des chimères ou des raies en général de l'époque actuelle.

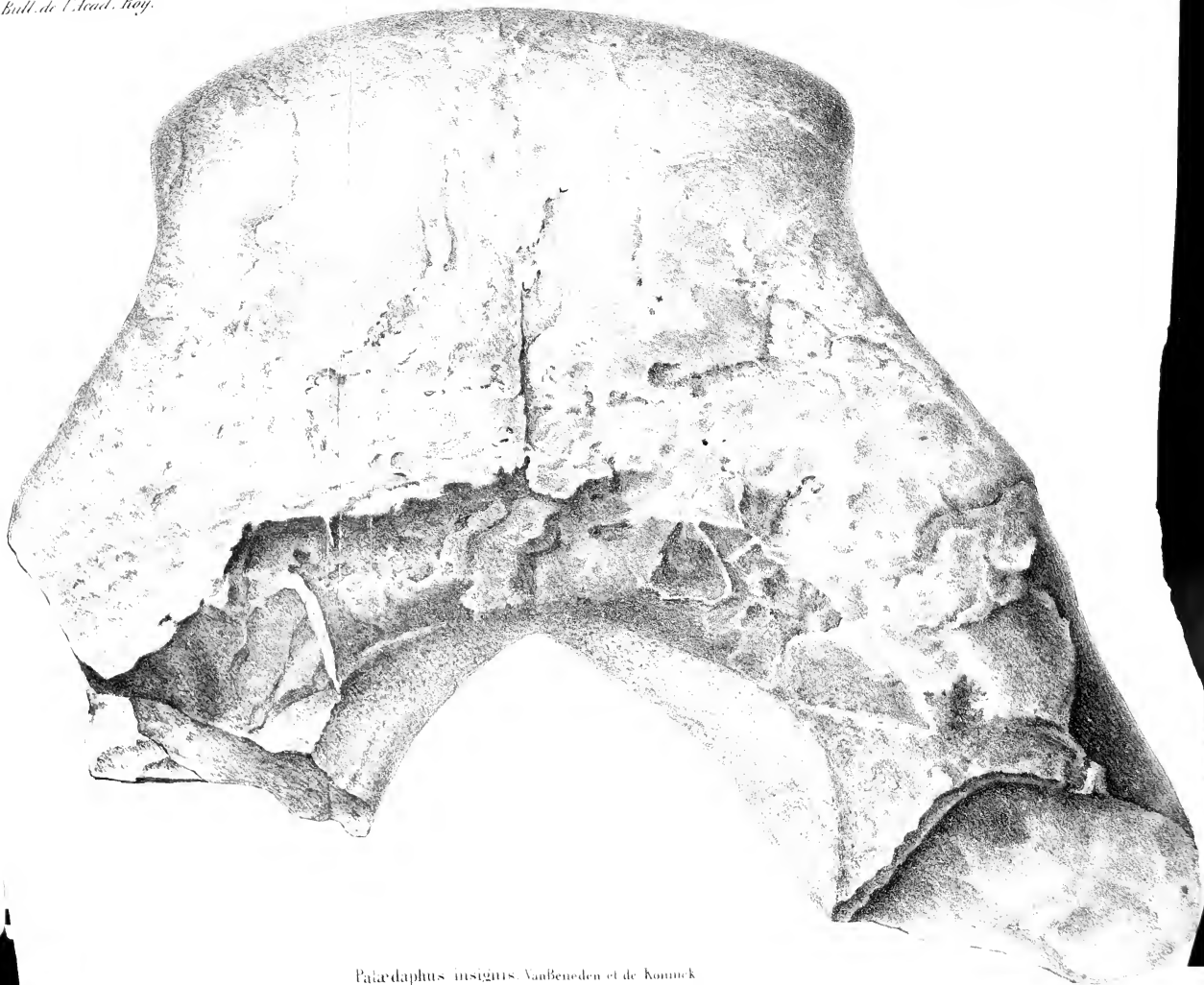
Nous ne trouvons malheureusement pas de traces d'yeux pour nous assurer si, sous ce rapport, ils se rapprochent plus des squatinides que des cestraciontes; s'il est vrai que les narines s'ouvrent en dehors du crâne à chaque angle, ce qui n'est guère douteux, nous trouvons là une disposition qui éloigne notablement les *Palaedaphus* de tous les genres connus.

Nous pouvons résumer ainsi les caractères du genre *Palaedaphus* :

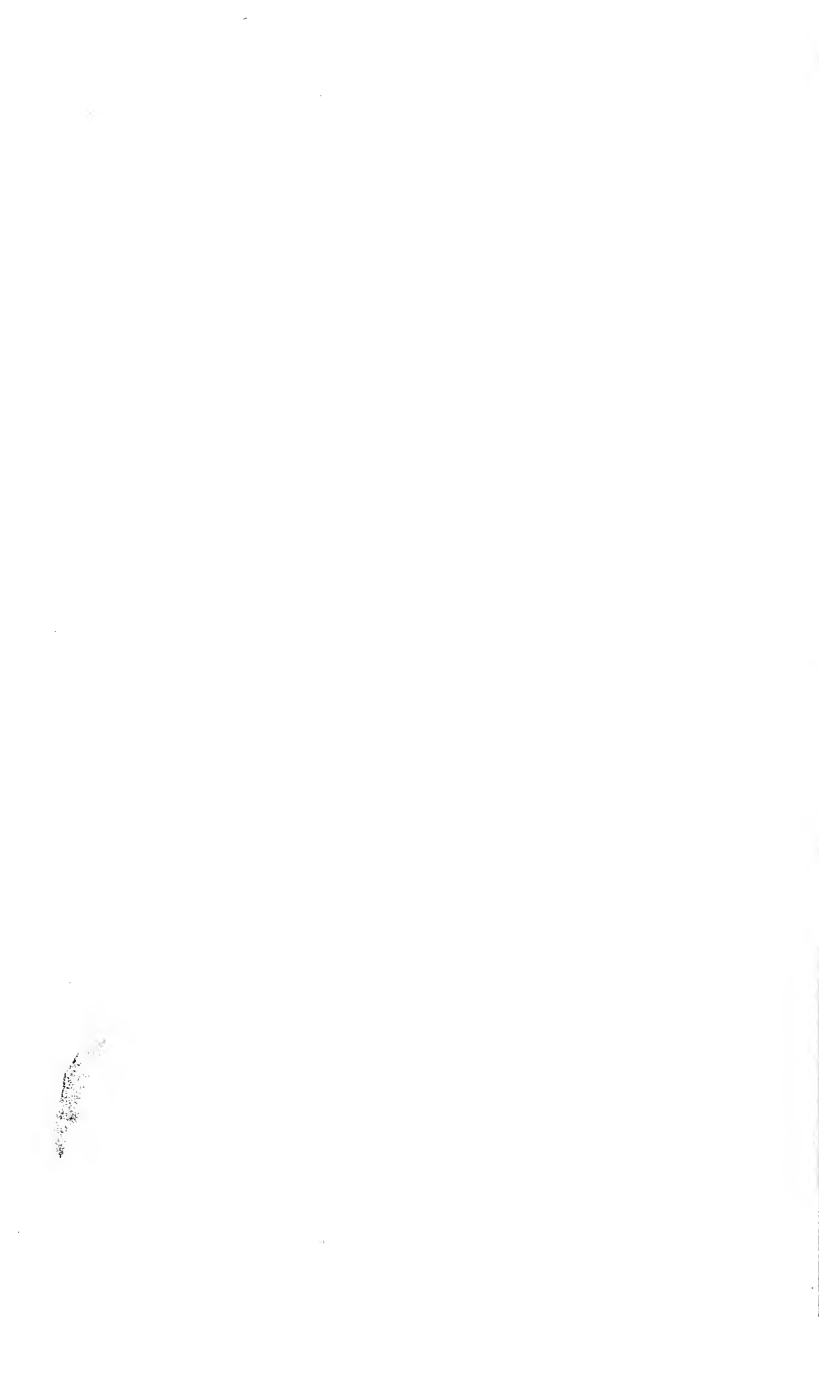
La forme du corps est celle des squalides en général, et en particulier celle des squatinides qui survivent encore actuellement; les dents sont plutôt celles des *Chimérides*, par leur disposition en plaque continue, tandis que les maxillaires qui les portent sont avant tout des maxillaires de véritables plagiostomes.

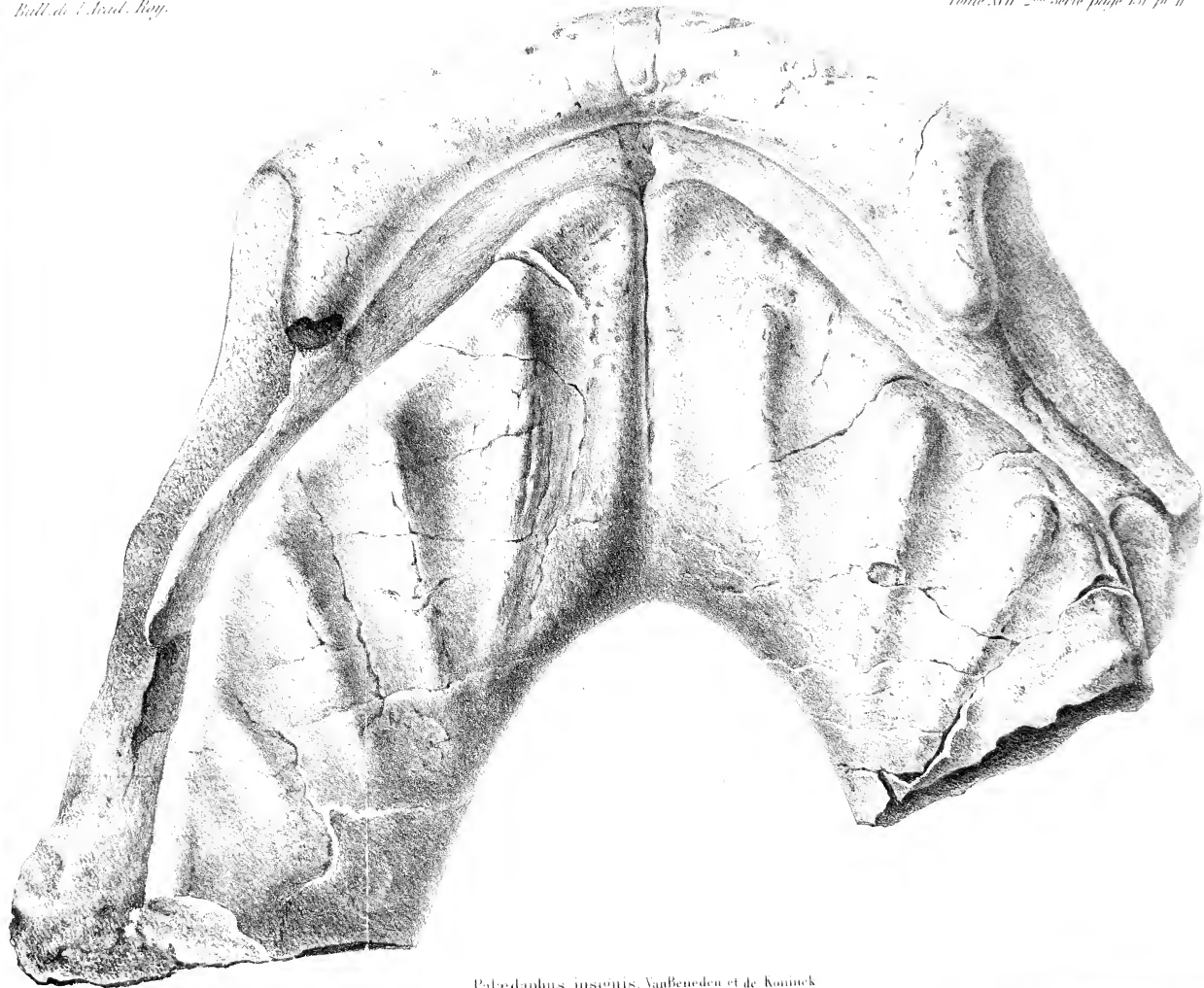
Il est probable que les ichthyodorulites que l'on a trouvés dans le même terrain leur appartiennent, ce qui les rapprocherait par un caractère de plus de la famille des chimérides.

Ainsi il n'est pas douteux qu'à l'époque où vivaient ces nombreux mollusques et polypes, à l'étude desquels l'un de nous a consacré plusieurs années de recherches, de vrais reptiles à respiration aérienne foulaient le sol, en même temps que des poissons ganoides de la forme des poissons osseux, et des placoides de la forme des squales, remplissaient la mer. A côté de ces reptiles vivaient même



*Palædaptus insignis* VanBeneden et de Koninck





*Palædaphus insignis*. VanBeneden et de Koninck



déjà des mollusques pulmonés terrestres, et sans doute aussi des mollusques fluviatiles.

---

EXPLICATION DES PLANCHES.

---

*Planche I.* — Échantillon de *Palæodaphnia insignis*, de grandeur naturelle, vu en dessus.

*Planche II.* — Le même, vu en dessous.

*Nota.* — Ce fossile a été généreusement offert par M. d'Otreppe, au musée de l'université de Liège.

---

*Sur la distribution des sources minérales en Belgique;*  
par G. Dewalque, membre de l'Académie.

Dans une excursion où j'eus l'honneur d'accompagner M. Ch. Sainte-Claire-Deville aux environs de Liège, ce savant géologue me fit remarquer que la source thermale de Chaudfontaine et les *pouhons*, ou eaux acidules ferrugineuses de Spa et de Malmédy, se trouvaient alignées sur la même droite, ce qui semblait indiquer une ligne de dislocation. Ayant depuis lors examiné ce sujet de plus près, je crois opportun de faire connaître quelques faits qui ne sont pas sans intérêt pour la connaissance de notre pays et pour les recherches que l'on peut entreprendre en différents points. Je donne ci-dessous un petit tableau indiquant la direction et la longueur de lignes menées d'une source à une autre, en distinguant par des caractères italiques les directions comprenant plusieurs sources. J'ai pris ces directions sur la carte au  $1/20000$  publiée par

M. Vander Maelen, en comptant les degrés du nord au sud par l'est :

Chaufontaine - Sauvenière (Spa) . . . . .	121° — 21 kil.
Sauvenière - Malmédy (Prusse) . . . . .	124 — 12
<i>Chaufontaine - Malmédy.</i> . . . . .	122 — 55
Géronstère (Spa) - Blanchimont . . . . .	121 — 8
Harre - Rahier. . . . .	119 — 4
Rahier - Hourt. . . . .	124 — 16
<i>Harre - Hourt.</i> . . . . .	125 — 20

La ligne Chaufontaine-Sauvenière passe à 800 mètres environ au sud de la source de Wisselez, près Theux, insignifiante, et que je ne connais pas personnellement. J'avais pensé à y rattacher la source sulfureuse de Grivegnée (Grivegnée-Chaufontaine = 142° — 4 kil.); mais je la considère comme une eau d'*arène*, c'est-à-dire comme provenant d'une ancienne galerie d'exhaure d'une houillère voisine.

Plusieurs sources ne sont pas mentionnées dans ce tableau : pour les unes, je n'ai pas encore eu l'occasion de relever leur position exacte; d'autres paraissent isolées sur une ligne de dislocation hypothétique, ou bien se rattachent à un système d'accidents stratigraphiques différents. C'est assez dire que je n'entends pas assigner à toutes nos sources minérales une disposition unique, mais simplement attirer l'attention sur un ordre spécial de considérations et indiquer le cas qui m'a paru le plus net et le plus fréquent.

La direction moyenne des alignements rapportés ci-dessus est d'un peu plus de 122°; on la retrouve dans plusieurs cours d'eau de la même région. Je ne puis m'empêcher de faire remarquer que cette valeur ne diffère que de 1° en moins de celle du système du Thüringerwald et



du Morvan, rapportée à notre pays. Ce n'est pas, d'ailleurs, la première fois que l'on indique dans cette région des traces de ce système de soulèvements. Dans un intéressant *Mémoire sur la direction et la grandeur des soulèvements qui ont affecté le sol de la Belgique* (1), un de nos confrères, M. Houzeau, partant de simples données hypsométriques, a montré l'existence d'une ride, partant du Palatinat, passant par les sommités de la Hardt, de l'Idarwald, et traversant l'Eifel obliquement pour venir se terminer aux Hautes-Fanges, au voisinage de Spa. Cette arête, dont l'exhaussement est d'environ 200 mètres, a pour direction calculée  $126^{\circ}2'$ , concordant, à 5 degrés près, avec celle du système du Thüringerwald transporté en Belgique.

—

*Sur quelques propriétés générales des polygones réguliers ;*  
par M. G. Vander Mensbrugge, répétiteur à l'École du génie civil à Gand.

On sait que la somme algébrique des projections des côtés d'un polygone fermé sur une droite menée à volonté est toujours égale à zéro; je me suis proposé de chercher les sommes des carrés, des cubes, et, en général, des puissances quelconques, entières et positives, de ces projections, mais en supposant que le polygone soit régulier et que l'axe de projection soit situé dans le plan de ce

---

(1) *Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers de l'Académie de Belgique*, t. XXIX; 1854.

même polygone : les résultats auxquels j'ai été conduit présentent peut-être quelque intérêt, à cause de leur grande symétrie et de la loi très-simple à laquelle ils se trouvent soumis; c'est pourquoi, bien que je ne sois pas sûr\* que ces résultats n'aient déjà été publiés, je me suis décidé à en faire l'objet d'une communication à l'Académie.

Soient  $n$  le nombre des côtés du polygone régulier,  $a$  leur valeur commune,  $\alpha$  le supplément de l'angle de deux de ces côtés et  $x$  l'angle que fait un côté quelconque avec l'axe de projection situé d'une manière arbitraire dans le plan du polygone; les autres côtés formeront évidemment avec ce même axe des angles respectivement égaux à  $x + \alpha$ ,  $x + 2\alpha$ ,  $x + 3\alpha$ , .....  $x + (n - 1)\alpha$  ou  $x + 2\pi - \alpha$ , et les projections des  $n$  côtés seront :

$$a \cos x, a \cos (x + \alpha), a \cos (x + 2\alpha) \dots, a \cos [x + 2\pi - \alpha];$$

or, la somme de ces projections que je représenterai par  $S_1$ , sera, comme on sait,

$$S_1 = a \sum_x^{x+2\pi} \cos x = 0.$$

Il s'agit maintenant de trouver la somme  $S_2$  des carrés de ces mêmes quantités. A cet effet, remarquons que l'on a :

$$\cos^2 x = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2x;$$

d'où l'on tire :

$$\begin{aligned} S_2 &= a^2 (\cos^2 x + \cos^2 (x + \alpha) + \dots + \cos^2 [x + (n - 1)\alpha]) \\ &= a^2 \left( \frac{n}{2} + \frac{1}{2} \sum_x^{x+2\pi} \cos 2x \right); \end{aligned}$$

or, le calcul des différences fait voir que

$$\sum_x^{x+2\pi} \cos 2x$$

est nul; donc

$$S_2 = \frac{na^2}{2},$$

formule qui est l'expression de ce théorème très-général :

*La somme des carrés des projections des n côtés d'un polygone régulier sur un axe quelconque situé dans son plan est constante et égale au demi-produit du nombre des côtés par le carré de l'un d'eux.*

Pour obtenir la somme  $S_3$  des cubes de nos projections, rappelons que l'on a

$$\cos^3 x = \frac{3}{4} \cos x + \frac{1}{4} \cos 3x,$$

et conséquemment aussi :

$$S_3 = a^3 \sum_x^{x+2\pi} \cos^3 x = a^3 \left( \frac{3}{4} \sum_x^{x+2\pi} \cos x + \frac{1}{4} \sum_x^{x+2\pi} \cos 3x \right);$$

mais ces dernières sommes sont toutes deux nulles; donc

$$S_3 = 0,$$

c'est-à-dire que *la somme des cubes des projections des côtés d'un polygone régulier est égale à zéro.*

De même, pour la somme  $S_4$  des quatrièmes puissances, on aura successivement

$$\cos^4 x = \frac{5}{8} \cos^2 x + \frac{1}{8} (\cos 4x + \cos 2x).$$

$$S_k = a^k \sum_x^{x+2\pi} \cos^4 x = \frac{5a^4}{4} \sum_x^{x+2\pi} \cos^2 x \\ + \frac{a^4}{8} \sum_x^{x+2\pi} (\cos 2x + \cos 4x);$$

remplaçant la première somme par sa valeur  $\frac{n}{2}$ , et observant que la seconde est nulle, on obtient

$$S_k = \frac{5na^4}{8}.$$

Par des calculs analogues, on pourrait chercher directement les sommes des puissances cinquièmes, sixièmes, etc.; mais cette méthode est bien longue, et, de plus, elle ferait connaître difficilement la loi que suivent les différentes sommes. Pour découvrir cette loi, recourons à la formule qui donne le développement de  $\cos^m x$ ,  $m$  étant entier et positif, en fonction des cosinus des multiples de l'arc  $x$ ; cette formule, démontrée dans les traités de calcul différentiel (1), est la suivante :

$$\cos^m x = \frac{1}{2^m} (\cos mx + m \cos (m^2 - 2)x \\ + \frac{m(m-1)}{1 \cdot 2} \cos (m-4)x + \dots + \cos(-mx)) \dots (*)$$

Distinguons le cas où le nombre  $m$  est impair de celui où il est pair :

1° Si  $m$  est impair, chaque terme du développement se trouve répété deux fois, et, par conséquent, nous pouvons

---

(\*) Voir, par exemple, le *Traité* de M. Timmermans, chap. II, n° 65.

écrire dans ce cas

$$\begin{aligned} \cos^m x &= \frac{1}{2^{m-1}} \left( \cos mx + m \cos (m-2)x + \frac{m(m-1)}{1 \cdot 2} \cos (m-4)x + \dots \right. \\ &\quad \left. + \frac{m(m-1)\dots(m-\frac{m-1}{2}+1)}{1 \cdot 2 \dots \frac{m-1}{2}} \cos x \right) \\ &= \frac{1}{2^{m-1}} \left( \cos mx + m \cos (m-2)x + \dots + \frac{m(m-1)\dots\frac{(m+5)}{2}}{1 \cdot 2 \dots \frac{m-1}{2}} \cos x \right); \end{aligned}$$

le second membre est donc une fonction des cosinus de multiples de l'arc  $x$ , sans aucun terme indépendant de cette variable. D'un autre côté, on a toujours

$$\sum_x^{x+2\pi} \cos px = 0,$$

$p$  étant un nombre entier quelconque. Par conséquent, on obtient

$$S_m = a^m \sum_x^{x+2\pi} \cos^m x = \frac{a^m}{2^{m-1}} \left( \sum_x^{x+2\pi} \cos mx + \dots \right) = 0,$$

c'est-à-dire qu'en général,

*La somme des puissances impaires des projections des côtés d'un polygone régulier sur un axe quelconque situé dans le même plan est toujours nulle.*

2° Quand  $m$  est pair, chaque terme du second membre de l'équation [1] est répété deux fois, excepté un seul, le terme moyen, dont le rang est  $\frac{m}{2} + 1$ ; dès lors cette

équation donne

$$\cos^m x = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2^{m-1}} \left[ \cos mx + m \cos (m-2)x + \dots \right. \\ \left. + \frac{m(m-1) \dots \left[ m - \left( \frac{m}{2} - 1 \right) + 1 \right]}{1 \cdot 2 \dots \left( \frac{m}{2} - 1 \right)} \cos 2x \right] \\ + \frac{1}{2^m} \cdot \frac{m(m-1) \dots \left( m - \frac{m}{2} + 1 \right)}{1 \cdot 2 \dots \frac{m}{2}} \end{array} \right.$$

ou bien

$$\cos^m x = \frac{1}{2^{m-1}} \left[ \cos mx + m \cos (m-2)x + \dots \right. \\ \left. + \frac{m(m-1) \dots \left( \frac{m+4}{2} \right)}{1 \cdot 2 \dots \left( \frac{m}{2} - 1 \right)} \cos 2x \right] + \frac{1}{2^m} \cdot \frac{m(m-1) \dots \left( \frac{m}{2} + 1 \right)}{1 \cdot 2 \dots \frac{m}{2}}$$

Cela posé, pour connaître la somme des puissances paires de nos projections, remarquons, comme ci-dessus, que si  $p$  est entier, la somme

$$\sum_x^{r+2\tau} \cos px$$

est égale à zéro; conséquemment, pour  $m$  pair, on aura

$$S_m = \frac{na^m}{2^m} \cdot \frac{m(m-1) \dots \left( \frac{m}{2} + 1 \right)}{1 \cdot 2 \dots \frac{m}{2}} = \frac{na^m}{2^m} \left[ m C \frac{m}{2} \right].$$

Cette expression est remarquable en ce qu'elle montre que la somme des puissances paires de toutes les projections est entièrement indépendante de la direction de l'axe de projection; de plus, nous voyons se manifester très-clairement la loi qui régit les sommes successives  $S_2, S_4, \dots S_m$ . Mais la formule peut encore se mettre sous une forme plus simple : en effet, cherchons comment la somme  $S_m$  est liée à celle qui la précède,  $S_{m-2}$ ; pour avoir celle-ci, nous n'avons évidemment qu'à remplacer  $m$  par  $m - 2$  dans la valeur de  $S_m$ ; nous obtenons ainsi

$$S_{m-2} = \frac{na^{m-2}}{2^{m-2}} \cdot \frac{(m-2)(m-4)\dots\frac{m}{2}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots \left(\frac{m-1}{2}\right)};$$

si nous divisons maintenant  $S_m$  par  $S_{m-2}$ , il vient

$$\frac{S_m}{S_{m-2}} = a^2 \cdot \frac{m-1}{m},$$

d'où

$$S_m = a^2 \cdot \frac{m-1}{m} \cdot S_{m-2}.$$

Faisons  $m$  successivement égal à 2, 4, 6 ....  $m$ ; nous aurons

$$S_2 = \frac{1}{2} \cdot na^2$$

$$S_4 = \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} na^4,$$

$$S_6 = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} na^6$$

$$S_8 = \frac{1 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} na^8$$

$$\vdots$$

$$S_m = \frac{1 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 7 \dots (m-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \dots m} \cdot na^m,$$

d'où il suit qu'en général,

*La somme des puissances paires m des projections des côtés d'un polygone régulier sur un axe quelconque situé dans son plan, est égale au rapport de la série des nombres impairs jusques et y compris m — 1, à la série des nombres pairs jusques et y compris m, multiplié par le nombre des côtés et par la puissance m<sup>ième</sup> de l'un d'eux.*

Dans tout ce qui précède, il n'a été question que de projections orthogonales; s'il s'agit de projections obliques, il suffit d'écrire partout  $\frac{a}{\sin \lambda}$  au lieu de  $a$ ,  $\lambda$  étant l'angle que forment les lignes projetantes avec l'axe de projection; sauf cette restriction, tous les résultats trouvés plus haut restent encore vrais.

Je ferai remarquer encore que je n'ai parlé jusqu'ici que des polygones réguliers *convexes*; néanmoins les deux théorèmes généraux, et même la marche de leur démonstration, s'appliquent aussi aux polygones réguliers *étoilés*, pourvu, bien entendu, que l'on donne à  $a$ ,  $\alpha$  les valeurs qui conviennent à ces polygones, et que l'on prenne les sommes  $\Sigma$  entre les limites assignées par la nature de chacun d'eux. Ainsi, par exemple, dans le décagone régulier *étoilé*,  $a$  vaut le côté du décagone régulier convexe augmenté du rayon R du cercle circonscrit,

$$\alpha = \frac{6\pi}{10} = \frac{5\pi}{5},$$



et les limites des sommes  $\Sigma$  sont  $x$  et  $x + 6\pi$ . Pour le dodécagone étoilé,

$$a = 2R \sin \frac{5\pi}{12} = 1,9518 R, \quad x = \frac{10\pi}{12} = \frac{5\pi}{6},$$

et les limites des sommes  $\Sigma$  sont  $x$  et  $x + 10\pi$ .

Pour terminer cette note, je vais signaler quelques formules d'analyse qui découlent immédiatement de ce qui précède.

Nous avons trouvé plus haut que

$$\Sigma_x^{x+2\pi} \cos^2 x = \frac{n}{2},$$

$n$  étant égal à  $\frac{2\pi}{\alpha}$ ; or on a de même

$$\Sigma_x^{x+2\pi} \sin^2 x = \Sigma_x^{x+2\pi} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2x \right) = \frac{n}{2},$$

et si dans ces sommes on fait  $x = \alpha$ , on a les deux séries très-élégantes

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 2\alpha + \cos^2 3\alpha + \dots + \cos^2 n\alpha = \frac{n}{2},$$

$$\sin^2 \alpha + \sin^2 2\alpha + \sin^2 3\alpha + \dots + \sin^2 n\alpha = \frac{n}{2};$$

on suppose toujours, du reste, que  $n$  soit entier et que  $n\alpha = 2\pi$ .

Si nous nous reportons aux deux théorèmes généraux, nous en tirons aussitôt

$$\Sigma_x^{x+2\pi} \cos^m x = 0,$$

quand  $m$  est impair, et

$$\int_x^{x+2\pi} \cos^m x = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \dots (m-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \dots m},$$

quand  $m$  est pair.

Comme ces équations sont toujours vraies, quelle que soit la différence  $\alpha$ , pourvu que l'on ait  $n\alpha = 2\pi$ , on doit avoir également les deux intégrales

$$\int_x^{x+2\pi} \cos^m x \, dx = 0, \quad [m \text{ impair}],$$

$$\int_x^{x+2\pi} \cos^m x \, dx = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (m-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \dots m} \cdot 2\pi \quad [m \text{ pair}].$$

Ces résultats sont effectivement identiques avec ceux que fournissent les procédés du calcul intégral.

*Examen critique d'une méthode récemment proposée pour distinguer le maximum et le minimum dans les problèmes du calcul des variations; par M. L. Lindelöf, professeur de mathématiques à l'université de Helsingfors.*

Dans le tome XIV des *Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie royale*, qui nous est parvenu depuis quelques jours seulement, nous trouvons un *Mémoire sur le calcul des variations*, par M. Steichen, ayant pour objet d'établir les vrais caractères distinctifs entre le maximum et le minimum. Suivant l'auteur, « les tentatives faites jusqu'à ce jour pour résoudre les difficultés de ce sujet ont été peu heureuses; car le procédé de trans-

formation imaginé par Legendre, Lagrange, et perfectionné même par Jacobi, est presque toujours illusoire dans l'application et souvent peu exact. » En revanche, M. Steichen propose une méthode simple, « entièrement nouvelle, » qu'il croit infaillible et à l'abri de toute objection. Voici en quoi elle consiste.

Il s'agit de déterminer  $y$  en fonction de  $x$ , de manière à rendre maximum ou minimum l'intégrale définie

$$S = \int_a^{a'} V dx,$$

dans laquelle

$$V = f(x, y, p), \quad \text{et } p = \frac{dy}{dx}.$$

Faisons pour abrégier

$$N = \frac{dV}{dy}, \quad P = \frac{dV}{dp}.$$

On sait que la première variation de l'intégrale doit être nulle, d'où l'on déduit l'équation indéfinie

$$(1) \quad \dots \dots \dots N - \frac{dP}{dx} = 0.$$

Pour que la valeur de  $y$ , obtenue par l'intégration de cette équation différentielle, donne réellement la solution du problème, il faut, en outre, que la seconde variation

$$\delta^2 S = \int_a^{a'} dx \left( \frac{d^2 V}{dy^2} \delta y^2 + 2 \frac{d^2 V}{dy dp} \delta y \delta p + \frac{d^2 V}{dp^2} \delta p^2 \right)$$

soit constamment positive ou constamment négative, quelle

que soit la variation  $\delta y$ . Le maximum a lieu, si la variation seconde est toujours négative; le minimum, si elle est toujours positive.

L'équation (1) une fois intégrée, donne une relation entre  $x, y, p$ , à l'aide de laquelle on peut exprimer à volonté  $p$  par  $x, y$ , ou  $y$  par  $x, p$ . Soit  $N_1$  ce que devient  $N$ , quand on y remplace la dérivée  $p$  par sa valeur en  $x$  et  $y$ ; et soit  $P_1$  ce que devient  $P$ , quand on y remplace la variable  $y$  par sa valeur en  $x$  et  $p$ . On aura évidemment

$$\delta N_1 = \frac{dN_1}{dy} \delta y, \quad \delta P_1 = \frac{dP_1}{dp} \delta p.$$

On a d'ailleurs

$$\delta N = \frac{dN}{dy} \delta y + \frac{dN}{dp} \delta p, \quad \delta P = \frac{dP}{dp} \delta p + \frac{dP}{dy} \delta y.$$

Or, l'équation  $N = N_1$  étant identique, si l'on considère dans  $N$  la quantité  $p$  comme une fonction de  $y$  donnée par l'équation (1), M. Steichen en conclut qu'on doit avoir aussi  $\delta N = \delta N_1$ , et de même  $\delta P = \delta P_1$ , c'est-à-dire

$$(2) \quad \dots \dots \frac{dN}{dy} \delta y + \frac{dN}{dp} \delta p = \frac{dN_1}{dy} \delta y,$$

$$(5) \quad \dots \dots \frac{dP}{dp} \delta p + \frac{dP}{dy} \delta y = \frac{dP_1}{dp} \delta p,$$

ce qui réduirait la seconde variation à la forme simple

$$\delta^2 S = \int_a^{a'} \left( \frac{dN_1}{dy} \delta y^2 + \frac{dP_1}{dp} \delta p^2 \right) dx.$$

Pour décider si le maximum ou le minimum a réellement

lieu, on n'aurait donc qu'à examiner les signes des dérivées

$$\frac{dN_1}{dy}, \quad \frac{dP_1}{dp}.$$

Si toutes les deux étaient négatives dans l'étendue de l'intégrale, la valeur de celle-ci serait un maximum; elle serait minimum, si les deux dérivées étaient positives à la fois; tandis qu'il n'y aurait ni maximum ni minimum, si elles avaient des signes différents. Le même procédé s'étendrait facilement à des intégrales renfermant plusieurs fonctions à déterminer et à des intégrales multiples.

Cette méthode est sans doute beaucoup plus simple que toutes celles qu'on a imaginées jusqu'à ce jour pour distinguer le maximum et le minimum; malheureusement elle manque d'exactitude. M. Steichen aurait pu en être averti non-seulement par le désaccord continuel où il se trouve avec les auteurs les mieux accrédités, dès qu'il procède à l'application de sa théorie, mais encore par les conséquences qu'il en déduit.

L'erreur fondamentale de M. Steichen se trouve dans la première formule même qu'il établit, et sur laquelle repose son procédé tout entier, c'est-à-dire dans la formule  $\partial N = \partial N_1$ , ou dans l'équation (2), qui lui est équivalente. Il s'agissait de trouver ce que devient la variation

$$\partial N = \frac{dN}{dy} \partial y + \frac{dN}{dp} \partial p,$$

quand on y substitue la valeur de  $p$  tirée de l'équation (1). Évidemment on n'avait qu'à substituer cette valeur dans les coefficients

$$\frac{dN}{dy} \quad \text{et} \quad \frac{dN}{dp}.$$

Mais on n'a nullement le droit de substituer d'abord la valeur de  $p$  dans la fonction  $N$ , pour prendre ensuite la variation de la transformée  $N_1$ , comme le fait M. Steichen; car ceci reviendrait à supposer que  $p$ , considéré comme fonction de  $y$  ou de  $x$ , n'est susceptible d'autres variations que celles qui sont compatibles avec l'équation (1); cela reviendrait, en d'autres termes, à confondre les variations  $\delta y$ ,  $\delta p$  avec les différentielles  $dy$ ,  $dp$ . En effet,  $N_1$  étant ce que devient  $N$ , quand on y substitue la valeur de  $p$  exprimée par  $y$ , on a par les règles du calcul différentiel

$$\frac{dN_1}{dy} = \frac{dN}{dy} + \frac{dN}{dp} \frac{dp}{dy} .$$

Substituant cette valeur, l'équation (2) devenue

$$(4) \quad \frac{dN}{dy} \delta y + \frac{dN}{dp} \delta p = \left( \frac{dN}{dy} + \frac{dN}{dp} \frac{dp}{dy} \right) \delta y$$

se réduirait à

$$\delta p = \frac{dp}{dy} \delta y, \quad \text{ou} \quad \frac{\delta p}{\delta y} = \frac{dp}{dy},$$

et donnerait entre les variations le même rapport qui existe entre les différentielles. Ainsi, le procédé de M. Steichen exclut toute variation de  $y$  et de  $p$  par laquelle ces fonctions ne satisferaient plus à l'équation (1); de sorte que, pour vérifier si la fonction  $y$ , déterminée par la condition (1), donne réellement un maximum ou un minimum, on ne compare cette fonction à d'autres que celles qu'on déduirait de la même équation (1), en faisant varier les constantes d'intégration. C'est de cette restriction que provient la grande simplicité du procédé, mais en même temps

son insuffisance complète. De plus, si l'on considère que les constantes d'intégration doivent se déterminer par les conditions aux limites, on comprendra qu'en excluant les fonctions non comprises dans l'équation (1), on exclut en même temps toute variation et par suite tout terme de comparaison.

Si l'on avait le droit de se servir de la relation (1) pour transformer les expressions N et P avant de prendre leurs variations, on serait, par la même raison, autorisé à éliminer de ces expressions telle variable qu'on voudrait. Supposons qu'on eût éliminé  $p$  des deux fonctions N et P, qui ne contiendraient ensuite que  $x$  et  $y$ , on réduirait la variation seconde au seul terme

$$\int \frac{dN_1}{dy} \delta y^2 dx.$$

Comme ce ne serait là qu'une simple transformation, suivant les idées de M. Steichen, il suffirait d'examiner ce terme unique, et l'on devrait conclure que l'existence du maximum et du minimum dépendrait uniquement du signe de la dérivée  $\frac{dN_1}{dy}$ . Mais cette fois M. Steichen en juge autrement; car en effectuant (page 26 de son mémoire) la transformation dont il s'agit, il ne regarde plus comme suffisante la condition qu'elle donne pour l'extrême grandeur, mais il trouve nécessaire d'examiner en outre le signe de la dérivée  $\frac{dP_1}{dp}$ .

L'espèce de transformation dont il s'agit conduirait naturellement à des résultats encore plus étranges. Supposons, par exemple, qu'en intégrant deux fois de suite l'équation indéfinie (1), on soit parvenu à exprimer les valeurs de  $y$  et de  $p$  par la seule variable de  $x$ , et qu'on

les substitue en N et en P; prenant ensuite la variation, on trouverait  $\delta N = 0$ ,  $\delta P = 0$ , et par suite  $\delta^2 S = 0$ , il en résulterait que la variation seconde est toujours nulle, ce qui est absurde.

D'après les principes du calcul des variations,  $\delta y$  est une fonction arbitraire de  $x$ , dont  $\delta p$  est la dérivée. Une équation quelconque entre  $\delta y$  et  $\delta p$  serait donc une équation différentielle qui établirait une forme particulière pour la variation  $\delta y$  et fixerait ce qui, par la nature de la question, doit rester indéterminé. Il s'ensuit qu'une équation telle que (2) est *a priori* inadmissible, à moins qu'elle ne soit une identité. Or, sous la forme (4), on voit que cette équation n'est identique que dans le cas où

$$\frac{dN}{dp} = \frac{d^2V}{dydp} = 0.$$

L'équation (5) suppose la même condition

$$\frac{dP}{dy} = \frac{d^2V}{dydp} = 0.$$

Ainsi le seul cas où le procédé de M. Steichen soit exact est celui où la dérivée  $\frac{d^2V}{dydp}$  est nulle, soit identiquement, soit en vertu de la relation (1). Mais c'est précisément le cas où la transformation devient inutile, et où la forme primitive de la variation seconde se prête immédiatement à la discussion. Aussi le procédé revient-il alors à ne rien changer à cette forme primitive.

En présence d'une théorie si peu satisfaisante et dont le principe même est erroné, on ne s'étonnera plus que l'auteur se trouve en désaccord avec tous ceux qui ont traité de la même matière avant lui.



La critique de l'auteur se tourne, dans les applications de la méthode de Jacob, que nous avons rédigé, en collaboration avec M. Moigno (\*). On peut juger par ce qui précède de la portée de cette critique. Pour faire tomber entièrement les objections qu'on nous fait, il suffit de les citer.

Dans la note IV (page 115), l'auteur s'occupe du problème suivant : *Faire passer par deux points connus un arc courbe tel que la surface engendrée par sa révolution sur un axe donné ait une valeur donnée et que le volume compris sous la surface soit une extrême grandeur.* (Problème VI de nos *Leçons*.) Lorsque les deux points, situés d'un même côté de l'axe de révolution, ont une position telle que la courbe ne peut atteindre cet axe, sans cesser de remplir la condition prescrite relative à l'aire, le volume a nécessairement une valeur finie, qui ne peut varier qu'entre certaines limites, c'est-à-dire qu'il y a nécessairement un maximum et un minimum de volume. De plus, comme la fonction  $y$  doit satisfaire, pour toute grandeur extrême, à la même équation différentielle, le maximum et le minimum ne peuvent se distinguer que par les valeurs de certaines constantes. Ceci est évident *a priori*. Mais cela n'empêche pas M. Steichen de dire que le maxi-

(\*) *Leçons de calcul des variations*, par L. Lindelöf, rédigées en collaboration avec M. l'abbé Moigno, ouvrage qu'on trouve aussi inséré dans le volume IV des *Leçons de calcul différentiel et de calcul intégral*, par l'abbé Moigno. Dans un avertissement placé en tête de cet ouvrage, M. Moigno reconnaît, avec une parfaite loyauté, que sa collaboration a consisté seulement dans la forme et nullement dans la matière ou les méthodes. C'est pourquoi, ces méthodes étant attaquées, je me sens l'obligation de soutenir l'attaque à moi seul, quoique je n'aie pas l'honneur d'être nommé dans la critique de M. Steichen.

imum est toujours impossible et que le minimum seul peut avoir lieu moyennant certaines limitations. M. Steichen va jusqu'à contester la vérité de cette proposition élémentaire, *que de toutes les surfaces de révolution de même aire, la sphère est celle qui renferme le plus grand volume*. Il paraît cependant frappé lui-même de ce résultat, car il ajoute : « Nous voilà donc bien éloignés de ces notions de maximum et de minimum que l'on a attribuées jusqu'à ce jour à la sphère. »

A la fin de cette même note (page 120), l'auteur cite encore notre problème IV : *Parmi toutes les courbes de même longueur, trouver celle qui, par sa révolution autour d'un axe donné, engendre la plus grande ou la moindre surface*. Ici, comme dans l'exemple précédent, on peut s'assurer, par un simple raisonnement, qu'il doit y avoir, en général, un maximum et un minimum, distingués entre eux par des valeurs différentes de quelque constante. Le calcul nous a donné, en effet, deux arcs de chaînette, l'un convexe vers l'axe, pour le minimum, l'autre concave, correspondant au maximum. De son côté, M. Steichen arrive à conclure qu'il y a bien un minimum pour la première courbe, mais point de maximum pour la seconde. Ne pouvant pourtant nier tout à fait l'existence évidente du maximum, il le croit engendré par un périmètre brisé, uniquement composé de lignes droites, mais qu'il n'a pas réussi à déterminer. On pourrait, en effet, démontrer par une analyse élémentaire, qu'un polygone rectiligne ne saurait jamais donner de maximum. Mais cette démonstration devient superflue, si l'on considère que, par le théorème de Guldin, le problème proposé revient à donner à un fil flexible, dont les extrémités sont attachées à deux points fixes, une position telle que son centre de gravité se trouve

aussi près ou aussi loin que possible d'un axe donné. Si l'ordonnée du centre de gravité est minimum, lorsque le fil est plié suivant une chaînette convexe vers l'axe, elle sera évidemment, et par cette même raison, maximum pour la chaînette renversée ou concave.

On sait que, parmi tous les arcs passant par deux points donnés, celui qui donne la moindre surface de révolution est l'arc de chaînette ayant l'axe de révolution pour directrice, ou dont l'équation, en prenant cet axe pour celui des  $x$ , a la forme

$$y = \frac{c}{2} \left( e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}} \right).$$

Une chaînette donnée ne jouit pourtant de cette propriété de minimum qu'entre certaines limites, que nous avons déterminées avec précision dans nos *Leçons de calcul des variations*. Nous avons démontré, en effet, que le minimum cesse d'avoir lieu lorsque les tangentes, menées aux deux extrémités de l'arc, se rencontrent sur l'axe de révolution ou au-dessous de lui, et nous avons vérifié ce résultat intéressant par des considérations géométriques. Sans discuter nos explications, qu'il suppose entortillées, et dont il conteste d'avance l'exactitude, parce qu'il s'est prononcé une fois pour toutes contre la théorie de Jacobi avec tout ce qui en dérive, M. Steichen n'admet point de limites pour le minimum, mais prétend que la courbe jouit de cette propriété entre deux quelconques de ses points (page 125 de son mémoire).

Si M. Steichen avait connu les belles expériences de M. Plateau, il aurait pu s'assurer matériellement de l'existence de cette limite. Mais sans recourir à ce moyen empirique, M. Steichen pourra encore se convaincre de son

erreur d'une manière directe, s'il veut bien calculer réellement l'aire engendrée par la chaînette, pour la comparer, par exemple, à l'aire conique engendrée par la corde ou la ligne droite entre les deux points. En prenant des points de plus en plus éloignés sur la même chaînette, il trouvera que la première surface, d'abord plus petite que la seconde, lui devient égale à un certain éloignement des deux points et que, au delà de cette limite, l'aire engendrée par l'arc surpasse même l'aire engendrée par la corde. Le rapport des deux aires va toujours en augmentant et croît jusqu'à l'infini. Dans le cas particulier où les deux points sont à distance égale de l'axe, les deux aires deviennent égales pour

$$x : c = 1,87897; \quad y : c = 5,54977; \quad y : x = 1,78277.$$

Mais on comprend que les vraies limites du minimum doivent être encore plus resserrées, et nous avons montré, en effet (*Leçons*, etc., p. 207), qu'elles correspondent à

$$x : c = 1,19968; \quad y : c = 1,81017; \quad y : x = 1,50888.$$

En cherchant (note VI) l'extrême grandeur du solide de révolution engendré par un arc courbe de longueur donnée entre deux points, M. Steichen trouve que le minimum seul peut avoir lieu en certains cas. Et pourtant il est clair que le maximum existe aussitôt que la courbe est possible, puisque le volume ne peut pas croître au delà de toute limite, tant que la courbe génératrice conserve une longueur déterminée.

Il y a encore d'autres erreurs dans le mémoire de M. Steichen; nous croyons superflu de les signaler.

*Détermination de la quantité de potasse et de soude contenue dans les potasses du commerce; par M. P. Esselens.*

L'industrie est entrée, depuis quelques années, dans une voie de précision toute scientifique. Les matières premières qu'elle emploie doivent être rigoureusement connues et nous pourrions citer tel industriel qui peut, d'après le rendement, contrôler à un demi pour cent près les analyses qui ont servi de base à ses achats.

De grossiers essais ne suffisent plus et l'analyse, d'ailleurs trop coûteuse, exige une perte de temps que les transactions commerciales ne peuvent subir.

Aussi voyons-nous des chimistes d'un mérite reconnu consacrer des années bien précieuses à la recherche de procédés rapides et rigoureux. Leurs efforts, déjà souvent couronnés de succès, ont levé en partie la difficulté.

Il reste cependant certains dosages difficiles et lents à moins qu'on ne se contente d'une grossière approximation. Le dosage de la potasse et de la soude dans les potasses du commerce est peut-être de tous celui qui laisse le plus à désirer, malgré les efforts et les tentatives de plusieurs chimistes de grand mérite.

C'est le terrain sur lequel nous avons rencontré journellement le plus de difficultés. Cent fois nous avons eu recours aux procédés les plus précis mais les plus longs, sans même que ceux qui devaient en profiter se soient douté des peines que nous occasionnaient des dosages *garantis au millième*. Tous ceux de nos collègues qui veulent être sûrs eux-mêmes des chiffres qu'ils donnent, nous comprendront, nous en sommes certain; tous ont plus

d'une fois recommencé des analyses pour contrôler un travail qui les aurait sans cela exposés à induire en erreur ceux qui avaient mis en eux leur confiance.

Parmi les procédés employés un seul est assez rapide lorsqu'on se contente d'une approximation, c'est celui de M. Pesier. Mais la dissolution du sulfate de potasse et surtout celle des sulfates de potasse et de soude sont si sujettes à la sursaturation que pour peu que le liquide se soit trouvé pendant un instant à une température de un ou deux degrés au-dessus de celle à laquelle on fait la lecture sur l'échelle du natromètre, une erreur très-notable peut-être commise; et cette élévation momentanée de température ne peut même être évitée qu'au prix de beaucoup de soins et d'une attention soutenue pendant plusieurs heures, puisque ce n'est qu'après une agitation tout aussi longue à une température uniforme, avec un excès de sulfate de potasse en poudre fine, qu'on peut espérer d'approcher de la saturation, même à un quart pour cent près.

En un mot, le natromètre peut donner une erreur en moins de  $\frac{1}{2}$  p. % ou en plus de 1 à 2 p. %, alors même que l'on consacre toute une journée d'un travail fastidieux et machinal à cet essai trop peu approximatif. Inutile d'ajouter que les erreurs deviennent énormes lorsqu'on ne transforme pas le chlorure en sulfate, surtout dans les essais de salins de betterave.

Le dosage de la potasse par le chlorure de platine, qui est considéré comme le moins défectueux que possède la science, laisse cependant beaucoup à désirer. Les lavages du chloroplatinate de potassium offre les plus grandes difficultés. S'ils sont exécutés à l'alcool faible on dissout une quantité considérable du sel double; si l'on se sert

d'alcool presque anhydre et surtout du mélange d'alcool et d'éther, qui paraît donner une garantie réelle contre la solubilité du chloroplatinate de potassium, on est exposé à laisser, presque à coup sûr, dans le sel une très-notable proportion de chloroplatinate de sodium. Nous n'avons pas même évité cet écueil en employant, au lieu de chlorure de platine, la dissolution de chloroplatinate de sodium dans l'alcool, ce qui tendrait à faire soupçonner l'existence d'un chloroplatinate double de potassium et de sodium, moins soluble que le chloroplatinate de sodium seul.

L'opération exige, du reste, un temps considérable, puisqu'il faut, après la pesée de la matière à analyser, transformer *sans perte* le sulfate en chlorure, que tout le chloroplatinate ne se forme pas très-rapidement et surtout qu'il exige, pour quelques grammes, au moins un litre d'alcool mélangé d'éther, versé presque goutte à goutte sur un entonnoir à bord rodé, recouvert de son obturateur après chaque arrosage. Sans ces précautions on retrouve presque infailliblement du chloroplatinate de sodium sur le bord supérieur du filtre.

La transformation des deux bases en chlorure et le dosage du chlore, par une dissolution titrée d'azotate d'argent, donnent des résultats très-exacts, mais au prix de quels soins!

Le dosage, par le chlorure de baryum, de l'acide sulfurique nécessaire à la saturation des deux alcalis et à l'expulsion complète du chlore, conduit à une exactitude moindre, mais non moins péniblement obtenue.

Gay-Lussac a donné, comme moyen d'analyse, la différence de l'abaissement de température produit pendant la dissolution des chlorures de potassium et de sodium. Il prescrit d'opérer sur cinquante grammes du mélange des

chlorures et de les dissoudre dans deux cents centimètres cubes d'eau. Il prescrit le poids du flacon qui doit se trouver également refroidi pendant la dissolution, mais il ne nous indique pas sa composition, verre ou cristal. Il n'indique pas non plus le poids du thermomètre, verre et mercure, qui doit être plongé dans le liquide. L'opération doit être faite dans une pièce dont la température soit sensiblement la moyenne entre les deux lectures faites au thermomètre, avant et après la dissolution. Et la main qui agitera le liquide ne rayonnera-t-elle pas de la chaleur? Comment espérer qu'une semblable expérience puisse donner, si ce n'est par hasard, une exactitude de plus d'un quart de degré, ce qui équivaut à une erreur de deux ou trois p. 0/0 sur le chlorure de potassium et sur celui de sodium.

Je ne parlerai pas, même pour mémoire, d'une foule d'autres procédés les uns moins pratiques, les autres tout à fait insuffisants.

Nous demandons pardon à l'Académie de nous être étendu si longuement sur des procédés trop connus, mais les défauts que nous avons cru devoir rappeler ne sont-ils pas notre seule excuse, lorsque nous venons réclamer l'attention de ce corps savant pour le procédé nouveau que nous soumettons à son appréciation?

L'échantillon de potasse que nous voulons analyser est pulvérisé dans un endroit sec et en l'exposant aussi peu que possible au contact de l'air. Après un mélange soigneusement exécuté nous pesons une quantité de trente grammes que nous dissolvons. La dissolution est filtrée. Le filtre est longuement lavé à l'eau distillée purgée d'acide carbonique par l'ébullition. Les eaux de lavage sont réduites par évaporation lente, de manière à former avec la



dissolution un volume de 300 c.c., mesurés dans un ballon jaugé, à col fort étroit, à la même température à laquelle on mesurera les différentes portions du liquide pour les diverses opérations de l'analyse.

40 c.c., représentant 4 gr. de potasse, sont neutralisés par l'acide chlorhydrique ou azotique et concentrés jusque environ 20 c.c.; puis on y ajoute 250 c.c. d'une dissolution de bitartrate de soude saturée de bitartrate de potasse. Le tout est abandonné jusqu'au lendemain. On trouve alors toute la potasse à l'état de bitartrate cristallisé, la majeure partie au fond du vase et quelques cristaux flottant à la surface. On fait tomber ces derniers en agitant avec une baguette; on décante le liquide, on lave à huit ou dix reprises la crème de tartre au moyen d'une dissolution saturée de bitartrate de potasse, soit dans le vase même soit après l'avoir recueilli sur un filtre. On pèse le bitartrate humide, on le sèche dans une étuve chauffée à 105° — 115°; on le pèse de nouveau. La différence de ces deux pesées donne la quantité de dissolution dont le bitartrate s'est ajouté à la quantité donnée par la deuxième pesée. On doit corriger cette dernière de ce chef.

La quantité ainsi trouvée exige une deuxième correction : les 20 c.c. de liquide qui tenaient les sels de potasse en dissolution, n'étaient pas saturés de bitartrate de potasse et la quantité qu'on a ainsi trouvée en moins est ajoutée au poids obtenu. Cette quantité varie, mais dans des limites très-étroites, suivant la composition de la potasse analysée. Elle est de  $\frac{1}{6}$  à  $\frac{1}{5}$  de la quantité qui aurait été dissoute dans 20 c.c. d'eau pure.

Les deux corrections étant en sens inverse, on peut les faire simultanément, en soustrayant des centimètres cubes d'eau trouvée dans la masse de crème de tartre humide,

le sixième ou le septième, suivant le cas, des 20 c.c. de dissolution et en faisant porter la correction sur les centimètres cubes restants.

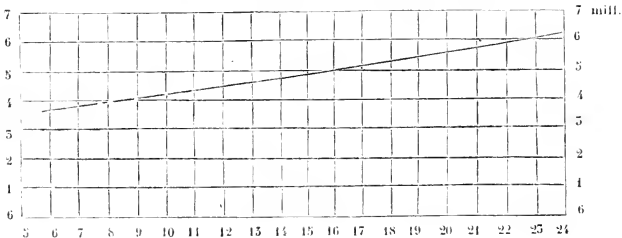
Cette correction est, en général, assez peu importante (1).

Il ne reste plus alors qu'à multiplier la quantité de crème de tartre par 0.2508, quotient de l'équivalent de la potasse divisé par celui de la crème de tartre, pour connaître la quantité de potasse (KO) contenue dans quatre grammes de matière.

Retranchant de cette quantité celle que la suite de l'analyse nous montre à l'état de sulfate de potasse ou de chlorure de potassium, on calcule la quantité de carbonate (ou de carbonate et d'hydrate s'il s'agit d'une potasse d'Amérique).

Les carbonates de potasse et de soude sont dosés alcalimétriquement, en suivant le procédé et en prenant toutes les précautions indiquées par M. F. Mohr, mais avec cette différence qu'à l'acide oxalique nous préférons l'acide sulfurique au même titre, exactement déterminé au moyen du carbonate de soude pur et anhydre. Cette préférence de notre part est basée sur ce que l'acide sulfurique donne une couleur plus tranchée au tournesol et surtout sur la

(1) *Courbe de solubilité de bitartrate de potasse.*



facilité d'obtenir un titre rigoureusement exact par la soude, ce qui est très-difficile sinon impossible par la pesée de l'acide oxalique, dont le poids varie avec la température de la dessiccation qu'on lui fait subir.

Le carbonate de soude est obtenu en soustrayant du nombre de centimètres cubes de liqueur titrée, ceux qui ont été neutralisés par la potasse préalablement déterminée et en multipliant le reste par l'équivalent du carbonate de soude.

Si l'analyse démontre la présence de sulfure, de cyanure, de sulfocyanure, etc., une dernière correction est nécessaire de ce chef pour atteindre toute l'exactitude désirable dans les chiffres exprimant les deux carbonates alcalins.

Dans ce procédé il est parfaitement indifférent que la potasse se trouve à l'état d'azotate, de chlorure ou de sulfate. C'est ce qui le distingue totalement de l'essai qualitatif que l'on fait quelquefois au moyen de l'acide tartrique qui précipite assez imparfaitement la potasse combinée à des acides puissants.

La nécessité de doser le sulfate et le chlorure, pour obtenir le chiffre du carbonate, n'est pas un inconvénient. Il n'est pas permis de négliger la valeur de ces deux sels, ou parfois les inconvénients qui résultent de leur présence.

La seule recommandation que nous adresserons à ceux qui voudront se servir de ce procédé, c'est de conserver les flacons contenant la dissolution de bitartrate de soude et celle de crème de tartre, dans un endroit dont la température varie peu et de se servir de ce même lieu pour faire cristalliser la crème de tartre à obtenir par l'analyse, pour éviter l'erreur qui pourrait provenir de la légère

différence de solubilité de ce sel à des températures notablement différentes.

Si l'endroit que l'on aurait choisi, comme ayant une température suffisamment constante, était très-froid, une glacière par exemple, il faudrait employer plus de 250 c.c. de notre réactif pour obtenir la précipitation de toute la potasse contenue dans quatre grammes de matière.

Dans les potasses du commerce, même dans le salin de betterave, on ne trouve que de faibles proportions d'ammoniaque. Mais lorsqu'on veut se servir de ce procédé pour l'analyse d'une matière potassique quelconque contenant une forte proportion de sels ammoniacaux, il faut expulser ceux-ci par la chaleur avant l'analyse, ou bien, au lieu de peser la crème de tartre obtenue, la carboniser au creuset de platine et doser alcalimétriquement le carbonate de potasse résultant de la destruction du bitartrate.

Nous avons rencontré quelques cas où il nous a été utile de pouvoir doser d'un même coup et la potasse et l'ammoniaque contenues dans une matière. Nous nous sommes servi à cet effet d'une dissolution de bitartrate de soude saturée de bitartrate de potasse et de bitartrate d'ammoniaque, et nous avons lavé le sel obtenu avec une dissolution saturée également des bitartrates de potasse et d'ammoniaque. La pesée nous donnait la somme des deux bitartrates; l'essai alcalimétrique nous indiquait, après carbonisation et expulsion de l'ammoniaque, la quantité de potasse dont l'équivalent en crème de tartre, soustrait de la masse trouvée, nous donnait pour reste le bitartrate d'ammoniaque.

Le bitartrate de soude sec est inaltérable. En dissolution il se conserve assez longtemps sans altération, sur-

tout dans un endroit frais, si l'on a soin, lors de sa préparation, de le laver sur le filtre pour lui donner le degré de pureté désirable.

*Notice sur le marbre noir de Bachant (Hainaut français);*  
par M. Édouard Dupont, docteur en sciences naturelles,  
à Dinant.

Les modifications successives que la faune générale a éprouvées pendant la durée de la période du calcaire carbonifère, sont très-sensibles : les recherches sur les restes organisés que ces roches recèlent montrent des extinctions continuelles d'espèces et leur remplacement par de nouvelles formes. Peu d'espèces ont, en effet, traversé toute la série de ces couches, qui ne comptent pas moins de huit cents mètres de puissance; un grand nombre d'entre elles ont, au contraire, parcouru toutes les phases de leur développement pendant une partie du temps qui a été nécessaire à la sédimentation de ce vaste dépôt.

La faune s'est renouvelée ainsi d'une manière lente, graduelle et continue. Chacune de ces modifications qu'elle a éprouvées se présente à un niveau constant dans tout le calcaire carbonifère de notre bassin. On conçoit dès lors que les mêmes rapports intimes qui existent entre les caractères stratigraphiques et paléontologiques pour les étages, existent aussi pour les assises ou portions d'étages.

Quelques faits cependant semblaient faire exception à cette règle. Le plus important est celui qui nous est offert par le calcaire de Bachant, dont la faune paraissait être en pleine contradiction avec la position que lui assignait

la stratigraphie. D'une part, la position et les caractères minéralogiques de ce calcaire du Hainaut français, comparés aux calcaires noirs des environs de Dinant, ne laissent guère de doute sur le synchronisme de ces couches avec l'assise II d'Avesnelles; d'autre part, les fossiles qui y ont été recueillis sont très-différents de ceux qu'on rencontre dans cette assise II, et la stratigraphie locale laissait même assez de latitude sur la place qu'on pourrait leur assigner dans la série carbonifère. Le massif de Berlaimont, dans lequel se trouve le calcaire de Bachant, ne contient, en effet, qu'une série d'assises très-incomplète: ce calcaire noir se trouve compris entre l'assise I d'Étrœungt et la dolomie de l'assise V de Namur. Il pouvait donc représenter l'assise II d'Avesnelles, ou l'assise III de Tournai, ou l'assise IV de Waulsort, ou enfin la base de l'assise V de Namur.

En présence de ces faits, dont quelques-uns sont réellement contradictoires, les opinions sur l'âge relatif du calcaire de Bachant ne pouvaient être que très-différentes.

M. Gösselet, se fondant sur le second ordre de faits que nous venons d'examiner, le plaçait au niveau du calcaire géodique des environs d'Avesnes (1), qui représente positivement l'assise V de Namur, ainsi que nous le verrons ci-après.

L'identité minéralogique et stratigraphique de ce calcaire noir avec celui des environs de Dinant, nous le faisait, au contraire, considérer comme parallèle aux couches de l'assise II (2).

(1) *Mémoire sur les terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais*. 1860.

(2) *Notice sur le calcaire carbonifère de la Belgique et du Hainaut français*. (BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XIV, 2<sup>me</sup> série.)

Nous avons cru, en conséquence, devoir entreprendre de nouvelles recherches à ce sujet, et nous avons eu la satisfaction de constater que la paléontologie et la stratigraphie marchent de paire, aussi bien pour le calcaire de Bachant que pour toutes les autres assises de l'étage, et que la contradiction locale qui avait paru exister entre ces deux caractères n'est qu'apparente.

Le but de cette notice est de faire connaître le résultat de ces recherches et d'établir la place que le marbre noir de Bachant occupe dans la série des assises du calcaire carbonifère.

Plusieurs localités de notre bassin présentent des exploitations importantes de marbre noir. Nous ne nous occuperons ici que de celles de ces couches qui se rattachent immédiatement à l'objet de cette note, à savoir : celles d'Avesnelles et de Bachant, dans le Hainaut français, et celles des massifs de Dinant et de Falmignoul, pour la Belgique.

Le calcaire d'Avesnelles est situé dans l'un des petits îlots de calcaire carbonifère que nous avons réunis sous le nom de *massif d'Avesnes*. Il est parfaitement caractérisé par sa position stratigraphique et par ses fossiles. Placé, en effet, entre les assises I et III, il forme la seconde assise que nous avons distinguée dans le calcaire carbonifère.

Voici les espèces que M. Hébert y a fait connaître (1) :

Gomphoceras fusiforme.  
 Chemnitzia Lefebvrei.  
 Nerita variata.  
 Evomphalus oequalis.

---

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2<sup>me</sup> sér., t. XII, p. 1179.

- Serpularia serpula.  
 Dolabra securiformis.  
 Avicula n. sp.  
     — flexuosa.  
 Pecten Sowerbyi.  
     — Knoekoniensis.  
 Terebratula pentatoma (pleurodon).  
 Spirifer mosquensis.  
 Chonetes papilionacea, var. *variolaria*.  
 Productus cora.  
     — semireticulatus, var.  
     — Flemingii, var.  
     — Heberti.

Le massif d'Avesnes présente encore, au-dessus de l'assise III, des couches de calcaire compacte bleu foncé passant à la dolomie, surtout dans la partie supérieure, et renfermant de nombreuses géodes tapissées de cristaux. Ces couches sont immédiatement recouvertes par l'assise VI à *Productus subloewis* et à *Evomphalus pugilis*.

La position de ce calcaire géodique, son passage à la dolomie et ses relations avec les autres massifs démontrent qu'il représente le niveau V dans ce massif. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

Le calcaire géodique nous a fourni, dans les carrières de Marbaix :

- Productus cora, d'Orb.  
 Spirifer tricornis De Kon. (laminosus, M'G.)

Le *Sp. tricornis* a d'abord été signalé dans les environs de Tournai par M. De Koninck. Les environs de Dinant nous l'ont fourni, de leur côté, dans les quatre assises inférieures. Son existence dans ce calcaire géodique prouve qu'il pénètre dans l'assise V, mais il n'a pas encore été rencontré dans l'assise VI.



Le *massif de Falmignoul*, qui est le seul de notre bassin carbonifère où nous ayons observé les six assises, contient du marbre noir à divers niveaux et principalement au second et au cinquième. Le plus inférieur, qui est compris, comme celui d'Avesnelles, entre l'assise I et l'assise III, nous a fourni :

*Productus* Heberti.

— Flemingii, var. d'Avesnelles.

*Conocardium* hibernicum

*Chonetes* variolata.

*Athyris* (terebratula) planosuleata.

C'est donc le correspondant exact des couches d'Avesnelles, et il constitue, dans le massif de Falmignoul, la seconde assise.

L'autre marbre noir de ce massif est compris entre l'assise de Waulsort IV et la dolomie de l'assise de Namur V. Il a vingt-cinq ou trente mètres de puissance, et il passe du noir au bleu et au gris. Il se lie intimement à l'assise de Namur, dont les fossiles caractéristiques sont, comme on le sait :

*Evomphalus* serus.

— oequalis.

— voisin de l'*acutus*.

*Productus* giganteus?

— cora.

*Chonetes* comoïdes.

*Cyrtina* carbonaria.

*Harmodites* catenatus.

Parmi ces fossiles, les gastéropodes sont surtout remarquables par la taille considérable qu'ils atteignent. Ce caractère est très-constant; nous l'avons observé, toujours dans le même niveau, depuis les environs de Chaudfontaine (Liège) jusqu'à Berlaimont.

Le marbre noir du *massif de Dinant* montre, au contraire, les relations stratigraphiques suivantes :

- Calcaire à crinoïdes . . . . . I. Assise d'Étrœungt.  
 Calcaire compacte, dont voici la coupe :
- 1<sup>o</sup> Gris violâtre;
  - 2<sup>o</sup> Noir avec calchistes et phanites;
  - 3<sup>o</sup> Noir en banes plus épais et généralement traversés par des fissures. Il contient progressivement un nombre plus grand de couches dolomitiques.
- Dolomie à *grands évomphales*. . . . . V. Assise de Namur.

Les n<sup>os</sup> 1 et 2 du calcaire compacte renferment :

- Nautilus mutabilis*. RR.  
*Orthoceras calamus*. AC.  
*Chemnitzia Lefebvrei*. RR.  
*Nerita variata*. RR.  
*Evomphalus pentangulatus*. R.  
*Serpularia serpula*. R.  
*Athyris planosulcata*. R.  
*Spirifer mosquensis*. AC.  
 — *octoplicatus*. AC.  
 — *pinguis*. R.  
 — *tricornis*. R.  
*Orthis resupinata*, var. voisine de la *striatula*. R.  
 — *crenistris*. AC.  
 — *Michelini*. AC.  
*Chonetes papilionacea*, var. *variolaria*. RR.  
 — *variolata*. R.  
*Productus semireticulatus*, var. *concinus*. AC.  
 — — — *antiquatus*. RR.  
 — — — *sulcatus*. RR.  
 — *pustulosus*, var. *pyridiformis*. R.  
 — *elegans*. R.  
 — *Heberti*. R.  
 — *cora*. RR.  
 — *costatus*? var. voisine de l'individu figuré dans la *Monographie des Productus*, pl. X, fig. 5, *e. f. h.* RR.  
 — *undiferus*. R.

*Productus Flemingii*, var. remarquable par son faible prolongement antérieur, par le nombre de ses plis longitudinaux et par l'irrégularité de ses plis concentriques. CC.

— sp.

— sp.

*Pecten Sowerbyi*, RR.

— *knockoniensis*. CC

*Conocardium hibernicum*. R.

*Fenestella fastuosa*. R.

— *membranacea*. R.

*Amplexus coralloides*. R.

La partie inférieure du calcaire compacte du massif de Dinant représente donc le calcaire d'Avesnelles, c'est-à-dire l'assise II.

La partie supérieure de ce calcaire nous a, au contraire, fourni :

*Evomphalus serus*

— *oequalis*.

Ce sont deux espèces caractéristiques de l'assise V.

L'*E. serus* ne descend pas dans l'assise IV et l'*E. oequalis* n'atteint que, dans l'assise V et à la base de l'assise VI, les dimensions considérables qu'il a montrées dans ce calcaire noir. Nous devons donc considérer cette partie supérieure, n° 3°, comme la base de l'assise de Namur.

Il suit de là que le marbre noir du massif de Dinant fait partie de deux assises bien distinctes, des assises II d'Avesnelles et V de Namur.

C'est précisément ce qui a lieu dans le *massif de Berlaimont* pour le calcaire de Bachant.

Il repose sur l'assise d'Étrœungt I et il est immédiatement recouvert par la dolomie de l'assise V de Namur.

Voici d'ailleurs la coupe qu'il présente de bas en haut

dans toutes les exploitations situées entre Bachant et Beaufort :

- 1° Calcaire compacte gris violâtre ;
- 2° Calcaire compacte noir avec des calcschistes et des bandes de phtanites ;
- 3° Calcaire compacte noir et bleu foncé en bancs généralement plus gros, contenant des nodules de phtanites et des couches dolomitiques.

Les nos 1 et 2 n'ont pas encore offert de fossiles, tandis que le n° 3 renferme des gastéropodes et des céphalopodes de grande taille.

Les espèces dont nous donnons la liste proviennent des carrières ouvertes dans ce niveau à Bachant. Elles ont été, pour la plupart, recueillies par M. Brochet, de Landrecies, qui a mis une grande obligeance à nous faire voir les nombreux fossiles collectés par lui dans les roches primaires du Hainaut français :

- Nautilus subsulcatus?
- Orthoceras Munsterianum.
- Cyrtoceras Verneuilianum.
- Chemnitzia Lefebvrei.
- Nerita ampliata?
- Evomphalus cirroïdes.
- helicoides.
- voisin de l'acutus.
- oequalis.
- Serpularia serpula.
- Bellerophon hiuleus.
- bicarenus.
- Dentalium priscum.

Les *Évomphales*, et particulièrement l'*E. acutus* et l'*E. oequalis*, ainsi que la *Serpularia serpula*, montrent les mêmes variétés que dans la dolomie de l'assise V.

D'après cela, il est évident que le calcaire de Bachant se rapporte, comme celui de Dinant, à deux assises différentes.

En présence de l'identité des caractères pétrographiques des calcaires non fossilifères 1 et 2 avec ceux qui renferment, dans les environs de Dinant, le *Productus Herberti*, on ne peut méconnaître leur synchronisme et ne pas les considérer comme représentant l'assise d'Avesnelles dans le massif de Berlaimont.

Quant au calcaire n° 3, ses fossiles principaux sont ceux que nous avons rencontrés dans la partie supérieure du marbre noir de Dinant et qui sont bien identiques avec les espèces caractéristiques de l'assise V. Il rentre conséquemment dans cette assise. L'opinion de M. Gosselet sur l'âge du calcaire de Bachant se trouve ainsi vérifiée pour une partie de ses couches.

Le tableau suivant résume les caractères stratigraphiques des couches renfermées dans les massifs de Falmignoul, d'Avesnes, de Dinant et de Berlaimont, et rend plus sensibles encore les relations que nous indiquons entre les calcaires noirs des quatre localités :

## COUPE DES MASSIFS

	d'Avesnes.	de Falmignout.	de Dinant.	de Berlaimont.
I. Assise d'Étreungt .	Calcaire à crinoïdes.	Calcaire à crinoïdes.	Calcaire à crinoïdes.	Calcaire à crinoïdes.
II. Assise d'Avesnelles .	Calcaire compacte noir avec calcschistes <i>Productus Heberti</i> , etc.	1° Calcaire compacte gris; 2° Calcaire compacte noir avec calcschistes et bandes de phitanites. <i>Productus Heberti</i> , etc.	1° Calcaire compacte gris; 2° Calcaire compacte noir avec calcschistes et bandes de phitanites. <i>Productus Heberti</i> , etc.	1° Calcaire compacte gris; 2° Calcaire compacte noir avec calcschistes et bandes de phitanites. Pas de fossiles.
III. Assise de Tournai .	Calcaire cristallin à <i>Spirifer Mosquensis</i> .	Calcaire cristallin à veines bleues; <i>Spirifer Mosquensis</i> .	Manque.	Manque.
IV. Assise de Waulsort.	Manque.	Calcaire à noyaux spathiques avec <i>Spirifer striatus</i> et <i>cuspidatus</i> .	Manque.	Manque.
V. Assise de Namur.	1° Calcaire bleu foncé, compacte avec <i>Productus cora</i> et <i>Spirifer tricornis</i> ; 2° Le même avec des bandes de dolomie.	1° Calcaire noir et bleu, compacte. 2° Dolomie à grands évomphales.	1° Calcaire noir compacte avec grands évomphales. 2° Dolomie à grands évomphales.	1° Calcaire noir et bleu compacte avec grands évomphales. 2° Dolomie à grands évomphales.
VI. Assise de Visé .	Calcaire confusément stratifié, etc.	Calcaire confusément stratifié, etc.	Calcaire confusément stratifié, etc.	Calcaire confusément stratifié, etc.

Ces observations ont deux résultats principaux :

1. Le dédoublement du calcaire de Bachant et sa répartition dans les deux assises d'Avesnelles et de Namur font entièrement disparaître la contradiction qui avait paru exister un moment entre sa faune et la position qu'il occupe dans la série des couches du calcaire carbonifère. Nous y trouvons, au contraire, une preuve des plus positives de l'accord parfait qui règne entre les caractères stratigraphique et paléontologique pour la détermination des assises ou portions d'étages dans tout le système carbonifère inférieur de nos contrées.

Nous ferons aussi remarquer combien le caractère minéralogique des couches se maintient avec ses diverses particularités sur un espace aussi étendu : les calcaires II et V se retrouvent, avec un facies identique, non-seulement dans les massifs de Dinant et de Berlaumont, mais aussi à Comblain-au-Pont. Cette distance ne mesure pas moins de soixante-quinze kilomètres.

2. Ces observations fournissent aussi une preuve non moins évidente des *lacunes*. Nous avons établi, dans une autre occasion (1), que le calcaire carbonifère, loin de s'être déposé uniformément dans chacun des massifs où il existe en Belgique, n'est formé, à une seule exception près (massif de Falmignoul), que de séries très-incomplètes.

Les faits que nous signalons aujourd'hui apportent de nouveaux arguments dans la question.

Les faunes à *Productus Heberti* ou faune II et à *Evomphalus serus* ou faune V sont en contact immédiat dans

---

(1) Notice sur le calcaire carbonifère, etc., loc. cit.

les massifs de Berlaimont et de Dinant. Elles sont, au contraire, séparées dans le massif d'Avesnes par la faune III et dans celui de Falmignoul par les faunes III et IV.

En comparant ces diverses faunes entre elles, on trouve que :

Les faunes	II et III	ont les	0,60	de leurs espèces communes;		
Les	— III et IV	—	0,55		—	—
Les	— IV et V	—	0,52		—	—
Les	— II et V	—	0,54		—	—

Ces chiffres montrent que les faunes II et V ne passent de l'une à l'autre que par les faunes III et IV. Comme elles sont en contact immédiat à Dinant et à Berlaimont, il est clair que les faunes III et IV, et, par conséquent, les couches qui les renferment, y font entièrement défaut.

L'examen du caractère minéralogique conduit aussi à cette conclusion.

Nous avons établi que l'assise II finit et que l'assise V commence par du calcaire noir compacte. Si les assises III et IV n'étaient même représentées que par un simple banc dans ces deux massifs de Dinant et de Berlaimont, on devrait y trouver, au contact des assises II et V, une ligne de démarcation visible. Or il n'en existe aucune; non-seulement on n'y rencontre pas de trace des fossiles si caractéristiques et si nombreux de ces assises III et IV, mais le passage minéralogique entre les marbres noirs des assises II et V y est tellement insensible qu'il est impossible de fixer d'une manière précise leur point de séparation. C'est la conséquence nécessaire de leur contact.



*Séance du 5 mars 1864.*

M. SCHAAR, président de l'Académie.

M. AD. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. d'Omalus d'Halloy, Wesmael, Stas, De Koninck, Van Beneden, A. De Vaux, de Selys-Longchamps, le vicomte B. du Bus, Nyst, Gluge, Melsens, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, Ern. Quetelet, *membres*; Lamarle, *associé*; Ch. Montigny, *correspondant*.

M. Ed. Fétis, *membre de la classe des beaux-arts*, assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

---

M. le Ministre de l'intérieur transmet, au nom du gouvernement néerlandais, un exemplaire de la cent quatre-vingt-sixième livraison de la *Flora Batava*.

— La Société impériale géographique de Russie transmet les procès-verbaux de ses séances générales du 8 janvier dernier et du 4 décembre précédent.

La Société batave de Rotterdam fait parvenir également le programme de son concours, dont le terme expire à la fin de janvier 1865.

— Le Musée public de Moscou, l'Observatoire de Pulkowa, l'Institut royal de Milan, la Société d'histoire naturelle de Francfort, etc., remercient l'Académie pour l'envoi de ses dernières publications.

L'Institut royal de Milan fait connaître, en même temps, qu'il prendra désormais le nom d'*Institut royal lombard des sciences et des lettres*, et qu'il sera divisé en deux classes, celle des sciences mathématiques et naturelles, et celle des lettres et des sciences morales et politiques.

— M. le professeur Maas, de Namur, transmet les résultats de ses observations météorologiques faites pendant l'année 1865.

M. Bernardin, professeur au Collège de Melle, près de Gand, communique les résultats de l'observation qu'il a faite d'un beau halo qui entourait la lune, le 21 février dernier, de 5 1/2 à 10 1/2 heures du soir.

— M. Rottier, préparateur de chimie à l'Université de

Gand, présente des *Recherches sur la conservation du bois au moyen de l'huile lourde de goudron de houille, dite huile créosotée.* (Commissaires : MM. De Koninck et Ad. De Vaux.)

La classe reçoit également une notice de M. Henri Van Beurck sur *Un nouvel objectif de microscope construit par E. Hartnack, suivi de remarques sur la NAVICULA AFFINIS.* (Commissaires : MM. Duprez et Kickx.)

— M. Van Beneden demande à la classe de pouvoir déposer dans les archives un billet cacheté de M. Édouard Dupont.

Ce dépôt est accepté.

---

## RAPPORTS.

---

*Sur une notice de M. le marquis Anatole de Caligny relative au mouvement des ondes et sur une notice du même auteur relative au développement de la chaleur dans les siphons employés au percement du tunnel du Mont-cenis.*

### **Rapport de M. A. De Vaux.**

« Il résulte des explications données par M. le marquis Anatole de Caligny à M. le secrétaire perpétuel, sous les dates des 25 décembre 1863 et 17 janvier 1864, que la note qu'il avait soumise à notre examen sur le *mouvement des ondes*, doit avoir été en partie publiée dans le *Journal de l'Institut*. M. de Caligny ajoute, il est vrai, qu'il n'y est donné que des extraits succincts sur ses expériences et que les nouveaux détails dont il accompagne la pré-

sente notice suffiraient pour constituer un travail distinct sur la matière.

Je trouve effectivement du neuf dans quelques-unes des observations dont il s'agit, mais cette note ne saurait être reproduite isolément, et ne pourrait offrir quelque intérêt que comme appendice aux premières publications de M. de Caligny. Sa place est donc bien plutôt dans le *Journal de l'Institut* que dans nos *Bulletins*.

Quant à la note *sur la chaleur*, que nous aurions pu accueillir comme suite à celle que nous avons déjà imprimée en 1861, M. de Caligny nous met à l'aise en disant que, « dans la crainte d'en perdre la priorité, il l'avait envoyée, en substance, quelques jours auparavant à la Société philomatique, » qui paraît en avoir gratifié le n° du 4 novembre 1865 du même *Journal de l'Institut*.

Je conclus à ce que des remerciements soient adressés à M. de Caligny pour ses intéressantes communications. »

Ces conclusions, auxquelles se rallie M. Timmermans, deuxième commissaire, sont adoptées.

---

— MM. Melsens et Stas, qui avaient été chargés d'examiner une notice de M. Dewilde, *Sur le chlorure de bromacétyle et le bromure de chloracétyle*, faisant suite à une autre notice du même auteur déjà imprimée dans les *Bulletins de l'Académie*, demandent que ce nouvel écrit soit également inséré dans ce recueil. — Cette impression est ordonnée.

---

— En déposant la suite de son mémoire *Sur l'emploi de l'iodure de potassium pour combattre les affections satur-*

nines et mercurielles , M. Melsens entre dans quelques détails sur le sujet dont il s'est occupé; il en expose l'importance au point de vue médical , et demande que quelques-uns de ses collègues veuillent bien l'examiner et exposer leurs idées à cet égard. La classe nomme MM. Gluge et Schwann comme commissaires chargés de faire cet examen.

M. Melsens fait ensuite une communication sur des billes de bois préparées au moyen du procédé de M. Rottier; il présente les dessins des expériences qu'il a exécutées d'après ce procédé. La classe, d'après sa demande, nomme MM. De Koninck et De Vaux pour l'examen de ces planches.

---

## COMMUNICATIONS ET LECTURES.

---

*Des phénomènes périodiques en général; par M. Ad. Que-  
telet, secrétaire perpétuel de l'Académie royale.*

Les mouvements des corps célestes et la variété infinie des phénomènes auxquels ils donnent naissance, forment une des études les plus attrayantes. Parmi ces phénomènes, il en est qui semblent se produire sans cause apparente, et qui s'effacent aussitôt après leur apparition : d'autres se manifestent sous des conditions plus sensibles; et si l'on ne peut en fixer exactement les causes ni le mode d'action, une observation prolongée permet du moins de les reconnaître et d'en apprécier les principales circonstances.

Dès qu'un fait a frappé nos regards, dès que nous avons pu en constater les effets et reconnaître une similitude avec un fait analogue qui se reproduit sous les mêmes

aspects, nous sommes naturellement portés à supposer entre eux une identité. Cette probabilité se change en certitude, lorsque nous voyons le même phénomène se présenter successivement dans le même ordre et à peu près avec les mêmes conditions. En ne le jugeant que par ses caractères extérieurs, on peut supposer ce phénomène *périodique*; mais quand, aidé par la science, on reconnaît qu'il se produit toujours de la même manière et par les mêmes causes, on possède, outre la conviction physique, celle qui procède du raisonnement (1).

Cette dernière conviction est quelquefois difficile à acquérir; ainsi, la durée du jour est le plus apparent de tous les phénomènes périodiques qui nous concernent : la plus simple intelligence, depuis le commencement des choses, a pu en reconnaître la durée et la succession; mais il n'en est pas de même de l'hypothèse qui attribue son origine au mouvement de rotation de la terre autour de son axe. En 1655, Galilée, à l'âge de soixante-dix ans, avouait encore, bien malgré lui sans doute, qu'il avait pu se tromper en proclamant ce principe; mais aujourd'hui on peut s'étonner qu'un phénomène aussi simple fût encore si généralement ignoré. Il importe donc de faire une différence bien grande entre le fait aperçu et le fait expliqué par la science.

Ainsi, le phénomène du *jour*, qui exerce une si grande influence sur la nature physique de l'homme en général, semble, quand il s'agit d'en apprécier les causes, en produire bien peu sur son intelligence : il a fallu traverser des siècles pour arriver à une explication complète de ce

---

(1) Voyez, sur les *phénomènes périodiques*, pages 205 et suivantes, et spécialement à la page 425, leur tableau général, dans les LETTRES SUR LA THÉORIE DES PROBABILITÉS que j'ai publiées à Bruxelles en 1846, in-8°, chez M. Hayez.

fait. La durée du jour est peut-être le phénomène le plus important qui soit soumis à nos méditations ; il se reproduit par ses effets dans tous les ordres de la nature. Chez l'homme surtout, il fait partie essentielle de son existence : la veille et les travaux qui l'occupent, le sommeil qui y succède, forment un retour périodique et non interrompu qui partage sa vie entière, et le rendent, à son insu, le reproducteur continu des mêmes actions, et l'on pourrait dire des mêmes pensées.

Les animaux ne sont pas moins sensibles à ces alternatives qu'on retrouve partout dans la nature. La plante, de son côté, après les chaleurs du jour, a son sommeil ainsi que l'homme, et présente des phénomènes qui varient successivement : la partie inanimée de la création elle-même, semble prendre part à ce mouvement diurne.

Notre globe, en tournant autour de son axe et en subissant l'influence du soleil, présente une succession périodique de lumière et d'ombre ; il jouit alternativement du jour et de la nuit : cette variation est sensible à tout ce qui respire. Si l'on consulte le savant, il fera connaître d'autres phénomènes diurnes qui échappent en général à l'attention des hommes : il indiquera les phénomènes électriques et galvaniques, dont l'équation diurne est encore si peu connue ; il parlera de la quantité de lumière qu'envoient les différentes parties du ciel selon leur distance angulaire du soleil ; il fera connaître la loi de la polarisation de cette même lumière. On sent déjà que le monde s'agrandit et que, par la multiplicité des phénomènes auxquels cette loi donne lieu, ce sujet semble devenir infini.

La périodicité diurne est donc fondamentale : elle produit, dans chaque ordre de faits, des phénomènes périodiques secondaires, dont quelques-uns donnent lieu à des études qui commencent à peine à être entrevues, et

qui mériteront, sans doute, une attention toute spéciale, quand la météorologie aura pris le rang qui lui appartient.

Il est un autre ordre de faits périodiques non moins intéressants : c'est celui des phénomènes *annuels* qui dépendent du temps qu'emploie la terre à faire sa révolution autour du soleil. L'homme les connaît dans leur ensemble; il a su se faire aux plaisirs et aux peines que lui imposent les saisons et surtout les chaleurs de l'été et les rigueurs de l'hiver. Mais le savant qui en apprécie les causes et qui sait que ces phénomènes dépendent de l'inclinaison de l'axe de notre terre sur le plan de l'écliptique, peut mieux se rendre compte de tous ses effets. Il voit cette obliquité diminuer lentement d'année en année, et il a pu croire d'abord qu'un jour elle disparaîtrait complètement et que les saisons cesseraient alors d'avoir leur cours. Mais les progrès de l'astronomie lui ont appris, depuis, que cette diminution de l'obliquité de l'écliptique aura ses limites, et que la terre reprendra sa position primitive.

Si les alternatives de la période annuelle ont une action si puissante sur l'homme, si elles exercent, d'après les recherches statistiques, une influence marquée sur le nombre des naissances, des décès et sur tous les faits qui concernent l'humanité, son action est bien mieux marquée encore, quand on considère les animaux et surtout les plantes (1).

---

(1) Les phénomènes périodiques des plantes et des animaux avaient d'abord appelé l'attention de Linné. Ce savant crut devoir abandonner ensuite cette étude. Elle a été reprise plus tard en Belgique, puis en Autriche, en France, en Angleterre, dans une partie de la Prusse et de la Russie, et, en général, dans la plupart des pays où les sciences sont cultivées. Les naturalistes les plus distingués s'en sont occupés, et depuis un quart de siècle, la plupart ont transmis obligeamment leurs observations à l'Académie royale de Belgique.



Parmi les animaux, et particulièrement parmi les oiseaux, il en est qui reparaissent à certaines époques de l'année, selon les degrés de latitude et selon la température des climats. Ce dernier phénomène, qui les avait appelés, leur donne ensuite le signal du départ aux approches de l'hiver. Nous en dirons autant de ce peuple d'insectes qui s'attachent à nos forêts et aux plantes en général; ils reviennent à des époques et à des températures marquées, ils choisissent chacun l'arbre qui leur convient; ils offrent enfin aux naturalistes l'une des études les plus attrayantes.

L'homme franchit, vers les pôles de notre globe, des limites que les plantes n'atteignent généralement pas, et où peu d'animaux réussissent à séjourner.

La période *annuelle*, de même que la période *diurne*, est donc de premier ordre et comprend, comme faits secondaires, une quantité de phénomènes que l'homme ne connaît encore qu'imparfaitement, mais au perfectionnement et à la découverte desquels il consacre toute son existence. Ces deux périodes sont à peu près les seules connues par leurs effets, mais est-ce à dire qu'il n'en existe point d'autres qui méritent également notre attention ?

L'astre qui les cause, le soleil, a un mouvement de rotation sur son axe; il montre successivement ses différentes faces à notre terre, et sa rotation complète s'achève dans l'espace de vingt-cinq à vingt-six jours. Mais connaissons-nous les effets que produit ce mouvement ? Les astronomes seuls les ont aperçus par le déplacement des taches qui naissent de temps en temps à sa surface. Ces taches exercent-elles une action ? ou bien telle face du soleil, abstraction faite des taches, produit-elle des phénomènes qui lui soient particuliers ? Ces effets périodiques

sont encore généralement inconnus : on en soupçonne les causes, mais il faudrait des études plus approfondies pour les admettre entièrement. William Herschel supposait que la présence des taches indiquait des jours plus chauds : depuis, des expériences ont établi le contraire, et l'on voit que la science est encore sans notions suffisantes de ce côté, malgré les observations du célèbre astronome anglais.

Nous sommes également dépourvus de notions positives sur le mouvement de translation que semble avoir le soleil dans l'espace, en entraînant, dans son cortège, tous les satellites qui l'entourent : nos connaissances sont donc insuffisantes sur les phénomènes périodiques que peuvent produire, par rapport à nous, ses mouvements de translation et de rotation.

Si, après le soleil, nous considérons les attractions qu'exerce sur notre globe l'astre qui l'avoisine le plus, nous trouverons quelques faits que la science a successivement reconnus, et particulièrement le phénomène des marées, qui est trop prononcé et trop influent pour qu'on n'ait pu en apercevoir les causes et les effets : on a reconnu même que la lune, à cause de sa proximité de notre terre, est beaucoup plus influente que le soleil dans la production des marées, dont on a calculé les retours et les hauteurs (1). Des écrivains distingués se sont cependant prononcés contre ces actions si manifestes, et Bernardin de Saint-Pierre, dans ses *Études de la nature*, n'a pas craint de s'élever contre les théories admises. Quel que soit le mérite de ce grand littérateur, l'action de la lune sur notre globe a été adoptée.

---

(1) Des études récentes ont été faites encore sur la nature de ce phénomène; notre pays y a pris part, par l'intermédiaire de l'Académie royale et de l'Observatoire de Bruxelles.

On a supposé également que l'influence lunaire peut exercer de l'influence sur quelques phénomènes physiologiques, et particulièrement chez les femmes; cette action cependant est restée très-problématique; elle a été même rejetée par la science.

Les effets produits par la lune, quoiqu'on ait souvent parlé de leur influence, ont généralement peu exercé les investigations des savants; on doit cependant excepter le phénomène des marées dont nous venons de parler. On ne peut ignorer surtout les secours que donnent, particulièrement aux navigateurs, les phases lunaires qui se reproduisent pendant le cours d'un mois périodique, ainsi que les autres phénomènes astronomiques qui en dépendent.

On sait, d'une autre part, que les corps célestes, en opérant leur révolution autour du soleil, éprouvent, autant qu'on a pu en juger, une rotation autour de leur axe. Cette rotation s'exécute dans l'intervalle d'un jour à peu près pour les corps qui sont, avec notre terre, dans le voisinage du soleil; tandis que, pour les grandes planètes, plus éloignées, telles que Jupiter et Saturne, la rotation est beaucoup plus rapide, et s'accomplit dans l'espace de dix heures, malgré leur volume plus considérable.

Les mouvements de ces corps, si intéressants par rapport à notre terre, n'ont rien fait connaître de spécial sur leur mode d'action, qui, du reste, à l'exception des forces attractives, doit être à peu près nul à notre égard (1).

On a pu supposer une action sensible aux comètes qui souvent passent dans notre voisinage; mais rien de pô-

(1) Nous citerons spécialement le ciel étoilé; ce spectacle mérite toute notre attention : les phénomènes curieux qu'on y observe appartiennent autant au physicien qu'à l'astronome. Le mouvement propre des étoiles a.

sitif n'a été reconnu à ce sujet. D'ailleurs les comètes, à quelques exceptions près, offrent des phénomènes qui ne pourraient donner lieu à une périodicité, puisqu'elles ne doivent plus agir sur notre système solaire après un premier passage.

On a pensé avec plus de raison que les aérolithes, et, particulièrement, que les étoiles filantes, supposées ou étrangères à notre globe, ou formées dans notre atmosphère, ont des retours périodiques, surtout pendant les grandes apparitions. De semblables phénomènes sont en effet très-probables, surtout si l'on consulte les apparitions périodiques du mois d'août, et celles du mois de novembre : ces dernières toutefois, depuis quelques années, paraissent éteintes; elles se reproduiront peut-être plus tard. Ce phénomène, étudié avec plus d'attention dans ces derniers temps, n'est cependant pas encore suffisamment connu pour qu'on puisse en présenter une explication complète.

Si nous ramenons nos regards vers la terre, et si nous les arrêtons sur l'atmosphère qui lui sert d'enveloppe, nous jugerons qu'il est impossible que cette masse mobile ne prenne pas une part spéciale aux phénomènes annuels et diurnes que produit le soleil pendant le cours d'une année ou d'un jour.

Mais il est essentiel, avant tout, de connaître quelle est la hauteur de cette enveloppe gazeuse dans laquelle nous vivons. Les opinions admises sont encore partagées à cet

dans ces derniers temps, fait l'objet des études des savants : cette branche délicate, l'une des plus difficiles de l'astronomie, a fixé toute l'attention de l'Observatoire royal de Bruxelles. L'étude spéciale qui en a été faite et les travaux étendus qu'on prépare sur cette partie intéressante, permettront peut-être de ne pas quitter ce champ de l'observation sans avoir pu ajouter quelque chose à la connaissance des merveilles qu'il présente.

égard : on ne lui attribue généralement que seize à vingt lieues ; mais plusieurs physiciens , dans ces derniers temps , lui ont supposé une hauteur trois à quatre fois plus grande , en se basant sur l'apparition de phénomènes qui seraient inexplicables sans une hauteur semblable (1). Quoi qu'il en soit , on comprendra combien les phénomènes atmosphériques peuvent présenter de difficultés dans ce qui concerne leur explication.

La météorologie comprend tous les phénomènes qui se manifestent dans les couches inférieures de l'atmosphère , ou , si l'on veut , dans l'atmosphère entière , par les variations de température des jours et des nuits ; car les idées sont encore fort partagées à cet égard. La majeure partie des physiciens supposent , en effet , que les mouvements périodiques de la couche d'air se manifestent dans toute son étendue , depuis la surface de la terre jusqu'à la partie la plus élevée ; les autres , au contraire , croient que , dans nos climats , ces variations ne s'étendent pas d'une manière sensible au delà de certaines limites ; que l'échauffement et le retournement continu des couches ne se propagent guère au delà de six à huit lieues de hauteur en été , et de la moitié de cette élévation en hiver. Toute la partie supérieure de l'atmosphère se trouverait donc

(1) J'avais émis cette opinion , dans mon ouvrage sur la *Physique du globe* , page 514 et suivantes , in-4<sup>e</sup> , 1861. Elle a été soutenue depuis par plusieurs savants des plus distingués de cette époque , parmi lesquels je citerai sir John Herschel , Haidinger , H.-A. Newton , De la Rive , Le Verrier , Hansteen , etc. , etc.

En 1822 , j'avais invité un grand nombre d'observateurs belges , MM. Plateau , Morren , Groetaers , Manderlier , De Bavay , De Man , Vanderlinden , Crocq , Jaymart , Leclercq , etc. , à observer avec moi les étoiles filantes , pour en reconnaître les principales causes. Depuis cette époque , je n'ai pas cessé de les observer , surtout vers leurs époques critiques.

dans un état relativement immobile jusqu'à ses dernières limites. C'est aux époques des solstices surtout que la couche mobile subirait des changements assez sensibles. Le passage brusque d'une partie atmosphérique du nord vers le sud, et réciproquement, selon la saison, produirait ces coups de vent et ces bourrasques bien connus des observateurs (1).

Les phénomènes météorologiques qui concernent la densité de l'air, la température, l'humidité, les vents, l'électricité, le magnétisme et toutes les propriétés de l'atmosphère doivent donc subir des variations, soit diurnes, soit annuelles, dont il importe de tenir compte. Ces périodes cependant ne sont pas entièrement limitées par la longueur du jour ou de l'année; elles ne dépendent pas uniquement du soleil; la période lunaire produit aussi son

(1) Pour étudier l'état de l'atmosphère sur une grande échelle, sir John Herschel avait invité les savants de l'Europe à joindre leurs recherches aux siennes, pendant son séjour au cap de Bonne-Espérance. Malheureusement les lieux d'observation étaient trop éloignés les uns des autres et les temps périodiques des observations étaient trop resserrés pour permettre d'en déduire des résultats utiles. Cet illustre savant, en quittant le Cap, voulut bien m'engager à continuer en Belgique les observations qu'il avait demandées. J'invitai successivement, de proche en proche, plus de quatre-vingts stations de l'Europe à me seconder. Les observations horaires se faisaient quatre fois par an, aux équinoxes et aux solstices, pendant trente-six heures : elles ont été continuées durant plusieurs années et ont été imprimées par l'Académie royale de Belgique (1859 à 1844) dans le recueil de ses *Mémoires*, mais le défaut d'aides me força de les interrompre ensuite. J'ai donné les résultats de ces observations dans mon ouvrage sur le *Climat de la Belgique*. Je montrai dans des tables et des cartes, comme M. Le Verrier le fait actuellement au moyen de la télégraphie électrique, la marche des *vagues atmosphériques au-dessus de l'Europe entière et d'une partie de l'Asie*, et je pus en suivre la progression que l'on reconnaît mieux aujourd'hui par les perfectionnements apportés à la science. Ce système d'observations, qui s'étendait par la Russie jusqu'à la Chine, prouve l'importance des observations faites sur une grande échelle.

effet, et l'on connaît son action mensuelle et diurne, surtout en ce qui concerne les marées.

Les effets produits par la lune sur notre atmosphère ont été, malgré leur importance, trop peu étudiés; sous le rapport météorologique, pour qu'on puisse bien les apprécier; quant aux planètes et aux comètes, leur action a été jugée généralement trop faible pour qu'on ait cru devoir la prendre en considération.

Il n'en est pas tout à fait de même des étoiles filantes; on ne pourrait guère, par exemple, s'énoncer sur la nature de celles qui se montrent, chaque jour, en nombre plus ou moins grand dans l'atmosphère; mais on a pu en reconnaître qui se reproduisent périodiquement, à certaines époques de l'année, comme le 10 ou le 11 août, et le 15 ou le 16 novembre. Leur multiplicité, en des circonstances pareilles, et leur direction à peu près uniforme ont fait supposer une cause spéciale d'existence et d'origine: on les a considérées comme formant un phénomène périodique qui se reproduit à la même époque. Généralement, ces étoiles filantes, d'après les opinions reçues, circulent dans l'espace et viennent se jeter dans notre atmosphère, où elles s'éteignent sans qu'on ait jamais réussi, malgré leur grand nombre, à en saisir une seule et à en considérer la substance.

Ceux qui attribuent une hauteur plus grande à cette région aérienne, ou plutôt qui supposent que, par-dessus l'atmosphère dans laquelle nous vivons, il s'en trouve une autre de nature différente, infiniment rare et trois à quatre fois plus élevée, supposent que les étoiles filantes se montrent en y pénétrant, et s'éteignent après l'avoir traversée. D'une autre part, c'est aussi vers la partie servant de limite à ces deux atmosphères que se forment, d'après eux, les

aurores boréales qui présentent une périodicité surtout vers les équinoxes.

C'est aussi en agissant à travers l'atmosphère que l'électricité de l'air produit sur la surface du globe, pendant le jour et la nuit, des actions *statiques* marquées qui ont été étudiées dans ces derniers temps. Les différences sont extrêmement prononcées selon les saisons : pendant les mois de décembre et de janvier, l'électricité *statique*, à une heure après midi, est dix à douze fois plus forte que pendant les mois d'été. Ces observations demandent beaucoup de précautions, et, pour conditions essentielles, elles doivent être faites dans un lieu où l'instrument ne puisse être influencé par aucun bâtiment voisin ni par aucun corps plus élevé(1). L'électricité, en agissant sur les nuages, change parfois totalement leur état normal et produit des orages, surtout vers les époques des équinoxes.

---

(1) Ces observations sont faites régulièrement, chaque jour, sur une des tourelles de l'Observatoire de Bruxelles, à l'heure de midi et avec l'électromètre de Peltier (voyez la *Physique du globe*, page 81). C'est la plus longue série d'observations qui ait été faite : elle a commencé en 1844 et continue encore *chaque jour*, indépendamment des observations supplémentaires que l'on prend en temps d'orage. Des observations semblables ont été faites à Munich par M. Lamont, et à Kew en Angleterre, par M. Ronalds : les *maxima* et *minima* annuels de ces différents lieux arrivent aux mêmes époques, mais avec des valeurs différentes. Mon confrère, M. Duprez, pour éclaircir cette question, a bien voulu faire, à ma prière, des observations chaque jour, à la même heure, depuis 1855, sur le toit de sa demeure, à Gand, où il se trouve un peu dominé par une élévation voisine. Cet obstacle lui donne des valeurs trois à quatre fois moindres que les miennes, et nous ont montré combien ces sortes d'observations demandent de précautions. Les variations diurnes et annuelles de l'électromètre sont aussi clairement et énergiquement mises en évidence que les variations correspondantes du thermomètre. Nous ne pouvons que nous étonner des doutes qui existent encore à cet égard, et qui sont dus sans doute aux instruments et aux méthodes d'observation qui laissent généralement beaucoup à désirer.



On est loin de connaître complètement les lois de l'électricité *statique* et celles de l'électricité *dynamique* de la terre, bien que, jusqu'à ce jour, des expériences nombreuses aient été faites à ce sujet.

On doit à M. Hansteen, directeur de l'observatoire de Christiania, des calculs précieux sur la durée de la longue période magnétique qui sépare progressivement la plus grande de la plus petite déclinaison de l'aiguille. Quelle est la durée d'une période semblable, et quelles sont les circonstances qui peuvent lui donner naissance? Je n'en donnerai qu'un exemple : A Bruxelles, la déclinaison a passé par son état *maximum* vers 1814 ; elle était alors positive et de vingt-deux degrés et demi. Elle diminue maintenant, et, selon le physicien norvégien, elle sera nulle en 1927 ; l'aiguille alors passera de l'autre côté du méridien, pour atteindre sa plus grande excursion négative vers l'est ; elle reviendra ensuite vers l'ouest, et dépassera encore le méridien pour redevenir positive. Toute la période sera parcourue en plus de quatre cent cinquante ans : j'ai trouvé, de mon côté, une période un peu plus longue. Quelle est la cause qui motive ce changement ? A quoi faut-il l'attribuer ? Peut-on penser que la surface solidifiée du globe ait un mouvement diurne différent de la partie intérieure probablement encore liquide, et que cette différence de révolution des temps produit la différence d'action ? Cette dissimilitude pourrait exister lors même que la partie solide ne serait pas encore complètement disjointe de la partie intérieure ; c'est entre elles deux que se formeraient les vapeurs et les laves qui se répandent de temps en temps pendant les éruptions volcaniques (1). Nous n'insisterons

---

(1) Pendant qu'avec M. Bravais je m'occupais du problème des éruptions

pas à cet égard; nos études sont trop peu avancées pour que nous puissions exprimer ici une opinion fondée.

Tout récemment encore les physiciens ont reconnu une période semblable de dix à onze ans pour l'amplitude diurne du magnétisme. L'aiguille, dans son excursion diurne, fait des écarts plus grands pendant une partie de la période que pendant l'autre : les plus habiles observateurs se sont prononcés à ce sujet. Mais indépendamment de cette variation d'amplitude plus ou moins grande, l'aiguille semble éprouver encore une variation annuelle qui, pendant onze années, la tient dans un écart continu plus fort qu'elle ne devrait avoir, pour prendre ensuite un écart continu moindre, pendant les onze années suivantes. Cet écart alternativement positif et négatif, embrassant une période de vingt-deux années, dont les plus fortes déviations de chaque côté sont de six à sept minutes, se déduit des observations, faites annuellement à Bruxelles, au mois d'avril et à l'heure de midi.

Les observations de Bruxelles montrent donc que l'aiguille s'écarte, pendant onze années, d'un côté du méridien, puis, pendant les onze années suivantes, elle s'écarte du côté opposé. La marche moyenne de l'aiguille

volcaniques, il y a à peu près vingt ans (*Lettres sur la théorie des probabilités*, par A. Quetelet, pages 412 et suivantes), nos idées étaient entièrement tournées vers le double mouvement de rotation de la partie extérieure solide et de la partie intérieure encore liquide de la terre, qui nous semblaient ne pas devoir être de même durée. Nos relations à cet égard n'avaient rien de confidentiel, et M. Alexis Perrey, qui partageait nos idées, a bien voulu m'en parler encore dans ces derniers temps. Sans la maladie imprévue et opiniâtre de mon savant ami, dont la science déplore la perte récente, je l'aurais engagé à continuer ce sujet intéressant que ses connaissances étendues pouvaient embrasser d'une manière si complète.

aimantée oscille donc régulièrement autour de la sinusoïde qu'elle devrait décrire, si sa marche était uniforme. Cette variation est-elle locale, et alors quelle cause peut donner naissance à ce nouveau mouvement? Si la cause en était connue, il n'y aurait bientôt plus de doute sur sa durée, malgré le peu d'observations que nous possédons.

Cette période de onze ans (1), pour l'amplitude des oscillations de l'aiguille, de même que pour ses écarts de l'un ou de l'autre côté de la sinusoïde, n'est pas tout à fait nouvelle dans la physique du globe; nous la retrouvons encore pour les taches solaires, qui se reproduisent, en nombre plus ou moins grand, selon le même espace périodique de temps; et l'un de ces phénomènes pourrait fort bien donner naissance à l'autre!

Notre globe paraît avoir trois espèces de mouvements : indépendamment de la rotation de la partie solide sur laquelle nous nous trouvons, la partie plus ou moins liquide de l'intérieur, qui en est détachée, ferait sa révolution dans un temps un peu moins long; de manière que la concordance se rétablirait après quatre siècles et demi environ. On verrait alors les mêmes phénomènes magnétiques, qui n'ont pas sensiblement changé dans la partie interne du globe, recommencer les mêmes mouvements par rapport à la partie solide sur laquelle nous nous trouvons. De plus, la partie supérieure de l'atmosphère, disjointe déjà de la partie inférieure, qui est échauffée par la réflexion des rayons solaires, aurait aussi sa rotation particulière qui ne serait pas la même que celle de la partie solide.

---

(1) M. Rudolf Wolf dit 11 années  $\frac{1}{9}$ ; c'était aussi la pensée de MM. Hansteen, Faraday et de Humboldt; MM. Lamont et Sabine admettent 10 années  $\frac{1}{4}$  seulement.

Ces différents mouvements n'ont rien d'extraordinaire : nous les voyons se reproduire de la même manière sur la planète Saturne, qui a une révolution indépendante de celle des deux anneaux qui l'entourent. Ces anneaux, indépendants l'un de l'autre, ont aussi chacun un mouvement particulier qu'on est parvenu à reconnaître.

D'après M. Hansteen, les aurores boréales auraient, de leur côté, une périodicité qui mérite une attention spéciale; et, de plus, elles se montreraient en nombre plus ou moins grand pendant le cours d'une année (1).

La rapidité de l'électricité à la surface de la terre est immense; on varie cependant beaucoup d'opinion à cet égard : pour des espaces même assez grands, on peut regarder sa marche comme à peu près instantanée. C'est sur cette belle propriété que sont fondés les télégraphes électriques, qui ont tant excité l'admiration générale depuis ces derniers temps.

Les phénomènes *annuels* et *diurnes* de la météorologie et de la physique du globe ne cessent pas à la surface de la terre : les variations de température subsistent encore à l'intérieur du sol, et même elles s'y transmettent plus régulièrement qu'à la surface; car les petites variations accidentelles y disparaissent complètement pour y laisser prédominer les faits généraux. Ainsi dans nos climats, à la surface du sol, les températures de janvier et de juillet diffèrent en moyenne de 16 degrés centigrades; à un mètre de profondeur, la différence de ces deux mois extrêmes est de 9 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> degrés, et, à 7<sup>m</sup>80, elle n'est plus que de 1 degré <sup>1</sup>/<sub>2</sub> environ; c'est-à-dire qu'elle est à peu

---

(1) *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XX, p. 118, an. 1847.

près sur le point de s'éteindre. D'une autre part, les dates de ces extrêmes ne sont plus janvier et juillet, mais juin et décembre, c'est-à-dire que le *minimum* et le *maximum* ont employé cinq mois à descendre jusqu'à cette profondeur. Ce n'est qu'en descendant de vingt mètres environ et après une année entière que la température redevient à peu près uniforme à toutes les époques.

La variation *diurne* du thermomètre ne se fait pas sentir à des profondeurs aussi grandes. Le célèbre physicien Fourier, qui a traité admirablement cette branche des sciences, a fait voir que les profondeurs où les variations thermométriques cessent d'agir, sont entre elles comme les racines carrées des nombres qui représentent les durées des périodes de ces variations, et par conséquent comme  $\sqrt{1}$  est à  $\sqrt{565}$ , ou comme 1 est à 19 environ. La période diurne n'exerce donc pas d'effet sensible au-dessous de 1 mètre. C'est ce que l'expérience confirme en effet (1).

Mais ce qui mérite surtout notre attention, c'est le curieux développement des plantes. Pour quelques régions, le phénomène de la végétation se fait d'une manière continue pendant tout le cours de l'année; en se rapprochant des pôles, on rencontre des pays, et le nôtre est de ce nombre, où la végétation est arrêtée pendant une partie de ce temps. Plus on s'avance vers les pôles, où se trouvent les régions dans lesquelles aucune plante ne peut croître ni subsister en plein air, plus la durée de leur sommeil augmente. Ce qui est merveilleux, c'est que toutes les

---

(1) On peut voir dans les *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, tomes X et XIII, deux mémoires publiés à ce sujet : voyez aussi la *Physique du globe*, par A. Quetelet, pp. 35 et suivantes.

plantes ont respectivement leur instant de croissance, de développement des feuilles et des fleurs, de production des fruits, qui sont en rapport avec la température de chaque climat. Il est des plantes qui ne fleurissent point dans nos régions faute d'une température suffisante; d'autres y viennent avec abondance et s'arrêtent sur une ligne de démarcation plus ou moins rapprochée du pôle. Cette limite suit une ligne invariable à la surface de la terre : chaque espèce de plantes a sa courbe qu'elle ne franchit point. Dans notre climat, par exemple, nous dépassons la frontière où mûrit la vigne, et où les raisins ont encore la force nécessaire pour produire un vin potable; à mesure qu'on se rapproche des pôles, ou qu'on s'élève sur les montagnes, les fleurs diminuent en même temps que les degrés de température : ainsi les sommets des Alpes sont à peu près dans le même état que des plaines situées dans les régions boréales. Cet admirable spectacle de la végétation offre un des phénomènes les plus frappants et les plus séduisants pour l'homme dont le cœur s'ouvre aux merveilles de la nature.

Ce ne sont pas seulement les variations annuelles du règne végétal qui doivent nous occuper, les changements diurnes méritent aussi notre attention : il est des plantes qui s'ouvrent à diverses heures du jour ou qui ferment le calice de leurs fleurs, selon l'heure plus ou moins avancée et le degré d'éclairement du soleil. Cet astre, en effet, semble être leur protecteur et l'agent principal de leur vie : les fleurs paraissent ne s'ouvrir qu'à regret quand elles sont privées de sa douce influence, et les fruits avortent ou n'acquièrent point de saveur.

Cet admirable concert des plantes est animé par une quantité innombrable d'animaux de toute espèce. Au re-

tour du printemps, les papillons, les scarabées, les pucerons, les oiseaux animent la verdure qui leur sert d'asile : il semble que chaque espèce de plantes porte ses habitants particuliers. La vie est tour à tour en pleine activité à la surface boréale et à la surface australe de notre globe.

Pour la plupart de ces animaux, la période est annuelle : ils s'éveillent avec les beaux jours, vivent au milieu des bienfaits que leur présentent les plantes et s'éteignent successivement, en laissant les germes qui doivent former la génération suivante.

Quelques-uns de ces insectes ont une période plus courte ; les éphémères, par exemple, limitent leur durée à l'espace d'un jour : tous semblent également reconnaître cette période diurne. Le lever du soleil, au milieu des merveilles que cet instant fait naître, doit frapper d'un charme toujours nouveau l'ami de la nature. L'activité qui anime les plantes et les animaux divers forme un spectacle séduisant qui se renouvelle sans cesse. Chaque heure du jour a ses charmes pour qui sait les apprécier ; et le coucher du soleil, bien que l'astre se rapproche de l'horizon opposé à celui où il se trouvait le matin, offre un tableau tout à fait différent, et répand dans l'âme des sentiments d'une tout autre nature.

Que dire du spectacle que présente l'homme et de l'influence qu'exerce sur son être le retour des saisons ou même la courte durée du jour, qui réveille successivement toute son organisation ? On le voit, pour ainsi dire, renaître à chaque retour annuel : en lui se renouvellent aussi les mêmes besoins instinctifs, les mêmes phénomènes du moral et de l'intelligence ; on les voit se développer dans le même ordre, atteindre au même *maximum* dans le cours de son existence, *maximum* plus ou moins reculé,

selon la nature du phénomène. Pour les facultés de l'intelligence, par exemple, les nuances sont admirablement observées : les travaux qui exigent plus spécialement la force de l'imagination, tels que les produits des beaux-arts, les grands ouvrages tragiques ou les découvertes mathématiques naissent vers l'âge de dix-huit à vingt ans. C'est alors que, livré à toute la fougue de son imagination, l'homme en montre toute la puissance. On le voit atteindre ensuite à son point le plus élevé entre trente et quarante ans; et souvent sa carrière est entièrement terminée avant que la période s'achève. Ainsi, nous citerons Raphaël, Mozart, Weber, Pascal et tant d'autres, qui n'ont point franchi ce degré fatal. C'est alors que commencent plus particulièrement les ouvrages de raisonnement et de philosophie, qui exigent, soit dans les arts, soit dans les lettres ou les sciences, des combinaisons profondes et des études sérieuses que le temps seul peut donner à l'homme : ce sont ces études austères qui occupent alors ses travaux et qui couronnent ses derniers instants.

Ce que nous disons de l'homme peut se remarquer encore au sujet des villes les plus importantes de l'antiquité, et même des peuples les plus illustres qu'on ait vus sur la scène du monde. Les villes comme les nations peuvent avoir en effet une existence complète : on les voit naître, et commencer à s'agrandir et à se fortifier, en donnant la plus grande part à leur activité et souvent au besoin de la guerre. Les premiers instincts une fois satisfaits, ils tournent leurs regards vers l'intérieur; c'est alors qu'ils donnent à leurs plus nobles qualités l'élan le plus rapide. Le moral s'y établit sur des bases plus fermes; les beaux-arts, les lettres et les sciences fixent aussi leur attention et semblent annoncer que bientôt le peuple, arrivé à sa complète



maturité, aura terminé son existence, ou qu'il commencera une existence nouvelle, en modifiant entièrement son organisation première.

L'existence la plus longue de l'homme atteint, au plus, un siècle; pour une ville ou pour un peuple, elle ne dépasse guère huit à dix fois cette durée. Les républiques de la Grèce, l'ancienne Rome, Venise, et tous les centres principaux de la puissance et de la civilisation n'ont pas dépassé ce terme. Rome, il est vrai, a pris ensuite une autre existence sous l'ère chrétienne; elle a recommencé en quelque sorte sa vie politique; elle s'est créé une langue nouvelle; elle a changé complètement ses habitudes, sa religion et ses mœurs. Elle a étendu une seconde fois son empire sur toute l'Europe : elle n'a pas brillé seulement par sa puissance, il est arrivé un instant où elle a dominé le monde entier comme siège de la religion; puis elle s'est soutenue à cette hauteur par sa politique, par ses grands artistes, par ses savants et par le luxe et la splendeur qu'elle répandait sur tout ce qui l'entourait.

Les autres États de l'Europe ont eu également une puissance qui révélait une existence spéciale; ils ont pris en général une langue et une constitution particulières. Peut-être un changement tend-il à s'introduire aujourd'hui dans les mœurs et les habitudes? Le siècle actuel semble avoir rompu avec le passé; les dynasties se trouvent déplacées; les besoins, les travaux ont complètement changé. Nous ne pouvons plus même assimiler nos mœurs à ce qu'elles étaient il y a deux à trois siècles. La modification, il est vrai, se fait moins sentir chez un peuple que chez un autre; mais à l'homme du moyen âge a succédé un homme nouveau, qui peut encore en conserver les souvenirs, comme nous avons conservé ceux des Grecs et des Ro-

maîns ; mais , quoique rapprochés de nous , ces souvenirs semblent déjà ne plus exercer leur ancien empire. Qui pourrait aujourd'hui , par exemple , comparer le peuple italien à ce qu'il était du temps de Léon X , ou le peuple français à celui du siècle de Louis XI.

La période qui limite l'existence d'un peuple est extrêmement remarquable : elle mérite , comme la vie de l'homme , toute l'attention du penseur. On reconnaît que les changements sont dus au renouvellement du cercle des idées ; on comprend les progrès de chaque peuple ; on voit ce qui le distingue à chaque âge de son existence ; mais ce qui annonce le mieux la modification qu'il va subir , c'est l'état plus approfondi des sciences et des lettres. Cet instant le plus brillant de son existence a quelque chose de solennel , car il est décisif ; et si le peuple n'est pas assez fort pour le franchir avec dignité , il touche alors à sa fin prochaine. C'est une crise dangereuse : il faut savoir en sortir plus fort et plus brillant , ou bien y laisser sa nationalité et son existence.

A plusieurs égards , la vie des peuples tient à la classe des phénomènes périodiques. Malgré le peu de recherches que nous avons faites à ce sujet , on peut , comme nous l'avons dit , en reconnaître assez bien la durée ; on peut établir les différentes phases de la période et en déterminer l'énergie. Nous ne parlons ici , bien entendu , que des réunions d'hommes qui forment véritablement un peuple ; et , en pareil cas , il faut bien moins consulter leur grandeur et leur puissance momentanée que l'ensemble des phénomènes qui révèlent la communauté de leur existence et de leurs pensées.

Le désir de suivre le développement de ces idées dans tout ce qui nous entoure , m'a porté , depuis longtemps , à étudier les principaux phénomènes périodiques de la na-

ture. Ma curiosité à cet égard m'a conduit plus loin sans doute que ne le permettaient mes forces; mais j'ai cru qu'on me pardonnerait au moins l'exposition des réflexions qu'a fait naître, chez moi, cette étude si vaste, même en se bornant, comme je l'ai fait, aux limites d'un seul pays. Il est intéressant de voir les traces d'une étude semblable; et peut être, si mes résultats offrent quelque intérêt, y trouvera-t-on des motifs pour coordonner et étudier les phénomènes périodiques sous une forme plus étendue qu'on ne le fait habituellement.

Il pourra paraître étrange, au premier abord, de rassembler des faits appartenant à des sciences si différentes par leur objet et par les études qu'elles exigent. On verra avec quelque étonnement, par exemple, la science des astres prendre place à côté de celles qui concernent notre terre et surtout les phénomènes qui se rapportent à l'homme. La différence doit en effet paraître immense, mais elle provient en général de l'habitude où l'on est de s'isoler dans la création et de croire que les lois régulières de la nature ne peuvent rien sur nous, ou que l'Être suprême qui a créé ce qui nous entoure a été insuffisant pour coordonner ce qui tient à notre espèce. Nous possédons certainement des qualités qui nous distinguent, mais ces qualités intellectuelles ne nous affranchissent pas d'être sujets aux lois physiques qui règlent la nature : dans bien des circonstances, au contraire, elles semblent nous en rapprocher avec plus de force.

Cette étude immense, je n'ai pas craint de l'entreprendre à un âge qui me permettait peu d'en prévoir les difficultés. Pendant un demi-siècle, j'ai eu la constance de poursuivre activement les travaux qu'elle exige en aidant à former des associations, dans les différents pays, qui pus-

sent m'en faciliter les moyens. Si je n'ai pas atteint complètement mon but, j'ai montré du moins les avantages qu'on peut tirer des travaux entrepris en commun par de grandes réunions d'hommes, soit pour les études météorologiques qui aujourd'hui ont pris tant de développement, soit pour les époques naturelles des plantes et des animaux, soit pour les variations atmosphériques, soit pour le magnétisme et l'électricité du globe, soit pour l'étude des étoiles filantes, soit encore pour les travaux statistiques des différents pays de l'Europe entière, et leur étude générale établie sur une grande échelle.

Le cadre que je me suis tracé comprend plusieurs ouvrages : j'ai essayé déjà d'en publier trois : l'un sur la *Météorologie ou le climat de la Belgique*, un autre sur la *Physique du globe* et un troisième sur la *Physique sociale ou sur l'homme*, etc. (1); mais sans faire connaître encore ce qui m'avait primitivement engagé à les produire, sans oser même y insérer les idées qui m'avaient préoccupé.

L'ASTRONOMIE devait avant tout fixer notre attention, car c'est d'elle que dépendent les grands phénomènes périodiques qui réclament une étude spéciale. Ces phénomènes, en tant qu'ils concernent notre système planétaire, sont généralement soumis à des lois fixes ou périodiques. Quant aux corps étrangers, qui ne font que traverser ce système, tels que les comètes, ou bien ils échappent à nos recherches ultérieures, ou bien s'ils s'associent à notre cortège céleste, ils doivent en suivre les lois communes et ne ré-

---

(1) *Sur l'homme et le développement de ses facultés, ou essai de physique sociale*, par A. Quetelet, 2 vol. in-8°. Paris, chez Bachelier, 1855. — *Sur le climat de la Belgique*, 2 vol. in-4°, et *Sur la physique du globe*, 1 vol. in-4°, dans les ANNALES DE L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BRUXELLES.

pandre aucune perturbation dans nos études. Je compte sur le concours de mon fils, surtout pour l'étude des corps stellaires et des phénomènes curieux et nouveaux qui appellent notre attention : c'est un travail dont il s'occupe depuis huit ans, et dont il fera connaître bientôt les premiers résultats (1). On peut, du reste, regarder l'astronomie, et surtout l'observation des deux grands corps célestes qui frappent le plus nos regards, comme renfermant l'origine de tous les phénomènes qui méritent de nous occuper dans nos études.

La MÉTÉOROLOGIE comprend les phénomènes atmosphériques qui tombent plus particulièrement sous nos sens, tels que la température, la pression atmosphérique, l'état hygrométrique et l'électricité de l'air, la direction et l'intensité des vents, les orages, les tempêtes, etc. Pour juger de leur nature, nous devons savoir les dégager des perturbations qui s'y mêlent par une foule de causes qui tendent à compliquer leur marche naturelle. D'une autre part, aux phénomènes périodiques que produisent les corps célestes les plus voisins de nous, viennent se joindre encore des phénomènes périodiques curieux, qui semblent dépendre de l'action seule de notre globe et de la réaction de ses divers éléments entre eux.

La PHYSIQUE DU GLOBE mérite également notre attention : nous comprenons, dans les phénomènes qu'elle présente, ceux qui concernent la végétation et le règne animal, de même que ceux qui se rapportent à l'étude des mers; nous examinerons les lois intéressantes du magnétisme ter-

---

(1) Dans ce travail, il est secondé par mes deux autres aides, MM. Mailly et Horemann; par le premier pour la réduction des astres, et par le second pour les observations faites au cercle mural.

restre, des températures du sol, et de l'électricité, en tant qu'elles concernent uniquement notre globe ou qu'elles dépendent des corps célestes voisins. Nous croyons devoir y comprendre aussi le brillant phénomène des étoiles filantes qui, malgré leur origine soit cosmique soit terrestre, appartiennent entièrement à notre globe, par les phases qu'elles manifestent en traversant notre atmosphère.

Quant à la **PHYSIQUE SOCIALE**, envisagée sous le point de vue le plus général, il faudra y considérer, outre l'action purement physique de la nature et des lois qui y appartiennent, ce qui dépend plus spécialement de l'organisation de l'homme et des faits qui dominent son intelligence. Il se présente ici une classe de phénomènes dont nous n'avons pas à nous occuper en parlant des corps bruts, mais qui sont coordonnés avec tout autant de régularité et peut-être avec plus d'ordre encore que ceux de la nature morte. Que dire ensuite des grandes lois qui appartiennent aux corps politiques en général? J'avais essayé déjà de traiter des principales parties de cette étude intéressante (1); mais des recherches plus complètes pourront introduire des vues nouvelles dans cet ouvrage, publié depuis environ trente ans, et qui alors a attiré l'attention des savants des différents pays, si du moins j'en juge par les contrefaçons et les traductions qui en ont été faites dans différentes langues.

La **THÉORIE DE L'HOMME ET DE SES PROPORTIONS** a été traitée dans un ouvrage spécial. J'ai eu soin d'y réunir tout

(1) *Sur l'homme*, etc., par A. Quetelet; 2 vol. in-8°. Paris, chez Bachelier, 1855. Voyez aussi les traductions qui en ont été faites en anglais, en allemand, en italien, etc.

ce qui avait été écrit sur le même sujet, chez les différents peuples anciens et modernes. En le composant, j'ai eu recours aux lumières de plusieurs de nos artistes et de nos savants les plus distingués. La conformation physique de l'homme, dans tous les traités qui ont été publiés jusqu'à ce jour, n'a point été envisagée, il me semble, d'une manière générale : on se bornait à tracer les formes les plus belles qu'on avait eu l'occasion de remarquer. De sorte que la beauté dépendait plutôt du bon goût de l'écrivain que des vrais principes de la nature, jugés moins sous le point de vue scientifique que d'après des vues particulières. L'application des moyennes aux connaissances humaines est d'ailleurs d'un usage entièrement moderne, et les jugements sur les proportions de l'homme répugnent encore à en faire usage, par l'impossibilité qu'on suppose d'assigner un être moyen qui soit à l'abri des défauts qu'on rencontre en général. J'avoue que cette difficulté m'avait également arrêté au commencement de mes études sur l'homme, et il me fallut des épreuves répétées sur plusieurs groupes d'individus régulièrement conformés, pour me montrer combien ces craintes étaient peu fondées.

Pour rendre mes travaux aussi complets que possible, j'ai cru devoir les commencer par l'étude même de l'HISTOIRE de notre peuple, dont je désirais connaître les principaux éléments constitutifs. Il fallait étudier avant tout si, dès sa naissance, le Belge avait manifesté une existence spéciale portant le caractère de l'unité et accusant un même type; il fallait aussi reconnaître si les éléments qui composent ce peuple veulent les mêmes institutions et les mêmes principes, quoique vivant dans des états différents, ainsi que l'avaient fait les anciens peuples de la Grèce. Sans cette unité, nos études sur l'ensemble n'avaient aucun caractère sérieux au point de vue de la science.

Pour l'homme qui s'occupe de l'étude philosophique des peuples, l'existence de la Belgique, de même que celle de la Suisse, mérite une considération sérieuse. Situés aux deux extrémités de la France, mais avec des moyens de prospérité et de défense bien différents, ces pays ont eu à subir les mêmes luttes pour se soustraire à des envahissements presque continuels; mais la Belgique, plus exposée et moins forte par sa position géographique, a perdu une première fois jusqu'à son existence comme peuple. Espérons que sur la limite orageuse qui la sépare de plusieurs nations, elle pourra soutenir la position difficile, mais honorable, qui lui a été faite dans ces derniers temps!

—

*Note sur la grotte de Montfat et énumération des espèces de mammifères et oiseaux fossiles dont elle renferme les dépouilles; par M. Van Beneden, membre de l'Académie.*

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la classe quelques ossements qui m'ont été communiqués par M. E. Dupont, dans le courant de cette semaine; ils ont été recueillis, en 1849, dans la grotte de Montfat, orientée à son ouverture NNO et située dans le rocher qui domine Dinant. Ces ossements ont été découverts par M. Victor Lyon, d'Onhaye, le propriétaire de la grotte, qui a bien voulu les confier à M. E. Dupont.

M. Lyon, comprenant tout l'intérêt qui s'attache à ces recherches paléontologiques, a eu l'obligeance de donner à M. E. Dupont toute liberté pour fouiller dans la grotte de Montfat, et, au nom de la science, nous lui en témoignons



ici toute notre gratitude : c'est de bon augure pour le résultat des travaux dont M. Dupont a bien voulu se charger et pour lesquels M. le Ministre de l'intérieur a bien voulu promettre son bienveillant concours.

Voici les noms de quelques espèces que nous avons reconnues parmi les ossements recueillis par M. Victor Lyon :

FELIS. . . . .	Voisin par la taille du chat domestique. — Un crâne avec deux dents molaires en place et un humérus.
FELIS SPELEUS.	Un bout de maxillaire inférieur.
— ENGIHOLIENSIS, Schm.	Espèce voisine du lynx. — Une dernière dent molaire.
CANIS VULPES.	Plusieurs os avec maxillaire inférieur. De la taille du renard actuel.
CANIS. . . . .	Plusieurs os d'un animal plus fort et plus trapu.
MELES TAXUS.	Plusieurs os indiquant une taille un peu plus forte que le blaireau ordinaire.
URSUS SPELEUS.	Plusieurs beaux fragments et quatre coprolithes.
RHINOCEROS TICHORHINUS?	Fragments de cubitus, de tibia et d'humérus avec leur surface articulaire.
EQUUS. . . . .	Plusieurs dents molaires. — De la taille du cheval ordinaire.
CERVUS TARANDUS.	Plusieurs fragments de bois, indiquant un animal de forte taille et un autre de petite taille.
BOS PRIMIGENIUS?	Épiphyse inférieure de fémur.
BOS. . . . .	Plusieurs molaires d'un bœuf plus petit.
CAPRA PYRENAICA?	Chevilles de deux individus de taille différente (mâle et femelle.)
TETRAO BOENSIA.	Humérus et tibia. Ces os indiquent une taille qui se rapproche de celle de la gélinotte vivante.

TETRAO AROGALLUS?

Os du tarse.

ANAS SEGETUM.

Humérus coracoïde et omoplate. — De la taille de l'oie sauvage vivante.

On peut voir par cette courte énumération ce que l'on est en droit d'attendre de fouilles conduites avec soin, si, dans une seule grotte, un amateur a pu réunir à lui seul un aussi grand nombre de pièces.

M. Dupont, qui a commencé immédiatement ses recherches sur les fouilles, me donne les renseignements suivants sur le gisement de ces ossements.

Voici comment il s'exprime :

» Cette caverne a trois ouvertures principales; l'une est orientée vers le NNO., les autres vers l'OSO. Elle est creusée dans le calcaire carbonifère, assise VI, dont l'un des principaux caractères, dans notre contrée, est son état fragmentaire. Ces couches sont en effet traversées en tous sens par des fissures qui les divisent en blocs, dont les plus gros ne dépassent guère un cube de vingt centimètres.

» Avant les travaux d'agrandissement qu'on a exécutés dans la caverne, son sol était recouvert partout d'un dépôt d'argile, à laquelle se trouvait mêlée une immense quantité de blocs non roulés de ce calcaire fragmentaire.

» Ce dépôt variait de puissance : il atteignait jusqu'à près de quatre mètres dans certains endroits. Les os s'y trouvaient en plus ou moins grand nombre, mais généralement en petits fragments, lorsqu'ils étaient gros; les petits os sont, au contraire, presque constamment entiers. Ces observations concordent donc bien avec celles de Schmerling.

» L'endroit où l'on a rencontré la plupart des ossements est le pied d'un rocher qui forme un angle rentrant dans

le souterrain. Il est disposé de manière à présenter un obstacle notable au courant, si ce courant fût venu du nord. C'est ainsi que j'ai cru pouvoir me rendre compte de l'accumulation des ossements à cette place.

» Une autre observation qui montre bien, me paraît-il, combien était grande l'intensité de l'afflux des eaux, c'est l'argile qui a pénétré dans les fissures du calcaire fragmentaire, entraînant avec elle de petits morceaux d'ossements. En outre, les parois de la caverne sont fortement usées, comme, d'ailleurs, toute la surface de nos escarpements calcaires.

» Enfin, dans un petit couloir qui est vis-à-vis des ouvertures OSO, j'ai reconnu un fin cailloutis, dont les éléments ressemblent beaucoup à ceux du dépôt caillouteux qui est à la base de notre diluvium. Je n'y ai pas rencontré d'ossements. Il est immédiatement en contact avec le sol et surmonté de l'argile à ossements dans laquelle on a trouvé, directement au-dessus, un fragment de crâne d'ours et celui d'un gros os semblable à ceux que M. Lyon m'a confiés.

» Les faits que j'ai l'honneur de vous soumettre ici peuvent, ce me semble, se résumer ainsi :

» 1° La grotte de Montfat témoigne de deux inondations accompagnées de courants impétueux.

» La plus ancienne n'a laissé qu'un faible dépôt de cailloux tous roulés.

» L'autre se manifeste par un grand amas d'argile avec de très-nombreux blocs calcaires non arrondis. Les ossements qui y ont été trouvés sont plus ou moins brisés et roulés ;

» 2° Les ossements recueillis dans cette caverne proviennent tous de ce dernier dépôt.

*Note sur un nouveau scintillomètre; par M. Ch. Montigny, correspondant de l'Académie.*

Depuis la publication de mon mémoire sur la scintillation (1), M. Andrès Poey, directeur de l'observatoire de la Havane, m'a demandé des détails sur l'un des deux scintillomètres que j'y ai décrits, celui à lentille excentrique en rotation, et cela dans le but de l'appliquer à une lunette équatoriale qu'il faisait construire chez M. Secretan, à Paris. A cette occasion, j'ai modifié la première disposition et j'en ai imaginé une seconde, qui offre des avantages sous le double rapport de l'effet produit et de l'exécution. Si l'Académie me fait l'honneur d'accueillir la description de ces procédés d'observation, dont j'ai fait l'épreuve, il sera utile, je pense, aux savants et aux constructeurs qui voudront les mettre en œuvre de trouver ici des détails sur certaines conditions optiques que ces dispositions devront réunir, si l'on veut obtenir tel effet désiré.

Avant d'aborder toute description, j'appellerai l'attention sur un fait concernant la scintillation, afin de mieux faire saisir l'objet des dispositions imaginées.

Les variations de couleur des étoiles scintillantes, qui s'observent même à l'œil nu, sont sans contredit la particularité la plus remarquable qui caractérise ce curieux phénomène. Ces changements sont beaucoup plus marqués et surtout plus fréquents lorsqu'on observe l'étoile scintil-

---

(1) *La cause de la scintillation ne dériverait-elle point de phénomènes de réfraction et de dispersion par l'atmosphère?* (MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, t. XXVIII.)

lante dans une lunette à laquelle des chocs légers et rapides du doigt impriment un mouvement vacillatoire : alors l'image stellaire se développe en courbes ondulées qui sont fractionnées par les couleurs les plus vives et les plus variées. Au moyen de cet artifice, imaginé d'abord par Nicholson, l'image se déplace continuellement sur la rétine, et l'œil perçoit ainsi séparément chaque teinte produite par la scintillation. Au contraire, dans les observations à l'œil nu et avec la même lunette immobile, une teinte perçue résulte souvent du mélange de deux ou de plusieurs couleurs qui se succèdent au même lieu de la rétine avec une telle rapidité, que l'impression produite par la première persiste encore quand les impressions suivantes sont excitées au même lieu, par la succession des autres couleurs. Si, par exemple, l'image de l'étoile revêt en réalité successivement les sept couleurs du spectre en moins de 0,04, l'image conserve la teinte naturelle de l'étoile que nous supposons être la couleur blanche; elle éprouve tout au plus une variation d'éclat. La valeur numérique que je viens de citer exprime le court intervalle de temps pendant lequel, d'après mes expériences, la succession des couleurs du spectre solaire doit s'effectuer au même lieu de la rétine pour reproduire la lumière blanche (1).

On conçoit ainsi combien, dans la scintillation, le nombre des variations de couleurs réelles est supérieur à celui des changements perceptibles à l'œil nu, et combien il importe, pour l'étude complète du phénomène, de rendre distincts les divers changements de couleur. C'est dans ce but que j'ai régularisé l'expérience de Nicholson

---

(1) *Phénomènes de persistance des impressions de la lumière sur la rétine.* (MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, t. XXIV.)

de façon que l'image de l'étoile scintillante décrive une courbe circulaire dans la lunette, au moyen de la disposition qui a été décrite dans mon mémoire, mais qu'il importe de rappeler ici en peu de mots pour l'intelligence de ce qui suivra. Imaginons que l'on adapte une petite lentille faiblement concave ou convexe entre l'œil et l'oculaire d'une lunette, et que, dans cette position, elle soit susceptible de tourner rapidement autour d'un petit axe qui perce excentriquement la lentille à une faible distance de son centre, cet axe de rotation étant disposé parallèlement à celui de l'instrument et un peu au-dessous de l'ocilleton. Quand un mécanisme adapté à la lunette imprime une rotation rapide à la lentille ainsi disposée, par suite de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, l'image d'une étoile scintillante décrit dans l'instrument un cercle partagé en arcs colorés. J'ai trouvé, au moyen de cette disposition, que la belle étoile Sirius, scintillant à  $14^{\circ}$  au-dessus de l'horizon, éprouvait soixante et dix changements de couleur par seconde et que, parmi ceux-ci, le rouge, l'orangé, le jaune et le vert étaient les teintes prédominantes.

Afin d'éliminer des doutes qui pourraient naître sur ce mode d'estimation, je rappellerai, comme je l'ai dit au sujet de ces expériences sur Sirius, que, dans tout genre d'observation semblable, chaque couleur perçue sur le cercle décrit par l'image stellaire pendant une révolution de la lentille, est le résultat d'une seule impression lumineuse, qui est indépendante de l'impression excitée au même lieu de la rétine pendant la révolution précédente. Cette indépendance résulte du fait que la durée d'une révolution de la lentille a été  $0,45$  dans mes observations sur Sirius, et qu'elle a ainsi surpassé la durée totale d'une

impression sur la rétine que M. Plateau a estimée valoir  $0^{\circ},54$  en moyenne (1).

Rien ne semble plus aisé que d'adapter en avant de l'ocillon d'une lunette le système portatif d'une lentille tournant excentriquement et de son mécanisme moteur; l'appareil s'appliquerait immédiatement à tout instrument, sans qu'il fallût lui apporter aucune modification. Mais, avec cette disposition, l'œil se trouverait forcément trop éloigné de l'ocillon, à cause de l'intervalle qui est nécessaire au jeu de la lentille. Il est incontestablement préférable d'appliquer le système à un oculaire spécial; et le mieux consiste à faire tourner excentriquement la seconde lentille de l'oculaire double, c'est-à-dire celle qui est près de l'œil. Nous éviterons ainsi l'interposition d'un nouveau milieu lenticulaire plus ou moins absorbant, et dont le pouvoir convergent ou divergent troublerait la correction des aberrations de sphéricité et de réfrangibilité, qui est réalisée par l'emploi de deux lentilles dans les oculaires des lunettes astronomiques.

Indiquons d'une manière générale quel sera l'effet produit par la rotation excentrique de la seconde lentille d'un oculaire *négalif* ou de Huygens, dans lequel l'image se forme entre les deux verres. Représentons par A, fig. 1, la première lentille de l'oculaire, par B la seconde et par XY l'axe optique de la lunette; l'axe de rotation *mn* de la lentille B est supposé placé parallèlement à XY et un peu au-dessous de l'ouverture de l'ocillon. Cet axe perce la

(1) Dans ce genre d'expérience, il convient d'adapter au mécanisme moteur un frein destiné à modérer la vitesse de rotation de la lentille excentrique, car il importe de la limiter jusqu'au point où le cercle décrit par l'image stellaire est fermé.

lentille à une distance  $On$  de son centre optique  $O$  qui mesure l'excentricité du mouvement de rotation. Le tracé plein  $B$  représente la lentille quand son centre optique est au-dessus de l'axe, et le pointillé  $B'$  quand ce centre  $O'$  est au-dessous. Supposons que l'image de l'étoile observée se produise en  $a$  par le fait des pouvoirs convergents de l'objectif et de la lentille  $A$ . Il est aisé de démontrer, comme on le voit ci-dessous (I), que pendant une révolution de la lentille  $B$ , l'image de l'étoile paraît décrire le petit cercle  $a'a''$  pour l'œil placé en  $s$ , près de la lentille tournante  $B$ ,

(I) Déterminons d'abord le lieu  $a'$  de l'image virtuelle de l'étoile  $a$  quand on la voit à travers la lentille mobile dans la position  $B$ ; à cet effet, traçons, d'une part, le rayon lumineux  $LaO$  passant par le centre optique  $O$  de la lentille dans cette position, et de l'autre, le rayon  $as$  qui a suivi jusqu'à la lentille  $B$  la direction de l'axe  $XY$ . Je ferai remarquer d'abord que, pendant le mouvement révolutif de la lentille  $B$ , son axe optique  $Of$  reste toujours parallèle à  $XY$ , tout en décrivant une surface cylindrique de rayon  $On$  autour de l'axe de rotation  $mn$ , qui est placé très-près de  $XY$  et parallèlement à sa direction. Il suit de là que le rayon lumineux  $as$ , dirigé suivant  $XY$ , sera réfracté par la lentille de manière à passer constamment, n'importe dans quelle position de celle-ci, par le foyer principal  $f$  de la lentille  $B$ , qui est invariable de position sur l'axe optique  $Of$  de  $B$  pendant sa révolution. Si nous remarquons maintenant que le rayon  $LaO$  qui passe par le centre optique  $O$  de la lentille  $B$ , la traverse sans éprouver de déviation, il est évident, d'après les principes connus, que le point d'intersection  $a'$  de ce rayon avec le prolongement  $sa'$  du rayon  $fm$  réfracté au foyer de  $B$ , sera le foyer virtuel de l'image  $a$  dans la position supérieure de la lentille. On trouverait de la même manière que, après une demi-révolution de la lentille  $B$ , le foyer virtuel occupera la position  $a''$ . L'image virtuelle de l'étoile paraîtra décrire ainsi le cercle  $a'a''$ , et le rayon  $sf$  qui pénètre dans l'œil décrira en réalité une surface conique autour de l'axe de rotation de la lentille.

Pour calculer la valeur de l'angle  $\varphi$  ou  $a'sc$  sous lequel le rayon  $a'c$  du cercle  $a'a''$  sera vu par l'œil placé en  $s$ , remarquons que l'on a pour son égal  $fsn'$ ,  $\text{tang } fsn' = \frac{fn'}{sn'}$ . Mais  $fn'$  étant sensiblement égal à l'excentri-



et que, en outre, si l'on désigne par  $e$  l'excentricité  $On$  de B et par  $f'$  la longueur focale de cette lentille, l'angle  $a'sc$  ou  $\varphi$  sous lequel l'œil voit le rayon  $a'c$  du cercle décrit, se déduit de la formule :

$$\text{tang } \varphi = \frac{e}{f'}$$

Donnons à cette expression une forme plus commode en partant des règles qui sont ordinairement suivies dans la pratique (1), et d'après lesquelles on a :

$$f' = \frac{2}{3} \frac{F}{g},$$

$F$  étant la distance focale de l'objectif et  $g$  le grossissement de la lunette. La formule précédente devient alors :

$$\text{tang } \varphi = \frac{3}{2} e \frac{g}{F}.$$

Il est facile de déterminer à l'avance quelle valeur il faut donner à l'excentricité  $e$  pour que le diamètre du

cité  $On$  de B, et  $mn'$  étant la longueur focale de cette même lentille, si nous désignons la première par  $e$  et la seconde par  $f'$ , nous aurons :

$$\text{tang } \varphi = \frac{e}{f'}.$$

Il serait aisé de démontrer que la valeur de  $\text{tang } \varphi$  serait  $\frac{e}{a}$  si l'on se servait de la première disposition que j'ai indiquée, celle où une petite lentille concave ou convexe, de longueur focale  $a$ , tournât en avant de la lentille B, alors immobile, avec l'excentricité  $e$ .

(1) Voir le *Traité de Physique* de M. Pouillet, t. II. p. 261, article *Oculaires*.

cercle décrit par l'étoile scintillante, soit vu sous un angle  $2\varphi$ . Afin de bien fixer les idées, supposons que l'on veuille faire décrire à l'image stellaire un cercle dont le diamètre soit égal à  $n$  fois le diamètre apparent sous lequel la planète Jupiter est vue dans la même lunette, avec le grossissement  $g$  et dans les conditions ordinaires. Le diamètre moyen de Jupiter à l'œil nu étant  $58'',4$ , il serait vu sous l'angle  $58'',4 \times g$  dans la lunette, avec le grossissement  $g$  et dans les conditions ordinaires. Pour que le diamètre du cercle décrit par une étoile scintillante dans la lunette avec la lentille excentrique en rotation, paraisse sous un angle  $2\varphi, n$  fois plus grand que le diamètre grossi de Jupiter, il faut que l'on ait :

$$2 \operatorname{tang} \varphi = n . g \operatorname{tang} 58'',4 = n . g . 0,00018.$$

Si l'on substitue dans cette expression la valeur précédente de  $\operatorname{tang} \varphi$ , on obtient finalement pour l'expression de l'excentricité :

$$e = 0,00006 . n . F.$$

Pour citer un exemple, supposons que l'on veuille fixer à l'avance la valeur de l'excentricité  $e$  de façon que l'image de l'étoile décrive un cercle d'un diamètre égal à dix fois le diamètre apparent de Jupiter, la planète étant observée, comme l'étoile, dans une lunette de  $1^m,10$  de longueur focale : on trouve  $0^{\text{mm}},66$  seulement pour la valeur de l'excentricité. Avec une excentricité aussi faible, il n'y a pas lieu de craindre une déformation trop apparente des images stellaires, déformation qui se produirait infailliblement si l'excentricité dépassait certaine limite.

Le moyen de réaliser cette disposition, qui paraît d'abord le plus simple, consisterait à percer la lentille B,

puis à la monter, comme l'indique la figure 2, derrière l'ouverture  $O$  de l'œilleton sur un axe  $p$  portant un pignon que conduirait la roue  $R$  du mécanisme moteur. Mais il est aisé de voir que ce mode d'exécution restreindrait sensiblement le champ de vision  $mOn$  du côté de l'axe  $p$ , à moins d'éloigner beaucoup celui-ci de l'ouverture de l'œilleton; cela ne pourrait s'effectuer sans que les rayons lumineux ne traversassent la lentille plus loin de son centre que l'excentricité fixée théoriquement ne l'eût indiqué. Ces inconvénients seront aisément évités de la manière suivante. Supprimons l'axe de la lentille  $B$ , qui ne sera plus percée, et imaginons que son anneau de sertissage soit fixé à l'extrémité d'une petite tige  $AB$ , figure 5, qui sera disposée en saillie du côté du tube de l'oculaire auquel le mécanisme moteur est adapté. Laissons à la lentille et à la tige une certaine liberté de mouvement dans le tube de l'oculaire. Concevons ensuite que sur l'axe d'une roue du mécanisme moteur, qui tourne avec rapidité, soit montée une petite manivelle  $ab$  de manière à faire saillie à l'extérieur de la platine du mécanisme que longe la tige  $AB$ . Admettons aussi qu'une tige verticale  $mn$  de certaine longueur et oscillant autour du point  $m$ , soutienne la tige  $AB$  au moyen d'une articulation en  $n$ , milieu de la distance du centre optique  $o$  de la lentille et d'une petite ouverture  $a$  percée vers l'extrémité de  $AB$ . De cette manière, la tige  $AB$  sera susceptible de recevoir un double mouvement, l'un de va-et-vient horizontal et l'autre d'oscillation autour du point  $n$ , là où elle s'articule avec  $mn$ . Dans ce double mouvement, la tige et la lentille  $o$  doivent rester constamment dans le plan perpendiculaire à l'axe de la lunette qui passe par le lieu que le centre de la lentille y occuperait, si elle était immobile.

Quand le pivot de l'extrémité  $a$  de la manivelle sera engagé dans la petite ouverture de l'extrémité B, la rotation rapide de la manivelle imprimera à la tige AB un mouvement tel, que le centre  $o$  de la lentille décrira sensiblement un cercle  $oo'$  de même rayon que celui de la manivelle  $ab$ . Si celui-ci est égal à l'excentricité  $e$ , calculée d'après les conditions établies, le problème sera convenablement résolu.

Voici une autre disposition de scintillomètre que j'ai réalisée, et au moyen de laquelle la révolution circulaire de l'image stellaire s'effectue sans qu'il y ait déplacement des lentilles de l'oculaire. Concevons que l'on ait enlevé momentanément l'oculaire d'une lunette et que, en avant de sa place ordinaire, c'est-à-dire du côté de l'objectif, on ait interposé une lame de verre épaisse BC, figure 4, à faces polies et parallèles, qui soit inclinée obliquement sur l'axe optique XY de l'objectif O, dont le foyer est en  $f$ . Après avoir traversé la glace, tous les rayons lumineux du faisceau convergent seront déplacés, chacun parallèlement à sa direction primitive, par *phénomène de déplacement latéral*, et leur point de convergence, qui était primitivement en  $f$ , sera aussi transporté en  $m$ , en dehors de l'axe optique XY de l'instrument. Supposons la lame de verre taillée circulairement et montée en son milieu sur l'axe de rotation  $kv$ , qui soit parallèle à l'axe XY et situé tout à fait en dehors du champ de l'oculaire; quand la glace accomplira une révolution complète autour de cet axe  $kv$ , le foyer lumineux  $m$  décrira autour de XY un petit cercle ayant  $mn$  pour rayon.

Afin de faciliter la conception de ce mouvement circulaire, remarquons que, si la lame de verre accomplissait sa révolution autour de XY, au lieu de le faire autour de  $kv$ ,

parallèle à cet axe optique, l'incidence  $\gamma$  du rayon lumineux  $Yt$ , dirigé suivant l'axe optique, resterait constamment la même par rapport à la lame BC; dans sa réfraction et à son émergence, le rayon lumineux serait dans les conditions de  $tom$ , comme la figure le représente, c'est-à-dire que le rayon émergent  $om$  conserverait une direction parallèle à l'axe optique XY. Lorsque la lame tournera autour de celui-ci, le plan dans lequel se mesurera l'inclinaison  $\gamma$  du rayon lumineux, tournera uniformément avec la lame sans que cette inclinaison puisse changer. Il résulte évidemment de là qu'après sa réfraction, la partie  $om$  du rayon, tout en restant toujours parallèle à elle-même et à la même distance  $mn$  de l'axe optique, décrira une surface cylindrique de rayon  $mn$  pendant une révolution de la lame de verre.

On concevra aisément que les choses se passent de la même manière à l'égard du rayon lumineux  $Ytom$  quand la lame tournera, non autour de l'axe XY lui-même, mais autour de l'axe réel  $kv$ , qui est parallèle au premier et situé tout à fait en dehors de sa direction. En effet, dans cette autre condition relative, qui est celle où la disposition doit être réalisée, l'inclinaison du rayon lumineux  $Yt$  par rapport à la glace BC, conservera, pendant le mouvement révolutif de la glace, une valeur constante  $\gamma$ , à cause du parallélisme entre ce rayon et l'axe de révolution  $kv$ . Quant aux autres rayons qui convergeaient primitivement en  $f$ , l'incidence de chacun sur la glace variera pendant sa rotation; mais, dans une position quelconque de cette glace, la direction du rayon réfracté, considérée pendant son déplacement latéral continu, restera toujours parallèle à sa direction primitive. Tous les rayons, d'abord convergents en  $f$ , ne cesseront point, pendant ce déplacement

latéral, de concourir sensiblement sur le rayon  $mo$  en un point  $m$  qui est entraîné dans le mouvement révolutif de ce rayon autour de l'axe  $XY$ . Ce point  $m$  est placé sur  $mo$  un peu au delà de la position du foyer primitif  $f$  sur l'axe  $XY$ , comme la figure 4 l'indique. Il importe de faire remarquer que le phénomène de déplacement latéral n'est accompagné d'aucun phénomène de dispersion ou de décomposition pour les divers rayons; chacun d'eux possède donc sa couleur propre après comme avant son passage au travers de la glace à faces parallèles.

Si l'on veut reconnaître l'exactitude de ce qui précède en se bornant à consulter l'expérience, il suffira d'enlever l'oculaire d'une lunette astronomique dirigée préalablement vers un objet terrestre, et de lui substituer une lame de verre épaisse à faces parallèles, qui sera ainsi placée un peu au delà du foyer de l'objectif par rapport à l'œil. Quelles que soient les variations d'inclinaison que la main imprimera lentement à la lame, l'image de l'objet, ainsi vue à l'œil nu et à la distance de la vision distincte, conservera toute sa netteté dans ses déplacements.

Nous concevons maintenant avec facilité que si l'on dispose près de l'oculaire d'une lunette astronomique ordinaire, du côté de l'objectif, un appareil qui sera composé d'une lame de verre épaisse, circulaire, montée obliquement sur un axe de rotation parallèle à l'axe de figure de l'instrument et en dehors de celui-ci, la révolution rapide de cette lame fera décrire un cercle à l'image d'une étoile vers laquelle l'instrument sera dirigé. Ce cercle sera entièrement perceptible et tout à fait fermé, à cause de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, dès que la vitesse de rotation atteindra certaine limite. Si l'étoile scintille, le cercle paraîtra fractionné en arcs colorés. Les

dimensions de la lame inclinée devront être réglées de façon à ne point cesser d'intercepter le faisceau de rayons convergents pendant sa rotation.

Si  $e$  représente l'épaisseur de la lame de verre,  $\gamma$  son inclinaison sur l'axe optique et  $f$  la longueur focale de la première lentille de l'oculaire de la lunette, la formule suivante fera connaître l'angle  $\varphi$  sous lequel l'œil verra le rayon du cercle apparent que l'image de l'étoile décrira dans l'instrument (1) :

$$\text{tang } \varphi = 0,80 \frac{e}{f} \sin \gamma.$$

(1) Pour démontrer cette formule, rappelons d'abord que, si un rayon  $Yt$ , fig. 4, rencontre, sous l'incidence  $\gamma$ , une lame de verre d'épaisseur  $e$ , ayant un indice de réfraction  $i$ , la grandeur  $mn$  du déplacement latéral que subit le rayon est donnée par la formule suivante, connue en physique :

$$mn = e \sin \gamma \left( 1 - \sqrt{\frac{1 - \sin^2 \gamma'}{i^2 - \sin^2 \gamma'}} \right).$$

Il importe de faire remarquer que le facteur

$$\left( 1 - \sqrt{\frac{1 - \sin^2 \gamma'}{i^2 - \sin^2 \gamma'}} \right)$$

varie peu entre certaines limites de l'angle  $\gamma$ ; ainsi, pour le verre dont l'indice est 1,55, ses valeurs qui correspondent à des angles de 10°, 20° et 30° sont respectivement 0,53, 0,57 et 0,41. L'inclinaison  $\gamma$  de la lame ne dépassant généralement pas 30°, nous remplacerons le facteur indiqué par le coefficient numérique constant 0,40 dans l'expression de  $mn$ , qui devient ainsi avec une approximation suffisante pour les applications :

$$mn = 0,40 \cdot e \cdot \sin \gamma.$$

Supposons l'oculaire placé et considérons quel doit être l'effet de sa première lentille A, figure 5, sur les rayons lumineux lorsque, après avoir traversé la lame de verre BC, ils auront été réfractés par cette lentille. Ces rayons, qui eussent d'abord convergé en  $m$ , se réuniront, par l'effet

Transformons cette formule afin de la rendre propre au calcul préalable de l'inclinaison  $\gamma$  de la lame de verre sur son axe de rotation. Rappelons d'abord que, d'après les indications de la pratique, on a  $f = 2 \frac{F}{g}$ ,  $F$  étant la longueur

de celle-ci, en  $m'$ , point plus rapproché de A. Le déplacement latéral, qui primitivement était  $mn$  par le seul effet de la lame inclinée, sera réduit à la longueur  $m'n'$ . Cette ligne est le rayon du cercle réel que l'image  $m'$  de l'étoile décrit entre la première lentille A de l'oculaire et la seconde lentille supposée placée en D. L'image réelle  $m'$  de l'étoile se produit évidemment au point de croisement des rayons réfractés R' et R, le premier passant au centre optique  $i$  de la lentille A sans éprouver de déviation à travers ce milieu, et le second passant au foyer K de la même lentille, puisqu'il reste parallèle à son axe optique XY, jusqu'en  $s$ , par le fait du transport latéral. D'après les lois de l'optique, la position des foyers conjugués  $m$  et  $m'$  est donnée par la relation :

$$\frac{1}{m'i} - \frac{1}{mi} = \frac{1}{f},$$

$f$  étant la longueur focale de la lentille A. De la similitude des triangles  $min$  et  $m'in'$  on déduit aussi  $m'n' = mn \frac{m'i}{mi}$ . De ces deux équations résulte :

$$m'n' = mn \frac{f - m'i}{f}.$$

La valeur de  $m'i$  diffère très-peu de  $n'i$  dont on connaît la valeur réelle, car elle est égale à l'excès de la distance  $Di$  des deux lentilles sur la longueur focale  $Dn'$  de la seconde, supposée placée en D. Or, d'après les règles de la pratique,  $Di$  et  $Dn'$  étant respectivement  $\frac{2}{5}f$  et  $\frac{1}{5}f$ , on a  $f - m'i = \frac{2}{5}f$ ; par suite de ces diverses expressions, on obtient :

$$m'n' = \frac{2}{5} mn = \frac{2}{5} \cdot 0,40 \cdot e \cdot \sin \gamma.$$

Désignons, comme précédemment, par  $\varphi$  l'angle sous lequel  $m'n'$  sera vu avec grossissement à travers la deuxième lentille D de longueur focale  $f'$ , nous aurons  $\text{tang } \varphi = \frac{m'n'}{f'}$ . Mais  $f'$  ou  $Dn'$  ayant pour valeur  $\frac{f}{5}$ , selon les règles de la pratique, on obtient finalement :

$$\text{tang } \varphi = 0,80 \cdot \frac{e}{f} \cdot \sin \gamma.$$



focale de l'objectif et  $g$  le grossissement de la lunette. Nous calculerons l'angle  $\gamma$  comme nous l'avons fait précédemment, avec la condition que le diamètre du cercle décrit par l'image de l'étoile scintillante paraisse, dans la lunette, égal à  $n$  fois le diamètre de Jupiter, vu dans le même instrument; nous aurons alors, ainsi que plus haut :

$$2 \operatorname{tang} \varphi = n \cdot g \cdot \operatorname{tang} 58'' , 4 = n \cdot g \cdot 0,00018.$$

On déduit de cette équation et de l'expression de  $\operatorname{tang} \varphi$ , où  $f$  aura été remplacé d'ailleurs par  $2 \frac{F}{g}$ , la formule finale :

$$\sin \gamma = n \cdot \frac{F}{e} \cdot 0,00022.$$

Supposons que la lame de verre ait huit millimètres d'épaisseur et que l'appareil soit adapté à une lunette de  $1^{\text{m}},10$  de longueur focale, on trouve que la révolution de la lame autour de son axe fera décrire à l'image de l'étoile un cercle dont le diamètre paraîtra être égal à dix fois celui de Jupiter, vu dans le même instrument, quand l'angle d'inclinaison  $\gamma$  de la lame sur son axe sera de  $17^{\circ} 56'$ . D'après cet exemple, on voit qu'il n'y a pas lieu de craindre que l'intensité des rayons lumineux soit notablement affaiblie par leur réflexion sur une surface trop oblique et plus encore par absorption, ce qui arriverait si ces rayons traversaient une lame épaisse fortement inclinée.

Pour réaliser dans la pratique ce dernier genre de scintillomètre, on fera choix d'une lame d'un verre blanc exempt de stries et d'une certaine épaisseur. Son contour recevra une forme elliptique telle, que la projection verticale de son grand axe BC, fig. 6, sera égale au petit axe

B'C' de cette ellipse. On conçoit que la forme et les dimensions de la lame de verre étant réglées de la sorte, tous les rayons du faisceau conique RR' réfractés par l'objectif ne cesseront pas de la traverser en totalité pendant sa révolution. Une ouverture centrale percée dans la lame permettra d'y sertir un anneau de cuivre qui en couvrira le bord intérieur. Dans l'ouverture traversera l'axe de rotation DF dont le pignon sera conduit par le mécanisme moteur. A la partie de cette traverse seront fixés sur l'axe deux pivots  $a$  et  $b$  de direction perpendiculaire à DF; leurs extrémités pénétreront dans deux petites ouvertures qui seront pratiquées à la face intérieure de l'anneau serti dans l'ouverture centrale. De cette manière, il sera facile de faire varier l'inclinaison  $\gamma$  du disque par rapport à l'axe de rotation, à cause de la ligne des pivots  $a, b$ . L'inclinaison sera d'ailleurs réglée au moyen d'une vis de pression K qui taraudera l'extrémité d'une petite pièce de cuivre EI, fixée perpendiculairement à la longueur de l'axe. Une lame EG formant ressort, pressera légèrement le disque du côté opposé à la vis, de façon à la faire appuyer contre sa pointe.

Quel que soit celui des deux procédés décrits que l'on emploiera, il faudra régler la vitesse de rotation de la lentille excentrique ou de la lame inclinée, de manière que la courbe circulaire décrite par l'image de l'étoile soit fermée. On satisfera aisément à cette condition en réglant la marche du mécanisme moteur au moyen d'un frein. D'après ce que j'ai dit plus haut, après avoir cité les observations sur Sirius, la durée d'une révolution de la lentille ou de la lame ne pourra guère être moindre que  $0^s,54$ . Désignons par  $t$  le temps de cette révolution que l'on déduira aisément de la marche du mécanisme, et par  $n$  le

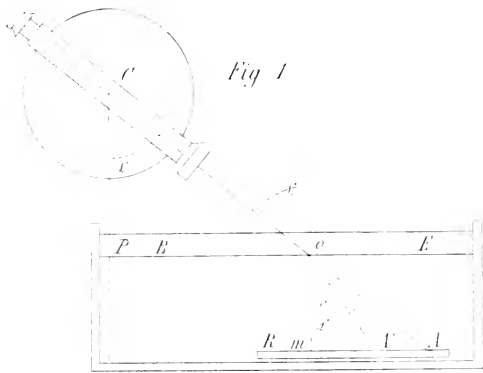


Fig. 1

Fig. 2.

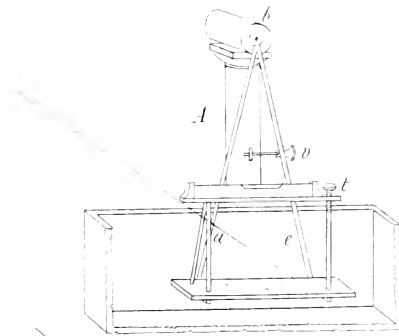


Fig. 3.

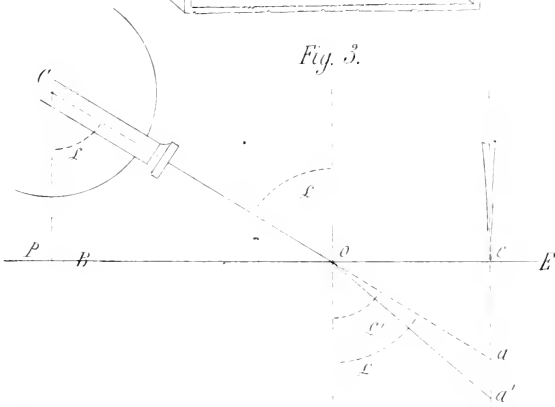




Fig. 1 .

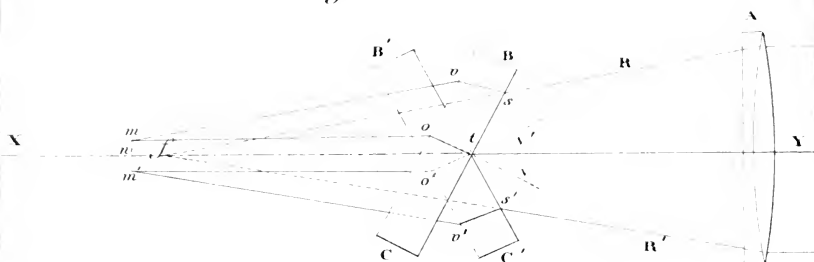


Fig. 2 .

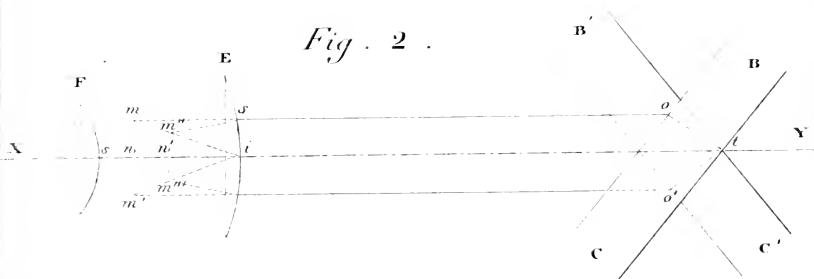
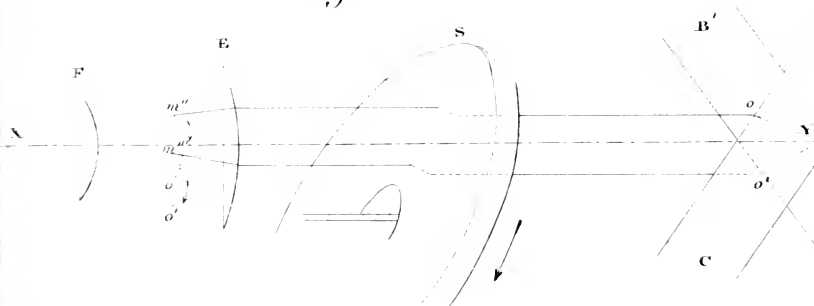


Fig. 3 .





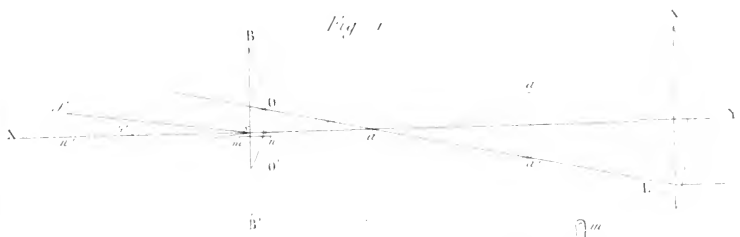


Fig. 1.

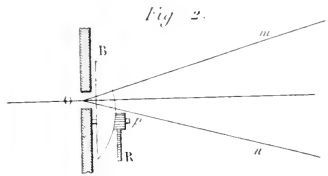


Fig. 2.

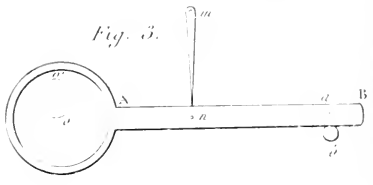


Fig. 3.

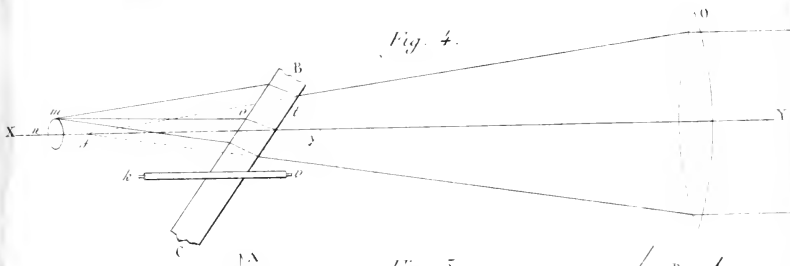


Fig. 4.

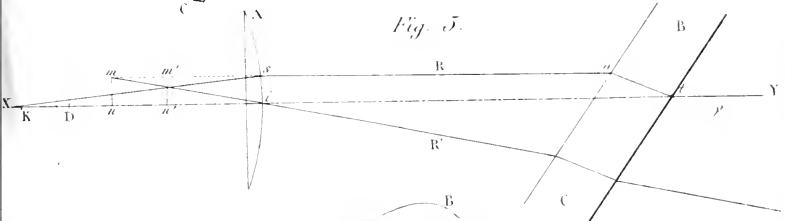


Fig. 5.

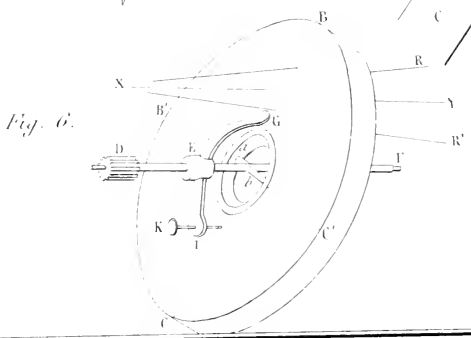


Fig. 6.





nombre des couleurs qui s'étaleront sur la circonférence décrite par l'image de l'étoile scintillante avec un éclat d'autant plus vif que l'objectif de la lunette sera plus large; le nombre  $N$  de changements qu'elle subira en une seconde aura pour valeur :

$$N = \frac{n}{t} .$$

Si le nombre des teintes différentes qui fractionneront la circonférence est trop grand pour qu'il soit susceptible d'être estimé avec une exactitude suffisante, il faudra placer, près du foyer de la seconde lentille de l'oculaire, un diaphragme qui rétrécisse le champ de manière à ne laisser voir que la moitié ou le quart de la circonférence décrite. J'aurai occasion de revenir sur l'idée exacte qu'il faut se former à l'égard du grand nombre de changements que subit une étoile scintillante, et cela peut-être au sujet d'une autre application du phénomène de déplacement latéral à l'étude de la scintillation (1).

En terminant cette notice, je ferai remarquer que les dispositions qui ont été décrites, sont susceptibles d'être utilisées dans des expériences d'optique où il serait nécessaire de faire décrire une circonférence à l'image d'un point lumineux.

---

(1) Dans cette notice, je n'ai point parlé du second procédé d'analyse de la scintillation que j'ai imaginé et qui est tout différent du précédent, car il consiste essentiellement à placer un prisme en avant de l'objectif de la lunette. L'image de l'étoile scintillante est ainsi transformée en un spectre coloré dont les diverses teintes subissent des variations et des trépidations continuelles très-remarquables, ainsi que je l'ai exposé, au sujet de l'étoile Sirius, dans mon *Mémoire sur la scintillation*, publié en 1856.

*Sur le chlorure de bromacétyle et le bromure de chloracétyle*; par M. P. De Wilde, professeur de chimie à l'Institut agricole de l'État, à Gembloux.

Dans une précédente note (1), j'ai fait connaître un nouveau mode de préparation du chlorure de chloracétyle, en faisant agir du protochlorure de phosphore sur l'acide monochloracétique.

Cette expérience me fit supposer qu'on obtiendrait le chlorure de bromacétyle en faisant agir le protochlorure de phosphore sur l'acide monobromacétique, et le bromure de chloracétyle par l'action du protobromure de phosphore sur l'acide monochloracétique.

Une question théorique se rattachait à la production de ces deux corps isomériques : en effet, il a été prouvé que le chlorure de chloracétyle est identique avec le chlorure de glycolyle obtenu par l'action du perchlorure de phosphore sur l'acide glycolique. Comme conséquence de cette identité, on peut envisager le chlorure de bromacétyle et le bromure de chloracétyle comme étant des chlorobromures de glycolyle. Je me suis donc demandé si ces deux corps sont identiques.

La présente communication a pour but de faire connaître à l'Académie le résultat des expériences qui ont été tentées pour résoudre ce problème.

#### *Préparation et propriétés du chlorure de bromacétyle.*

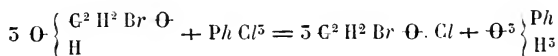
On introduit dans une cornue tubulée, chauffée au bain-marie, de l'acide monobromacétique; la cornue commu-

---

(1) *Bulletins de l'Académie*, 2<sup>me</sup> série, t. XVI, n° 12.

nique avec un réfrigérant de Liebig disposé de manière à faire refluer dans la cornue les vapeurs condensées.

On y introduit, goutte à goutte par un tube effilé, un poids égal de protochlorure de phosphore. La réaction se fait doucement; une certaine quantité d'acide chlorhydrique, provenant d'une réaction secondaire, se dégage; des flocons blancs d'acide phosphoreux apparaissent dans la cornue. On termine la réaction en chauffant à la lampe, puis on distille. L'acide phosphoreux reste dans la cornue mélangé à une matière noire. Par voie de distillation fractionnée, on sépare le chlorure de bromacétyle, qui bout d'une manière constante vers 127° C. La quantité de produit obtenu ne dépasse pas la moitié de ce qui est indiqué par la théorie. La formule suivante rend compte de sa production :



A l'analyse il a donné les résultats suivants :

I. 0.4425 gr. de matière brûlée avec du chromate de plomb ont donné 0.057 gr. d'eau et 0.247 gr. d'acide carbonique (1).

II. 0.771 gr. de matière décomposée dans de l'eau alcaline et traitée par l'amalgame de sodium ont donné 1.605 gr. d'un mélange de chlorure et de bromure d'argent et 0.005 gr. d'argent métallique.

III. 0.452 gr. de matière traitée de la même manière

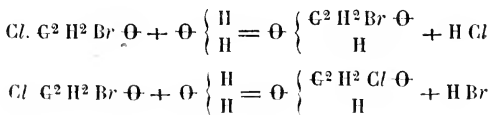
(1) Ce corps retient avec opiniâtreté une minime quantité de protochlorure de phosphore, qui provoque un déficit sur le dosage du carbone. Pour l'obtenir pur, il faut le chauffer pendant plusieurs heures à 100 dans un tube scellé avec un peu d'acide bromacétique.

ont donné 0,921 gr. de chlorure et de bromure d'argent et 0,019 gr. d'argent métallique.

CALCULÉ.		TROUVÉ.		
		I.	II.	III.
C <sup>2</sup> = 24	— 15.24	15.25	»	»
H <sup>2</sup> = 2	— 1.27	1.45	»	»
O = 16	— 10.16	»	»	»
Cl = 55.5	— 22.54	75.55	»	75.89
Br = 80	— 50.79			
<hr/>				
	137.5 — 100.00			73.25

Le corps ainsi obtenu constitue un liquide incolore, fumant légèrement à l'air, d'une odeur forte et piquante; ses vapeurs irritent vivement les yeux. Sa densité déterminée à + 9° est de 1.908. Il tombe au fond de l'eau dans laquelle il se décompose lentement. Si l'on en place une certaine quantité sous une cloche dans une capsule à côté d'un vase contenant de l'eau, on trouve le lendemain cette eau acide et précipitant en blanc par le nitrate d'argent; on retrouve dans la capsule un acide cristallisé qui commence à distiller à + 180, mais qui passe en majeure partie vers + 208. C'est donc un mélange d'acide monochloracétique et monobromacétique.

Nous nous sommes assuré, par les deux expériences suivantes confirmant la précédente, que le corps qui nous occupe est décomposé par l'eau en donnant, d'un côté, les acides chlorhydrique et bromhydrique, de l'autre, les acides monochloracétique et monobromacétique, d'après les formules suivantes :



1° Quelques gouttes du liquide ont été décomposées lentement dans de l'eau à la température ordinaire; le liquide acidulé par l'acide nitrique a été précipité en blanc par le nitrate d'argent. 0.5010 gr. de ce précipité réduit par l'hydrogène ont laissé 0.5650 gr. d'argent métallique. Ce précipité renferme donc 0.1044 gr. de chlore et 0.0555 gr. de brome.

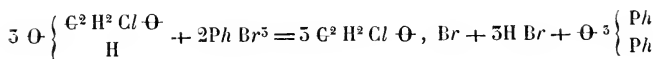
2° Quelques gouttes du même corps ont été décomposées rapidement dans de l'eau portée vers + 60° et précipitées de la même manière; 0.1260 gr. de ce précipité traité par le chlore ont laissé 0.1140 gr. de chlorure d'argent. Le sel renfermait donc 0.0215 de brome et 0.0186 de chlore.

On voit que, sous l'influence de la chaleur, la proportion de brome, transformée en acide bromhydrique, augmente notablement. Aussi ce précipité avait-il une légère nuance jaunâtre.

#### *Préparation et propriétés du bromure de chloracétyle.*

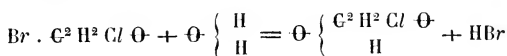
Au lieu de faire agir le protobromure de phosphore sur l'acide monochloracétique, je produis le protobromure dans l'expérience même par l'action du brome sur le phosphore rouge. On dispose la cornue comme dans l'expérience précédente; on y introduit quatre-vingt-quatorze parties d'acide chloracétique et quinze parties de phosphore rouge. On fait arriver goutte à goutte dans ce mélange cent soixante parties de brome au moyen d'un tube effilé ou d'une allonge à robinet. Chaque goutte produit une réaction très-vive accompagnée d'un dégagement abondant d'acide bromhydrique. On distille; il reste dans la cornue de l'acide phosphoreux anhydre.

La réaction se fait d'après la formule suivante :



Par distillation fractionnée, on sépare un liquide qui bout d'une manière constante vers + 127° C. On obtient presque la quantité théorique. C'est un liquide incolore, prenant une teinte jaunâtre au bout de deux à trois jours, fumant à l'air, d'une odeur vive et piquante : ses vapeurs irritent les yeux; sa densité à + 9° est de 1.915. Il se décompose lentement au fond de l'eau. Mis sous une cloche à côté d'une capsule contenant de l'eau, il se décompose lentement en acide bromhydrique et un acide qui passe, à la distillation, vers + 185°; c'est donc de l'acide monochloracétique. En décomposant le bromure de chloracétyle par l'eau, soit à la température ordinaire, soit à + 60°, on obtient, par le nitrate d'argent, un précipité jaune formé exclusivement de bromure d'argent : je m'en suis assuré en le traitant par le chlore et par l'hydrogène.

Ce corps se décompose donc nettement, d'après la formule suivante :



L'analyse a donné les résultats suivants :

I. 0.4640 gr. de matière brûlée avec du chromate de plomb ont donné 0.0620 gr. d'eau et 0.2550 gr. d'acide carbonique.

II. 0.4565 gr. de matière décomposée par de l'eau alcaline, puis traitée par l'amalgame de sodium ont donné 0.9150 gr. de chlorure et de bromure d'argent et 0.004 gr. d'argent métallique; 0.9050 gr. du mélange des sels d'ar-

gent traité par le chlore ont laissé 0.7830 gr. de chlorure d'argent.

III. 0.5805 gr. de matière traitée par l'eau alcaline et l'amalgame de sodium ont donné 0.7890 d'un mélange de chlorure et de bromure d'argent et 0.006 gr. d'argent métallique.

CALCULÉ.		TROUVÉ.		
		I.	II.	III.
G <sup>2</sup> =	24 — 15.24	14.99	»	»
H <sup>2</sup> =	2 — 1.27	1.48	»	»
Ø =	16 — 10.16	»	»	»
Cl =	55.5 — 22.54	»	22,57	} 75.07
Br =	80 — 50.79			
	<hr/> 157.5 — 100.00			

Nous voyons donc deux corps ayant la même composition, les mêmes propriétés physiques, le même point d'ébullition, très-sensiblement la même densité, ne différer entre eux que par leur mode de décomposition au contact de l'eau. Quoiqu'on puisse considérer ces deux corps comme étant du chlorobromure de glycolyle, on peut aisément se rendre compte de la différence qui existe entre leurs propriétés chimiques, si l'on admet que des deux atomes de chlore ou de brome, dans les corps qui nous occupent, celui qui faisait partie de l'acide chloracétique ou bromacétique, occupe une place déterminée dans la nouvelle molécule et qu'il entre en combinaison plus intime que l'autre atome.

L'atome de chlore ou de brome introduit en second lieu dans la molécule par le protochlorure ou le protobromure de phosphore est en combinaison moins intime.

Il résulte de là que le bromure de chloracétyle donne, au contact de l'eau, de l'acide bromhydrique et de l'acide monochloracétique.

Si, dans les mêmes circonstances, le chlorure de bromacétyle se décompose d'après les formules indiquées plus haut, cela s'explique par les affinités moins prononcées du brome. La plupart des corps iodés possèdent la propriété de se décomposer spontanément avec mise en liberté d'iode. Beaucoup de corps bromés, et celui qui nous occupe est du nombre, sont dans le même cas. L'atome de brome tendant à devenir libre, rien d'étonnant que, par la décomposition au contact de l'eau, le chlorure de bromacétyle donne de l'acide bromhydrique en quantité d'autant plus considérable que la température est plus élevée.



*Séance du 2 avril 1864.*

M. SCHAAR, président de l'Académie.

M. Ad. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. Wesmael, Stas, Van Beneden, De Koninck, de Selys-Longchamps, De Vaux, Nyst, Gluge, Nerenburger, Melsens, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Ern. Quetelet, *membres*; Schwann, Lamarle, *associés*; Donny, *correspondant*.

CORRESPONDANCE.

---

M. le Ministre de l'intérieur fait connaître qu'il a fait exécuter en marbre le buste de M. l'ingénieur Simons, ancien membre de l'Académie, pour être placé dans la salle des séances publiques de la compagnie.

Ce don est reçu avec reconnaissance.

— L'observatoire impérial de Pulkowa remercie l'Académie pour l'envoi de ses *Bulletins*.

— MM. de Selys-Longchamps et Dewalque, membres de la classe, présentent leurs observations sur l'état de la végétation à Liège et à Waremme, le 21 mars dernier; M. Quetelet communique les mêmes observations pour Bruxelles. MM. Vincent font parvenir, de leur côté, leurs annotations sur les époques ornithologiques pendant l'année 1865.

— M. Spring, associé de l'Académie, transmet un exemplaire imprimé de son *Compte rendu des travaux du conseil de salubrité publique de la province de Liège pendant l'année 1865*.

— Madame Scarpellini adresse un numéro supplémentaire de la *Corrispondenza scientifica di Roma*, renfermant l'hommage rendu à Galilée à l'occasion du trois-centième anniversaire de la naissance de ce savant illustre (le 19 février 1564).

— La classe accepte le dépôt d'un billet cacheté déposé

dans ses archives par M. Alfred Bouyet, capitaine d'état-major.

— L'Académie reçoit les communications manuscrites suivantes :

1° Deux notices de M. Achille Brachet de Paris, *Sur les nombreux perfectionnements qui peuvent être apportés aux divers instruments d'optique.* (Commissaires : MM. Kickx et Duprez).

2° Une note de M. Edmond Sacré, avec certificats, sur les paratonnerres qu'il a placés en Belgique. (Commissaires : MM. Duprez, Melsens et Liagre).

---

## RAPPORTS.

---

*Recherches sur la conservation du bois, au moyen de l'huile lourde de goudron de houille, dite huile créosotée, par M. Rottier.*

### **Rapport de M. De Koninck.**

« Cette notice, contenant la suite des recherches faites par l'auteur, sur la conservation du bois au moyen de l'huile lourde de goudron, offre un véritable intérêt pratique. Elle peut servir à mettre l'administration des travaux publics, et plus spécialement encore celle des chemins de fer, sur la voie la plus certaine et la plus économique pour arriver à la conservation des bois dont elles font un si grand et si fréquent usage.

Toutes les expériences de l'auteur tendent à prouver que la matière dont l'action préservatrice est la plus puissante sur le bois, consiste dans un produit qu'il désigne sous le nom d'*huile verte*.

A défaut de cette huile, que l'on ne rencontre pas encore dans le commerce, il faudra choisir de préférence les goudrons qui la renferment le plus abondamment.

Je regrette que M. Rottier n'ait pas soumis cette huile, qui est évidemment un produit complexe, à quelques recherches spéciales ayant pour but de mieux faire connaître la nature et la composition de cette matière.

C'est une lacune qu'il pourra facilement combler et dont la disparition ne peut manquer de donner à son travail un intérêt scientifique beaucoup plus marqué. Il eût été désirable encore d'avoir quelques essais comparatifs, établis entre l'action préservatrice des goudrons et huiles lourdes du commerce et de l'*huile verte*, et celle de quelques autres corps employés isolément ou mélangés aux premiers, telles que les résines, les matières grasses, etc., et enfin celle du sulfate cuivrique.

J'exprimerai, en outre, le vœu que M. Rottier soit mis à même de continuer ses expériences dans des proportions moins restreintes que celles auxquelles il a généralement dû se borner, et qu'il ne soit pas astreint à agir sur de simples copeaux de bois; car, malgré tous les soins avec lesquels il procède, et auxquels je suis le premier à rendre hommage, il est impossible qu'en ayant recours à de semblables moyens, on puisse entrevoir autrement que d'une manière approximative les résultats probables à obtenir, lorsqu'on opérera sur une large échelle et sur des pièces de forte dimension.

En résumé, j'estime que M. Rottier mérite les encouragements de l'Académie et que sa notice figurera avantageusement dans les *Bulletins* de notre compagnie.

Je demande, en outre, que l'auteur soit engagé à continuer ses recherches et à nous en communiquer les résultats. »

---

**Rapport de H. A. De Vaux.**

« Me référant à mon rapport du 7 mars 1863, relativement à l'importance que présenterait une connaissance plus intime de la nature et de la composition des *huiles vertes*, auxquelles M. Rottier attribue un si haut degré d'efficacité pour la conservation des bois, j'adopte sans hésiter les conclusions favorables et encourageantes de notre honorable rapporteur. »

La classe adopte les conclusions des rapports de MM. De Koninck et De Vaux, et vote l'impression de la notice de M. Rottier dans les *Bulletins*.

---

Conformément à l'opinion favorable des mêmes commissaires, une note de M. Melsens, membre de l'Académie, sur le même sujet, sera également insérée dans les *Bulletins*.

---

A la suite des rapports présentés par MM. Gluge et

Schwann, la classe vote également l'impression d'un mémoire de M. Melsens, présenté dans la séance du 6 février et intitulé : *Mémoire sur l'emploi de l'iodure de potassium pour combattre les affections saturnines et mercurielles.*

---

Conformément à la demande de MM. Lamarle et Schaar, la classe ordonne l'impression d'une notice de M. Liagre, membre de l'Académie, sur la question suivante : *Dans une partie de domino à quatre, le joueur B se trouve placé à la droite du joueur A : celui-ci a la pose et doit faire domino en sept coups, B ayant posé six dés, et les deux autres joueurs n'en ayant posé aucun.*

---

— MM. Kickx et Duprez avaient été chargés d'examiner une notice de M. Vanheurck concernant la construction récente d'un nouvel objectif dans un microscope de M. Hartnack. « Cette notice, disent MM. les rapporteurs, ne nous paraît guère présenter d'intérêt scientifique. Écrite, croyons-nous, de bonne foi, elle n'en serait pas moins considérée, si elle était insérée dans nos *Bulletins*, comme une réclame en faveur de M. Hartnack ; nous croyons donc devoir nous borner à proposer que des remerciements soient adressés à M. Vanheurck et que son travail soit déposé aux archives. » Cette proposition est adoptée par la classe.

---

---

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

---

M. Van Beneden, membre de l'Académie, communique un mémoire manuscrit contenant des *Recherches sur des ossements de squalodons provenant du crag d'Anvers*, et dont, à différentes reprises, il a entretenu la classe. Ce mémoire, d'après les usages académiques, est renvoyé à l'examen de trois commissaires, MM. Poelman, de Koninck et de Selys-Longchamps.

---

*Deuxième note sur la conservation des bois*; par M. Melsens, membre de l'Académie.

Dans une première note publiée en août 1848 (tome XV des *Bulletins de l'Académie*, faisant suite à un billet cacheté déposé dans les archives de la classe en septembre 1844 et ouvert en février 1865) j'ai appelé l'attention sur quelques faits principaux qui se rattachent à la conservation des bois par toutes les substances fixes, insolubles dans l'eau, inaltérables par l'air et l'humidité, mais fusibles à une température inférieure à celle à laquelle les bois se détériorent. J'ai pris comme types de ces matières les résines, les bitumes et les produits goudronneux qu'on rencontre dans les momies égyptiennes, conservées depuis une longue suite de siècles.

Pendant l'hiver de 1840-1841, j'avais préparé des blocs de quarante centimètres de long sur vingt-cinq de dia-

mètre, en y faisant pénétrer du goudron de gaz par des chauffes et des refroidissements successifs.

Les figures 1, 2 et 3 représentent la coupe de trois de ces blocs; ils ont été fendus longtemps après l'injection.

On y observe des stries blanches dans lesquelles le goudron n'a pas pénétré; mais on remarquera que celui-ci suit partout les sinuosités des fibres ligneuses.

Je n'ai pas tenu une note très-exacte de toutes les circonstances dans lesquelles ces bois ont été placés en vue de provoquer et d'observer leur détérioration. Avant d'avoir été fendus, ils ont été enfouis dans un coin de jardin, dans de la terre qui était imprégnée des produits d'un urinoir; ils y ont passé environ deux ans; ils furent fendus et on les trouva absolument intacts. Ils passèrent ensuite plusieurs années dans la terre ordinaire. Soustraits aux circonstances de détérioration pendant environ dix-huit mois, à la suite d'un séjour en France, ils furent plongés à leur retour pendant douze heures dans la vapeur d'eau à 100° C., refroidis brusquement dans de l'eau et soumis ainsi à la gelée; ils passèrent dans cet état un hiver à l'air libre et restèrent absolument intacts; après ils ont été exposés sur un gazon de jardin, sur un sol humide par conséquent; ils ont été placés sur une terrasse en haut d'un bâtiment presque complètement isolé; depuis six ans, ils sont enfouis dans une terre sablonneuse mélangée de mortier et supportent un tonneau recueillant l'eau de pluie; le tonneau était tourné vers le midi.

Il me semble qu'il serait difficile de rencontrer une série de circonstances plus favorables à la détérioration par suite des alternatives de sécheresse et d'humidité auxquelles ces bois ont été exposés; remarquons, pour les dernières, que toute l'eau puisée dans le tonneau servant à laver des



objets, était déversée au pied de celui-ci; le dessus des blocs plantés verticalement en terre pouvait donc se dessécher et aspirer l'eau, tandis que le dessous recevait toujours de l'eau, puisqu'il était plongé dans un sol très-humide.

Toutes les personnes qui les ont examinés l'an dernier les ont trouvés *parfaitement intacts, sans la moindre altération*, et ils sont en expérience depuis plus de vingt ans. Notre collègue M. Maus et des ingénieurs qui, comme lui, se sont occupés de la question de la préservation des billes, me l'ont assuré.

J'ai prié M. Rottier, dont l'Académie a accueilli avec faveur le mémoire publié l'an dernier, de placer des fragments de ces mêmes blocs dans ses pourrissoirs. Voici ce que ce jeune savant m'écrivait : « De petits fragments de » vos pièces de bois se sont détruits dans mes pourrissoirs » au bout de deux cent quarante jours environ, tandis que » des morceaux aussi semblables que possible de bois de » sapin non préparés, ne se conservaient que pendant cent » vingt jours environ. »

Je ferai remarquer (voir *Recherches sur la conservation du bois*, par M. Rottier, *Bulletins de l'Académie*, 2<sup>me</sup> série, t. XV), que l'expérience qui offre la plus longue résistance à la détérioration est celle qui est représentée dans le diagramme de la figure 11; la durée de résistance n'y est que de deux cent vingt jours.

Ainsi les copeaux pris dans mes blocs, qui sont en voie de détérioration depuis plus de vingt ans, ont offert, en définitive, une résistance plus grande que des copeaux préparés avec tous les soins qu'on peut y donner dans les laboratoires; remarquons aussi que mes pièces avaient été préparées sur une échelle plutôt industrielle que scientifique, et qu'il y a deux essences communes.

Des faits pareils méritent, ce me semble, d'attirer l'attention sérieuse des administrations des chemins de fer; celles-ci ont souvent, me paraît-il, négligé l'étude sérieuse et suivie de cette partie de leur service; j'en juge, il est vrai, par des faits qui me sont personnels, et j'ajoute que malheureusement les résultats d'expériences sur les voies ferrées ne sont pas toujours rendus publics.

L'administration belge a expérimenté une douzaine de procédés; mais les travaux d'une commission spéciale, nommée en vue de déterminer l'état de conservation des billes ayant reçu des préparations destinées à en prolonger la durée, « ont eu pour effet d'engager l'administration à » s'en tenir exclusivement, dans l'avenir, à l'usage : 1° des » billes de chêne à l'état naturel ou dont l'aubier aurait été » soumis à la préparation des huiles créosotées du système » Bethel; 2° de billes de hêtre ou de sapin rouge prépa- » rées d'après ce même procédé. »

Il est à regretter que l'on ne trouve pas dans le compte rendu des opérations du chemin de fer les motifs qui ont engagé l'administration à renoncer à l'application du procédé Boucherie dès 1859; les expérimentateurs auraient, si les motifs de l'abandon étaient donnés, des guides pratiques certains et apprécieraient parfaitement les écueils qu'ils doivent chercher à éviter dans l'avenir.

L'administration pourrait encore éclairer les expérimentateurs d'une autre façon. En effet, elle sait que les remplacements sont plus nombreux pour *telle* essence de bois sur *telles* lignes, et je crois encore aujourd'hui comme je le disais il y a quinze ans, « qu'une étude complète de » toutes les circonstances qui interviennent pour mettre » une bille hors de service, amènerait infailliblement à la » solution de cette vaste question, ou au moins que des

» recherches faites avec soin et déterminant le *pourquoi*  
 » du mal, rendraient un immense service. »

La question d'argent est du reste assez importante : en effet, dans les trois dernières années, il a été mis hors de service une moyenne d'environ 140,000 billes; en 1860 et 1862 le nombre de billes remplacées s'élevait à plus de 150,000, de façon que l'on n'exagérera pas en disant que, dans l'avenir, le remplacement portera sur 150,000 billes qui, à raison de 5 francs, constituent une dépense annuelle de 750,000 francs; bien entendu dans l'état actuel de nos voies ferrées, qui ne renferment encore qu'un bon tiers de billes préservées; ces chiffres changeront nécessairement à mesure que le nombre de billes préservées augmentera. Quoi qu'il en soit, le remplacement total de 1859 à 1862 inclus a porté sur 1,849,781 billes,

Dont 1,081,000 environ à fr. 5 » c <sup>s</sup> . . . . .	fr. 5,405,000
et 768,000 environ à fr. 5 75 c <sup>s</sup> . . . . .	2,883,000
	<hr/>
Soit une dépense totale en nombres ronds . . . . .	fr. 8,290,000

Mais la question financière n'est pas aussi simple qu'elle paraît l'être à l'inspection de ces chiffres, et tout ne serait pas bénéfique avec des billes préservées, eussent-elles une durée indéfinie.

Notre confrère M. H. Maus a publié à ce sujet une notice très-intéressante dans le t. IV, année 1846, des *Annales des travaux publics*; sans entrer dans des détails de chiffres, il me suffira de faire remarquer, d'après M. Maus, que la dépense annuelle d'une bille comprend deux éléments : l'intérêt du capital d'abord, et ensuite une prime ou réserve annuelle qui, accumulée et portant intérêt, doit reproduire à l'époque du renouvellement le capital nécessaire à l'achat d'une bille neuve.

Je renvoie au travail si intéressant de M. Maus et au tableau qui s'y trouve calculé d'après une formule due à M. Emery, pour tous les détails; faisant remarquer toutefois que la formule aurait besoin d'être complétée; en effet, elle ne tient aucun compte de la valeur de la bille hors de service *dans la voie*; les parties saines des billes de chêne, par exemple, peuvent encore servir pour être débitées au profit des différents usages des bois dans les besoins des chemins de fer, haies, coins, barrières, petits poteaux et combustible. Je tiens du directeur d'un chemin de fer concédé qu'on a parfois retiré d'une bille de chêne hors de service, achetée dans une année favorable, une valeur telle qu'elle représentait la valeur d'une bille neuve; d'autre part, on m'a assuré qu'en général la bille hors de service est à peu près sans valeur aucune.

J'ai déjà fait remarquer jadis qu'une bille injectée par du goudron, ne dût-elle servir que comme bois à brûler, aurait une valeur d'autant plus considérable, comme combustible, qu'elle renfermerait plus de goudron. S'il résulte de ces observations que les données du tableau inséré dans la note de notre confrère peuvent n'être pas absolument exactes, et qu'on soit porté à les considérer comme des *maxima*, il reste certain que la différence de prix entre deux billes d'une durée double est d'autant plus petite que la durée simple est plus grande.

Une formule exacte ne pourrait être donnée que par suite d'une longue expérience, faite par les administrations des chemins de fer, à même d'étudier la durée dans des conditions bien déterminées, eu égard aux frais de déplacements et de remplacements, au choix à faire entre les billes d'essence de valeur et de durée différentes, d'après la nature des localités calcaires, argileuses, sablonneuses,

sèches et humides, où elles sont enfouies. Les procédés de conservation devront coûter d'autant moins, dans ces cas, que le bois naturel dure plus longtemps.

On comprend, par ce qui précède, l'hésitation des administrations qui ne datent que depuis une trentaine d'années, qui ont été obligées de faire des essais par des procédés nombreux; telle est aussi une des causes pour lesquelles le nombre des billes ayant reçu une préparation ne s'élève encore qu'à 57,77 pour cent sur les chemins de fer de l'État.

*Marche du goudron lorsqu'il pénètre dans du bois.*

— *Explication des planches.*

Après ces considérations, je crois devoir faire observer que la préservation par les procédés que j'ai proposés, peut être plus ou moins forte, plus ou moins coûteuse par conséquent.

Les figures n<sup>os</sup> 4 à 10 donnent une idée de la nature de l'injection par le goudron; elles ont été prises sur des petits blocs de vingt-cinq centimètres environ de longueur sur quatre à six d'épaisseur, fendus après la préparation.

On observera que (fig. 1 à 10) le goudron qui pénètre dans la masse ligneuse suit parfaitement les contours et les sinuosités des fibres longitudinales, qu'il remplit presque complètement dans les blocs (fig. 9 et 10); mais dans les blocs (fig. 4 à 8) qui n'ont reçu qu'une préparation incomplète, très-suffisante cependant dans beaucoup de cas, il est accumulé à toutes les sections transversales, bouchant ainsi les méats qui donnent accès aux agents de détérioration.

Dans les gros blocs de hêtre et de bois blanc (fig. 1 et 2), on observe de larges stries dans lesquelles le goudron n'a pas pénétré, et cependant, après toutes les circonstances de détériorations auxquelles ces blocs ont été exposés, on retrouve le bois parfaitement sain à une très-faible profondeur.

La large bande centrale non pénétrée de goudron dans le bloc de sapin (fig. 5) a cependant été préservée par la couche peu profonde de ce corps aux deux extrémités.

Observons toutefois que, dans la préparation industrielle, il sera toujours nécessaire ou très-avantageux de donner au bois la forme sous laquelle il devra servir; les entailles des coussinets, les ouvertures pratiquées pour le passage des chevilles qui les fixent, il est bon que tout soit fait avant l'injection.

#### *Marche des gaz humides dans le chêne.*

J'ai fait voir que le bois de chêne acquiert une teinte brune plus ou moins foncée, lorsqu'il est soumis à l'action du gaz ammoniac et de l'air humides; ce procédé, très-employé aujourd'hui pour imiter les meubles antiques, permet de décider une des questions qui se rattachent à la préservation et à la détérioration des bois.

Les figures 11 à 16 représentent chacune trois coupes, les deux premières dans le sens vertical, la troisième dans le sens horizontal, faites dans des blocs de chêne simulant la forme des billes ordinaires de chemin de fer; mais à l'un des bouts on a placé en travers les trous destinés à recevoir les chevilles qui maintiennent les coussinets.

Ces figures représentent l'état de l'intérieur des billes après l'action du gaz ammoniac, prolongée pendant qua-

rante-huit heures; les traits rouges signifient que la bille a été préservée de l'action de l'ammoniac sur cette face, en y appliquant un vernis commun très-épais; les teintes foncées montrent comment l'air chargé d'humidité et de gaz ammoniac pénètre dans le bois, et quelle sera la route que la détérioration suivra.

J'ai cherché à réunir toutes les conditions qui montrent comment une bille peut être mise hors de service par les agents chimiques, l'air et l'eau.

Je crois pouvoir me dispenser d'entrer dans des détails que la seule inspection des planches permet d'apprécier, et qui ont été donnés dans ma première note (*Bull.*, t. XV). Je me bornerai à faire remarquer que les billes figurées (planche, fig. 4 à 10) et injectées en tout ou en partie, offrent la plus grande analogie avec les figures 11 à 16. L'injection ou la préservation suit exactement la marche que suivra la détérioration. Aussi quand on examine avec attention une pile de billes détériorées, on y rencontre des détériorations telles que les injections et les colorations dans les figures 4 à 10 et 11 à 16, peuvent être considérées comme des types complets; elles montrent, en effet, les portions des billes qu'on a le plus d'intérêt à préserver, c'est-à-dire les méats qui permettent à l'air et à l'humidité de pénétrer; elles signalent toutes les conditions qu'il faut réaliser pour obtenir une préservation plus ou moins complète, et font voir *comment et pourquoi* une bille enfouie se détruit, abstraction faite des causes mécaniques de destruction. Je laisse celles-ci en dehors, faisant remarquer toutefois qu'un ingénieur avec lequel je cherchais à fendre les blocs des fig. 1, 2 et 3, à leur enlever des fragments ou à y faire pénétrer des chevilles, pensait que les diverses résistances étaient supérieures à celles du bois vierge ou

au moins égales ; nous rencontrâmes de petits clous dans l'intérieur ; ils étaient intacts, non rouillés, circonstance favorable et méritant d'être mentionnée particulièrement.

*Marche générale de la détérioration dans les bois.*

Quelle que soit l'essence du bois, la pourriture, soit sèche, soit humide, marche vite et loin dans le sens de la croissance, tandis que ses progrès sont très-lents et peu considérables dans le sens des rayons médullaires ; souvent les têtes des billes sont pourries alors que leur pourtour est encore sensiblement intact ; j'ai vu souvent des billes complètement fendues par la pourriture dans le prolongement des trous des chevilles, quand le bois juxtaposé était encore parfaitement sain ; lorsque les billes ne sont pas fendues, on remarque pour les essences communes une traînée plus ou moins longue en voie de décomposition ; quand l'observation porte sur du chêne, les fibres qui se trouvent dans le prolongement des chevilles sont parfois teintées en noir par suite de la formation d'encre ; le composé soluble de fer emprunté à la cheville rencontre dans le chêne assez de tannin pour le colorer en noir, par suite de la formation d'encre ; j'ai souvent vu des traînées très-longues n'offrir qu'une très-faible déviation latérale. La traînée, colorée pour le chêne, pourrie entièrement ou peu consistante pour d'autres essences, n'est pas droite, elle suit toutes les inflexions des fibres ligneuses, c'est-à-dire qu'elle marche toujours dans le prolongement des premiers vaisseaux allongés atteints, comme cela s'observe dans toutes les figures des planches.

Toutes les blessures, traits de scie, coups de hache qui occasionnent une solution de continuité dans les vais-



seaux allongés deviennent des causes de pourriture rapide (voir figure 17, coupe).

En 1845-1844, si ma mémoire est fidèle, on enleva le pavage en bois de la rue Croix-des-Petits-Champs, à Paris : tous les blocs posés sur champ étaient détériorés tant au-dessus qu'en dessous ; une injection comme celle que je propose, fût-elle même incomplète, donnerait un pavage qui mériterait peut-être d'être essayé dans les promenades, les trottoirs, les cours, etc., sinon pour la voie publique, où le bois paraît absolument abandonné.

*Le goudron de gaz préserve le bois aussi efficacement que les huiles lourdes ou créosotées.*

Dans son travail sur la conservation du bois (*Bull.*, t. XV), M. Rottier a cherché à déterminer quel est celui des nombreux produits, contenus dans les goudrons de houille, auquel il faut attribuer la propriété d'agir avec le plus d'avantage pour la conservation ; je pense que l'observation sur les trois blocs (fig. 1, 2 et 3) exposés aux agents destructifs depuis si longtemps, prouve suffisamment la propriété heureuse du goudron en nature. M. Rottier compte publier des expériences sur la nature des composés goudronneux que mes bois conservent encore, les produits les plus volatils ont dû s'échapper nécessairement ; mais il n'en reste pas moins établi que le goudron en nature et toutes les matières que je signalais en 1845 peuvent parfaitement servir avec avantage.

M. Fréd. Kuhlmann (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*, t. LVI, juin 1863, p. 1066) a de son côté attiré l'attention sur l'emploi du goudron dans la conservation de tous les matériaux de construction.

M. Kuhlmann a fait voir entre autres que le goudron, et mieux le brai, l'acide stéarique, etc., peuvent se substituer à l'eau dans le plâtre, et que cette substitution, bien que résultant d'une action purement physique, est si intime, que les dissolvants, tels que l'éther et la benzine, n'enlèvent qu'incomplètement le brai aux cristaux de plâtre.

L'action de la chaleur, dans la pénétration exécutée comme je l'ai proposée, doit produire quelque chose d'analogue, car M. Rottier n'a pu décolorer par l'éther de minces copeaux de mes bois injectés; ceux-ci conservent une couleur d'un brun foncé. J'avais constaté, à l'aide du microscope, que la matière ligneuse des cellules végétales était et restait teintée de la couleur du goudron.

Quoi qu'il en soit, M. Kuhlmann attribue la possibilité de cette substitution du brai, etc., par l'eau dans le plâtre à la propriété que ces corps possèdent de *mouiller* le plâtre; le mercure et le soufre ne peuvent se substituer ainsi; ils ne *mouillent* pas.

Dans les échantillons de bois injectés, présentés à la classe en 1848, il y avait des bois injectés par le soufre, le mercure et l'alliage de Darcet.

Il serait curieux d'étudier comment se comporteraient, sous le point de vue de la conservation pour les constructions maritimes (1) et pour les mines, les bois injectés de soufre ou de ce corps fondu dans du brai; quant aux bois imprégnés d'alliage fusible, ils n'offriraient qu'un intérêt très-secondaire, comme bois de marqueterie.

(1) Les *Annales des Travaux publics*, t. XIX et t. XX, renferment deux notes intéressantes à consulter sur la conservation des billes exposées à l'eau de mer, par M. Crepin, ingénieur des ponts et chaussées. Le t. XIX contient une note anonyme sur les ravages du tarct (*Teredo navalis*).

Tout ceci montre du reste que si le problème de la conservation des bois est une question *qu'on peut mettre au premier rang parmi les questions les plus importantes d'économie publique* (Dumas), il n'est pas moins vrai que le problème est loin d'avoir reçu une solution complète.

Une bille devrait pouvoir résister aussi longtemps qu'une momie.

*Essences sur lesquelles les procédés d'injection réussissent le mieux.*

Les procédés d'injection que je proposais à l'administration dès 1845 ne réussissent pas bien sur toutes les essences; autant que je puis en juger, le chêne, le hêtre, le sapin et le bois blanc (peuplier), se comportent dans mes expériences comme ils le font avec l'huile lourde.

Voici en général ce que j'ai observé en employant indifféremment des blocs de bois, en grume, équarris, verts, desséchés et même en voie de détérioration : l'aune, le bouleau, le charme, le hêtre et le saule s'imprègnent avec facilité et parfaitement; le sapin résiste parfois à une imprégnation complète, les couches du centre de l'arbre restent blanches; j'ai rencontré des blocs enlevés à des planches, dans lesquels le goudron ne pénétrait que de quelques millimètres, quand l'injection était parfaite dans d'autres; la figure n° 5 comprend les deux cas; le tremble et le chêne offrent une très-grande résistance à l'imprégnation; quant au tremble, il y aurait à recommencer : il existe tant de variétés de bois blancs que mes expériences ont pu être faites sur des échantillons mal classés.

Il arrive souvent, pour le chêne, de voir l'aubier ou les dernières couches complètement injectés, quand, dans les

autres, le goudron n'a pénétré que de quelques millimètres; et cependant des blocs si peu pénétrés n'absorbaient l'eau qu'avec la plus grande difficulté, et n'en absorbaient que très-peu.

Un gros bloc de chêne très-mal injecté, malgré un séjour de plus de 24 heures dans du goudron chauffé de 110° C. à 150° C., avait passé un hiver à l'air; je le fis débiter et travailler; l'ouvrier chargé de cette tâche affirmait n'avoir jamais rencontré de chêne aussi dur et aussi sec; il avait été exposé à l'air libre pendant huit mois, et son examen se faisait au sortir de l'hiver rigoureux de 1847, en avril.

Comme on le voit du reste dans les figures 1 à 5, des portions parfois assez considérables de bois résistent à l'injection, et cependant leur détérioration est arrêtée par suite de l'enduit goudronneux solide qui bouche les méats sur une certaine longueur, et qui soustrait les fibres ligneuses qui se trouvent dans leur prolongement aux agents de destruction.

*Quantités de goudron que les bois peuvent absorber.*

— *Effets d'injections peu profondes.*

D'après l'essence, d'après la perfection du résultat, les bois complètement et parfaitement remplis de goudron en ont absorbé de trente à cinquante pour cent de leur poids, pris à l'état sec tel qu'on l'obtient en le desséchant à 140° C. dans le vide; ces chiffres, déduits d'expériences nombreuses, dont les détails n'apprendraient rien, paraîtront entraîner à des frais considérables, mais une injection aussi complète ne me semble pas indispensable pour la plupart des usages auxquels les bois préservés sont destinés, et entre autres pour l'usage de billes de chemin de fer; car

rien n'empêcherait de leur faire subir une nouvelle préparation lorsqu'elles seraient en voie de détérioration.

L'administration belge exige que chaque bille injectée par l'huile lourde de goudron en absorbe et en retienne 9 litres 25; j'ai peine à comprendre qu'une dizaine de kilogrammes de goudron ayant perdu tous les produits volatils sous 150° C. ne rempliraient pas le même but que l'huile lourde; tout porte à croire que la préservation faite dans les conditions que j'ai décrites serait même plus efficace.

Dans des expériences spéciales (*Annales des Travaux publics de Belgique*, t. XIX) des billes de sapin ont absorbé en moyenne 22<sup>k</sup>5 d'huile créosotée pour des blocs de bois pesant de trente à quarante kilogr. (?)

Les expériences sur lesquelles je me fonde pour croire que des injections même très-peu profondes, mais produites à chaud avec des goudrons, agiraient avec efficacité, ont été faites sur cinquante échantillons ayant la forme donnée dans les figures 4 à 17; ils avaient environ trente centimètres de longueur sur sept centimètres de largeur et cinq de hauteur; le temps de l'immersion dans les bains préservateurs a varié de cinq minutes à un quart d'heure; les matières employées consistaient en goudron ordinaire de gaz, goudron de gaz débarrassé des produits les plus volatils, brai, huile; parfois de la colophane était ajoutée à ces matières. Au sortir du bain chaud, les blocs étaient plongés dans du goudron liquide et froid; en général, pour finir, on les chauffait pendant quelques instants dans le bain chaud en vue de les dessécher; les essences employées étaient le chêne, le sapin, le hêtre, le charme et le bois blanc (peuplier).

Le bois contenant son humidité naturelle, mais provenant des magasins de l'École de médecine vétérinaire, où il fait plus humide que dans les magasins ordinaires, ayant

été préparé et pesé ensuite, fut placé dans de l'eau bouillante pendant douze heures, puis abandonné et pesé de loin en loin.

1° Le poids du bois préparé étant représenté par (rapport moyen de vingt expériences) . . . . .	100
2° Après l'action de l'eau bouillante, il s'était élevé à . . . . .	120
3° Après quinze jours d'exposition au midi . . . . .	107
4° Après deux mois . . . . .	94
5° Après trois mois et demi. . . . .	89
6° Après neuf mois et demi. . . . .	91

Les blocs pris dans les mêmes pièces de bois, placés exactement dans les mêmes circonstances, avaient donné les chiffres suivants :

1° Poids du bois (rapport moyen de cinq expériences) . . . . .	100
2° Après l'action de l'eau bouillante . . . . .	136
3° Après quinze jours d'exposition à l'air . . . . .	99
4° Après deux mois . . . . .	86
5° Après trois mois et demi. . . . .	84
6° Après neuf mois et demi. . . . .	85

La deuxième série, faite dans des circonstances un peu différentes, donna les résultats suivants :

1° Le poids du bois préparé (rapport moyen de vingt expériences) . . . . .	100
2° Poids après avoir été enfoui pendant un mois dans du sable maintenu toujours très-humide et souvent baigné d'eau . . . . .	111
3° Après deux mois, juillet et août 1847, d'exposition au midi. . . . .	97
4° Après six mois de conservation dans le laboratoire de l'École . . . . .	98,5

Des blocs, non préparés, de mêmes formes et dimensions, en tout semblables aux précédents, ont donné les nombres suivants :

1 <sup>er</sup> poids. (Rapport moyen de cinq expériences.)	130
2 <sup>me</sup> » . . . . . » . . . . .	127
3 <sup>me</sup> » . . . . . » . . . . .	89,5
4 <sup>me</sup> » . . . . . » . . . . .	91

Ces bois furent enfouis dans un terrain humide, mais l'inondation de 1851 fit perdre l'expérience; c'est un des motifs qui m'engagent à éviter les détails des expériences. Les chiffres qui précèdent montrent que les bois préparés sans soin, rapidement et n'ayant reçu qu'une injection très-faible, perdent moins et gagnent moins d'humidité que les bois naturels, dans des temps égaux et dans des circonstances identiques.

Quant aux essences différentes, la moyenne d'absorption et de perte se fait dans l'ordre suivant :

1<sup>o</sup> Chêne, qui perd et absorbe le moins; 2<sup>o</sup> sapin; 3<sup>o</sup> le hêtre et le bois blanc; 4<sup>o</sup> le bois blanc et le hêtre ont donné des résultats différents : tantôt l'une tantôt l'autre de ces essences l'emportait; il faut attribuer ce fait aux différentes espèces ou variétés de bois blanc; 5<sup>o</sup> le charme.

Quoi qu'il en soit, il résulte de ces expériences que des injections très-superficielles amènent un changement notable dans l'absorption et la perte d'humidité, et qu'il pourrait être utile de faire une série d'expériences basées sur ce principe, sur des billes enfouies, préservées par des procédés qui sont sans action chimique proprement dite et soumises aux causes chimiques de détérioration, abstraction faite des causes mécaniques.

Autant que je peux me rendre compte des effets produits par des injections très-peu profondes, faites à chaud avec des matières qui sont solides à la température ordinaire, elles me semblent se distinguer cependant parfaitement des simples goudronnages à la brosse. De quelque

façon qu'on opère dans le goudronnage, à moins de précautions particulières, difficiles à prendre lorsqu'on opère industriellement, on est toujours exposé à laisser subsister une très-mince couche d'eau entre la fibre ligneuse et le goudron; une expérience familière en rend compte : on sait en effet qu'un filtre mouillé par l'eau ne laisse pas passer l'huile, tandis qu'un filtre huilé ne laisse pas passer l'eau.

L'examen microscopique permet du reste d'apprécier tout de suite les différences profondes qui existent entre les résultats des deux procédés, et le mode d'opérer qui consiste dans une simple carbonisation extérieure.

Ce dernier procédé a encore été préconisé dans ces derniers temps pour les billes de chemin de fer; à mon sens, il est loin de valoir la carbonisation dans les goudrons, les bitumes ou les brais, etc., que j'ai proposée depuis longtemps.

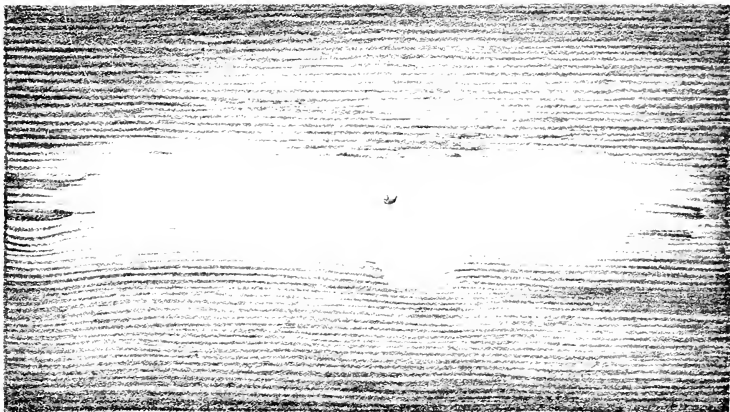
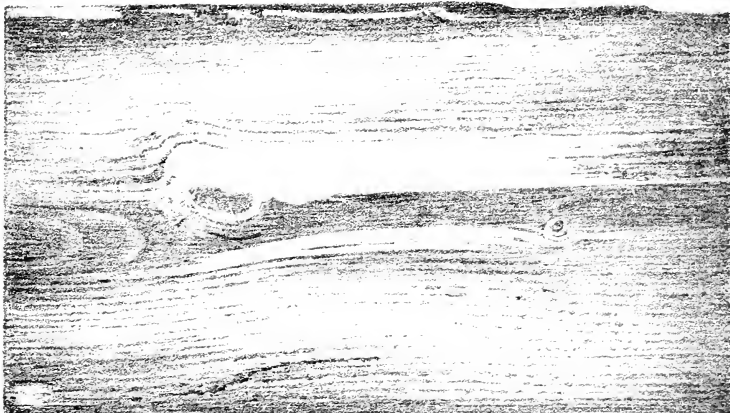
MM. Huttin et Boutigny d'Évreux (*Annales de chimie et de physique*, t. XXIII, 5<sup>e</sup> série) ont proposé, en 1848, un procédé qui a quelque analogie avec ceux que je décrivais en 1845. M. Gemini, en mars 1848 (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*) a proposé, de son côté, des procédés analogues au mien, mais en agissant sous de fortes pressions. J'ignore quel a été le résultat des expériences faites d'après ces procédés.

On peut résumer en quelques mots les résultats principaux et les procédés décrits dans cette note.

#### *Conclusions.*

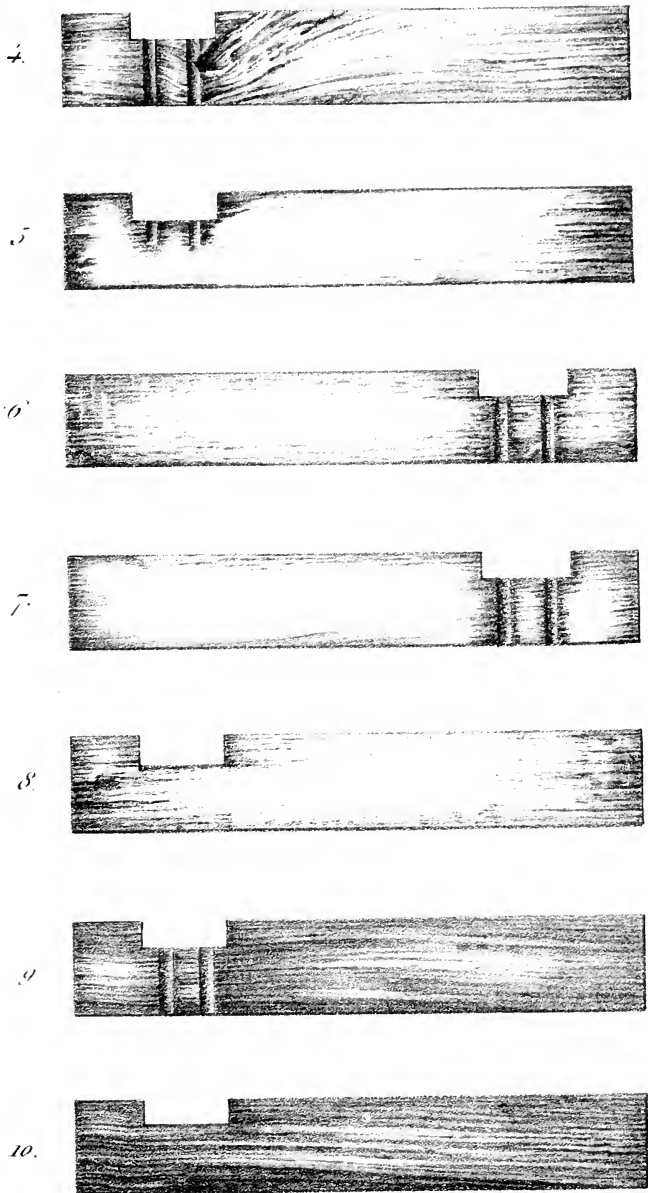
On peut injecter en tout ou en partie des blocs de bois en grume, secs, humides, équarris, travaillés, ayant été





1. Bois blanc (Peuplier.) 2. Hêtre. 3. Sapin.

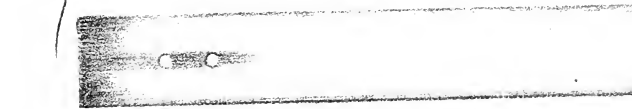
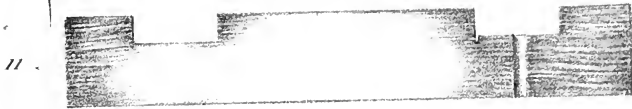




*Lith. par P. Goussier sur lith. de l'Acad.*

4. 5. Charme. 6. 7. 8. Hêtre. 9. 10. Bois blanc (Peuplier.) injectés par le goudron

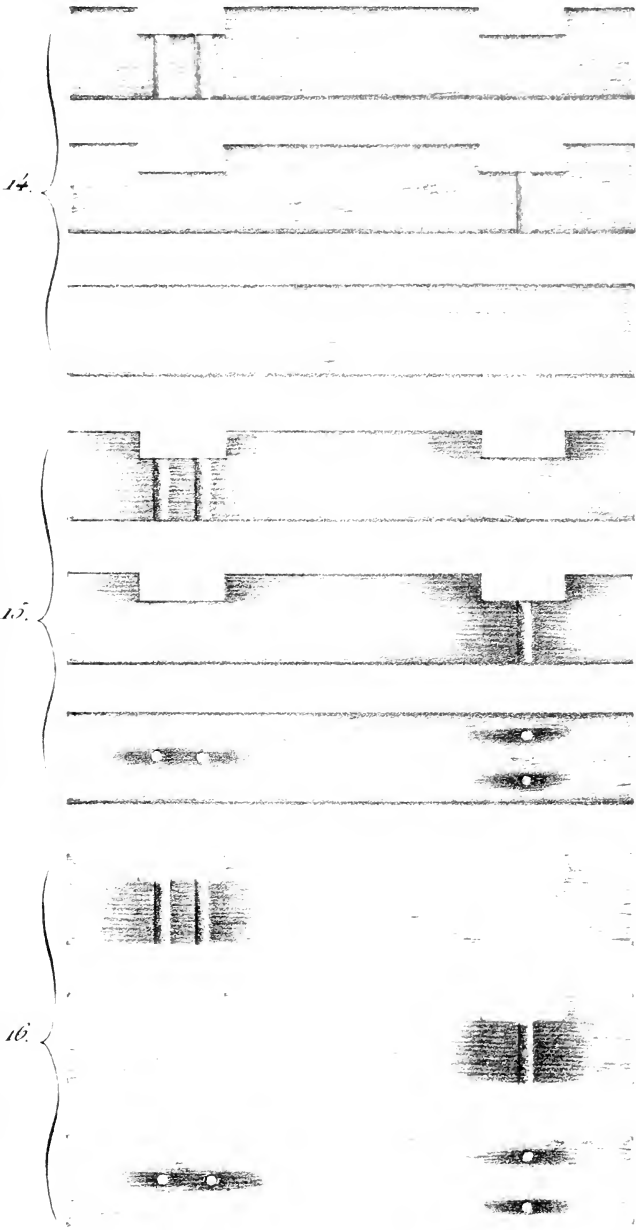




*cut par l'acide ammoniac. 1852*

Chêne coloré par l'ammoniaque.





*Intérieur de la membrane avec le chêne*

Chêne coloré par l'ammoniaque.





préparés par des sels et même en voie de pourriture, en employant la condensation de la vapeur d'eau et la pression atmosphérique comme force mécanique, et en utilisant la chaleur comme force dissolvant ou liquéfiant les matières préservatrices.

Les bois peuvent être entièrement ou partiellement imprégnés, et dans les deux cas ils résistent plus ou moins aux agents qui les altèrent.

La matière préservatrice qu'on injecte suit toujours le chemin que la détérioration prend dans les bois qui s'altèrent spontanément.

La carbonisation superficielle est plus efficace quand elle se fait par l'intermédiaire des matières goudroneuses, etc., que lorsqu'on se contente de porter le bois en nature à une température qui en désorganise une partie.

Lorsqu'on ne produit qu'une injection peu profonde, il est indispensable que le bois ait reçu avant la préparation préservatrice la forme complète sous laquelle il doit être utilisé, comme le prouvent les expériences des figures 11 à 16.

Une bille qui serait complètement pénétrée de goudron, de brai, etc., etc., aurait une existence très-longue, sinon indéfinie, si elle n'était soumise qu'aux agents ordinaires chimiques; mais il y aura lieu de tenir compte des causes mécaniques.

---

*Recherches sur la conservation du bois au moyen de l'huile lourde de goudron de houille, dite HUILE CRÉOSOTÉE (suite);* par M. Rottier, ingénieur industriel, préparateur de chimie à l'université de Gand.

Dans une première série d'expériences que j'ai fait connaître à l'Académie, j'ai établi que toutes les parties des huiles lourdes de goudron de houille ne s'opposent pas avec la même énergie à la destruction du bois; j'ai montré que, parmi les nombreuses substances contenues dans ces liquides, celle à laquelle on doit surtout attribuer la propriété de conserver le bois est une huile verte, qui se produit, à une température élevée, dans la distillation du goudron.

Je prends la liberté de soumettre maintenant à l'appréciation de l'Académie la relation de nouvelles expériences : dans celles-ci, je me suis occupé de l'influence qu'exercent sur le bois injecté d'huile verte les différents milieux dans lesquels il est placé. A la suite de ces recherches, j'ai fait quelques essais sur des bois de grande dimension, préparés au moyen des huiles de goudron, et qui avaient séjourné sous terre pendant un temps plus ou moins considérable. Le résultat de ces recherches tendant à confirmer les conclusions que j'ai tirées de mes études précédentes, je crois utile de présenter au jugement de l'Académie le résumé de ces expériences, qui ont été faites dans le laboratoire de M. Donny, professeur de chimie industrielle à l'Université de Gand.

INFLUENCE DES MILIEUX SUR LE BOIS IMPRÉGNÉ  
D'HUILE VERTE.

Pour étudier facilement l'influence que les divers milieux exercent sur le bois préparé, j'ai adopté une marche analogue à celle que j'avais suivie dans mes premiers essais; j'ai opéré sur des copeaux de bois très-altérable, des copeaux d'aubier de peuplier.

Un certain nombre de ces copeaux, préalablement deséchés, ont été imprégnés d'huile, puis exprimés entre des feuilles de papier buvard, jusqu'à ce que celles-ci ne se colorassent plus sensiblement.

L'huile verte que j'ai employée est celle que j'ai prise, dans ma première notice, pour type des bonnes huiles de goudron. Elle a pour densité 1,11 et entre en ébullition vers 275° C.

1. *Action de l'air sec.* — Quelques-uns de ces copeaux imprégnés d'huile verte ont été déposés sur une table dans une chambre parfaitement aérée.

Dix-neuf jours après, un de ces copeaux a été traité à diverses reprises par la benzine bouillante, qui lui a enlevé l'huile dont il était imprégné; le bois a repris, à très-peu de chose près, sa coloration naturelle.

Des expériences semblables, faites, l'une le trente et unième jour, et l'autre le centième jour, ont amené des résultats identiques.

2. *Action de l'eau distillée.* — Quelques copeaux préparés ont été déposés dans des vases ouverts renfermant une quantité d'eau distillée trop petite pour noyer complètement les échantillons. On remplaçait l'eau distillée au fur et à mesure qu'elle s'évaporait.

Au bout de trente-cinq jours, une de ces pièces a été

retirée de l'eau, séchée à l'air et lavée au moyen de la benzine bouillante, qui a enlevé l'huile contenue dans l'échantillon; celui-ci a pris une teinte excessivement pâle, qui se rapprochait beaucoup de celle du bois non préparé.

Vingt jours après, un autre copeau, retiré de l'eau, a été traité comme le précédent, et a fourni des résultats semblables à ceux de l'expérience que je viens de décrire.

3. *Action de la lumière.* — Afin de voir si, dans l'essai précédent, la lumière exerce une action sur le bois, j'ai fait une expérience semblable dans l'obscurité : des copeaux préparés ont été placés dans un vase ouvert renfermant de l'eau distillée et déposé dans un réduit obscur ménagé dans une cave. Lorsqu'on lave un de ces échantillons au moyen de la benzine, il reprend à très-peu près la coloration naturelle du bois.

4. *Action de l'eau de pluie, etc.* — Un copeau de peuplier, préparé au moyen de l'huile verte, a été maintenu dans une gouttière où l'eau pluviale séjourne presque constamment, et qui renferme nécessairement une assez grande quantité de poussières atmosphériques, etc.

Le vingtième jour, le changement de coloration était déjà manifeste : une petite portion du copeau, après de nombreux traitements par la benzine bouillante, avait acquis une teinte fauve assez prononcée.

Quelques jours plus tard, une expérience semblable, répétée sur un nouveau fragment du même copeau, qui avait été remis dans la gouttière, amenait un résultat analogue; seulement, la couleur fauve de l'échantillon était beaucoup plus foncée.

Le cent seizième jour de l'expérience, un nouveau fragment du copeau, lavé au moyen de la benzine, était presque noir.

5. *Action de la terre calcinée et sèche.* — Dans un vase renfermant du sable qui avait été maintenu pendant deux ou trois heures à la température du rouge clair, j'ai enterré deux copeaux de bois imprégnés d'huile verte.

Cent dix-huit jours après l'enfouissement de ces échantillons, aucune action ne s'est produite; de petits morceaux de ces pièces abandonnent à la benzine l'huile qu'ils renferment et reprennent à peu près la couleur du bois naturel.

6. *Action de la terre calcinée et humide.* — Il en est de même pour des copeaux semblables enterrés dans du sable obtenu comme le précédent, mais mouillé d'eau distillée.

7. *Action de la terre ordinaire humide.* — La terre qui a servi aux expériences suivantes présente la composition moyenne que voici :

Eau . . . . .	12,500
Matières organiques. . . . .	4,025
Acide carbonique. . . . .	2,118
Sable et argile. . . . .	73,271
Silice soluble . . . . .	0,056
Alumine. . . . .	0,887
Oxyde ferrique . . . . .	1,079
Chaux . . . . .	2,277
Magnésie . . . . .	0,556
Sels de potasse, de soude et de lithine. . . . .	0,553
Chlore . . . . .	traces.
Pertes . . . . .	1,158
	<hr/>
	100,000

La quantité d'eau contenue dans cette terre variait entre des limites assez étendues; de temps en temps, on y ajoutait une certaine quantité d'eau pour remplacer celle qui s'était évaporée.

Déjà, dans mon premier mémoire, j'ai attiré l'attention

sur les phénomènes de coloration que présentent le bois et les tissus préparés, lorsqu'ils séjournent sous terre : d'abord le copeau ne change pas d'aspect ; il conserve la couleur verte qu'il possédait au moment de la mise en terre ; vers le vingtième jour, quelques petites taches roses, rousses et brunes paraissent, grandissent, s'étendent et finissent par couvrir la surface entière de l'échantillon.

Si on lave un de ces copeaux dans la benzine, après l'avoir desséché au préalable, les taches persistent et se distinguent très-nettement sur le fond rose sale que présente alors l'échantillon. Lorsque ces pièces de bois ont séjourné longtemps sous terre, les taches ont disparu et fait place à une teinte générale semblable à celle de l'échantillon qui a été exposé à l'action de l'eau de pluie, dans la gouttière.

8. *Action de la terre ordinaire sèche.* — La même terre, convenablement desséchée, n'agit que très-faiblement sur le bois préparé.

Lorsqu'on emploie pour la préparation des copeaux des liquides dépourvus d'huile verte, les huiles brunes de houille, par exemple, les taches qui paraissent si facilement avec l'huile verte ne se montrent pas, et les copeaux ne changent presque pas d'aspect par un séjour prolongé sous terre. A la vérité, ces échantillons, traités par la benzine bouillante, ne reprennent pas non plus la couleur naturelle du bois ; l'huile brune exerce donc aussi une action sur le bois ; mais cette action, d'ailleurs assez faible, est toute différente de celle de l'huile verte.

On peut conclure de ce qui précède que l'air, l'eau distillée, la lumière, la terre calcinée sèche et la terre calcinée humide, de même que la terre ordinaire sèche, n'agissent que très-faiblement sur la matière ligneuse im-

prégnée d'huile verte; tandis que l'eau de pluie et la terre ordinaire humide exercent, au contraire, très-rapidement, sur le bois préparé, une action manifeste. On est donc porté à croire que la cause de l'altération réside dans la présence des impuretés de l'eau de pluie (poussières atmosphériques, etc.) et des matières que l'application d'une haute température enlève à la terre ordinaire, et que ce n'est que sous l'influence de l'humidité que ces matières agissent.

Il est à remarquer qu'au bout d'un temps très-long (trois ou quatre mois), certaines catégories de mes copeaux finissent par acquérir une coloration plus ou moins intense : des copeaux, placés dans un vase ouvert, contenant de l'eau distillée (expérience n° 2), prennent une teinte fauve assez prononcée lorsqu'on les traite par la benzine après cent jours d'immersion dans l'eau distillée. Si l'on examine à l'aide d'un puissant microscope l'eau qui se trouve dans ce vase, on y constate la présence d'une grande quantité d'infusoires, de débris d'organismes végétaux et animaux, de fécules, etc., etc., qui proviennent évidemment de l'atmosphère.

Les échantillons que j'ai déposés dans une cave obscure (expérience n° 3), n'éprouvent pas les modifications subies par les copeaux dont je viens de parler. Traités par la benzine, même après cent trente-trois jours d'immersion dans l'eau, ils ne conservent qu'une teinte très-pâle qui se rapproche beaucoup de la couleur du bois non préparé. L'eau qui baigne ces copeaux ne renferme pas sensiblement de matières organiques.

On a vu que des copeaux placés sous terre, et par conséquent dans l'obscurité, se modifient très-rapidement; les effets si différents que l'on observe dans les deux dernières expériences ne peuvent donc pas être attribués à la pré-

sence ou à l'absence de la lumière; il semble que la coloration que le bois préparé éprouve est due surtout à la présence des poussières que l'air tient toujours en suspension et qui se sont peu à peu déposées dans les vases en expérience; si les copeaux conservés dans la cave se sont moins colorés que les autres, c'est que l'atmosphère limitée et tranquille de cette cave n'a pu fournir au bois qu'une quantité très-faible de poussières organiques.

On a remarqué sans doute que, dans aucun de mes lavages à la benzine, je ne suis parvenu à rendre complètement au bois sa nuance naturelle; il est probable que la matière ligneuse, dans toutes ces expériences, s'est colorée plus ou moins parce que je n'ai pris aucune précaution particulière pour éviter l'accès des substances organisées répandues dans l'air.

Dans l'expérience décrite plus haut, sous le n° 7, on observe que le phénomène qui se manifeste ordinairement par une teinte générale apparaît sous forme de taches irrégulières, lorsqu'on opère sous terre. Le motif de cette différence d'action me paraît facile à donner : la terre, qui, dans cet essai, recouvrait les copeaux, n'était jamais tassée fortement; on la projetait légèrement sur les échantillons préparés. Dans ces conditions, le bois n'était pas dans toute son étendue en contact avec la terre humide et ne la touchait qu'en quelques points, ceux sur lesquels le phénomène paraissait en premier lieu.

Lorsqu'on retire de terre un échantillon préparé et couvert de taches, qu'au moyen de la benzine on enlève l'huile qui s'y trouve encore, et qu'on remet en terre le copeau ainsi lavé, celui-ci, quoique complètement couvert de taches, se détruit rapidement; tandis que du bois pré-



paré au moyen de cette même huile, et qui n'a pas été traité par la benzine, se conserve parfaitement bien.

C'est donc à la présence de l'huile verte liquide dans le bois qu'on doit attribuer la propriété que possède celui-ci de se conserver, et non pas à l'existence de ce composé insoluble formé aux dépens de l'huile verte.

On observe que l'échantillon préparé abandonne d'autant moins de principes solubles à la benzine, que cet échantillon a séjourné plus longtemps sous terre; et que, lorsque le copeau est resté enterré pendant un temps suffisamment long, il n'abandonne plus rien à ce dissolvant. Il est facile de déduire de ce fait une conséquence importante : le bois, quoique préparé, doit inévitablement commencer à se détruire alors, puisque ce n'est pas la modification brune qui donne au bois la propriété de se conserver, mais bien l'huile verte elle-même.

On peut donc, résumant les lignes qui précèdent, poser l'énoncé suivant :

*Sous l'influence combinée de l'humidité et de certaines matières organiques, l'huile verte engagée dans le bois éprouve une modification particulière : elle devient insoluble dans la benzine et colore la matière ligneuse en brun; aussi longtemps que le bois renferme de l'huile à l'état liquide, il se conserve; dès que la totalité de l'huile s'est fixée sur le bois, celui-ci se détruit.*

Les phénomènes qui viennent d'être décrits permettent d'expliquer un fait qui, au premier abord, semble assez étrange : le bois préparé et enfoui reste parfaitement intact pendant un certain temps; puis tout à coup il commence à s'altérer, et dès que l'altération a commencé, elle continue avec autant de rapidité que si le bois n'avait pas été préparé.

Si l'on jette un coup d'œil sur les diagrammes qui accompagnent ma première note, on se convaincra que cet effet est constant. Il ne peut pas en être autrement : le bois qui ne doit sa conservation qu'à la présence de l'huile verte liquide, est parfaitement préservé aussi longtemps qu'il renferme ce corps; mais, par suite de l'altération qu'elle éprouve, l'huile perd peu à peu ses propriétés utiles, et lorsqu'elle s'est fixée en totalité sur le bois, celui-ci commence à se détruire.

Il peut être intéressant de voir si, en préparant de nouveau, après un certain temps, une pièce de bois enterrée, on ne pourrait pas prolonger sa durée; et si, en répétant convenablement l'opération, on ne parviendrait pas à conserver le bois pendant un temps indéfini. Je me borne simplement à poser la question : j'ai tenté quelques expériences dans cette voie et toutes, jusqu'ici, confirment mes prévisions; mais le temps pendant lequel j'ai opéré ne me semble pas encore assez long pour que je puisse donner une solution définitive à la question.

#### EXPÉRIENCES SUR DES BOIS PRÉPARÉS PRÉSENTANT DE GRANDES DIMENSIONS.

##### I. — *Traverses de chemin de fer.*

Au mois de décembre 1850, cent traverses de chemin de fer, envoyées de Londres et préparées par M. Bethell, l'inventeur du procédé de conservation du bois par l'injection de la créosote, ont été placées, à titre d'essai, sous la voie belge. Dans le courant du mois de mars 1862, l'administration des chemins de fer a fait retirer de terre deux de ces traverses pour les envoyer à l'exposition univer-

selle de Londres. Grâce à l'obligeante intervention de MM. Ch. Andries et Van der Sweep, ingénieurs des ponts et chaussées, j'ai obtenu la moitié de chacune de ces deux billes, et j'ai pu de la sorte faire quelques expériences sur des pièces de bois d'assez grandes dimensions, préparées au moyen de l'huile lourde de goudron et ayant été enfouies sous terre pendant l'espace de onze années environ.

Ces traverses, dont les figures 1 à 4 font connaître l'aspect et les dimensions principales, sont toutes les deux en bois de sapin. La texture du bois n'est pas la même dans les deux pièces; dans l'une, A (fig. 1 et 2), les cercles annuels sont très-serrés et le bois est fort compacte; dans l'autre, B (fig. 3 et 4), qui présente une texture un peu plus lâche et semble s'être injectée plus facilement, la conservation est beaucoup plus parfaite que dans la première qui, en plusieurs endroits, est déjà profondément attaquée.

L'examen de ces pièces de bois fait naître les remarques suivantes :

1° *Le bois ne s'injecte pas uniformément; l'aubier a s'imprègne d'une assez notable quantité d'huile, à laquelle il doit sa couleur noire, tandis que le bois parfait b résiste à l'injection et conserve la nuance du bois naturel.*

Ce fait a été signalé déjà par M. L. Crepin, ingénieur des ponts et chaussées (1).

2° *L'aubier a, la partie tendre du bois, la seule qui soit injectée, est dans un état de conservation très-satis-*

(1) Notice sur des expériences faites sur des bois préparés au sulfate de cuivre et à la créosote, au point de vue de leur emploi dans les travaux à la mer, par M. L. Crepin. — *Annales des travaux publics de Belgique*, tome XIX, page 121.

*faisant. Quant au bois parfait non injecté, s'il est bien conservé dans la pièce B, il est loin de l'être dans la traverse A; l'altération qu'il a éprouvée dans celle-ci est déjà profonde; en certains endroits, surtout vers le milieu de la bille, le bois, cédant au moindre effort, se réduit en petits fragments que l'on peut aisément détacher avec la main.*

Le parfait état de conservation des parties injectées de la traverse et l'altération profonde qu'on observe sur la plupart des points que l'huile de goudron n'a pas pénétrés, doivent attirer toute notre attention. Il serait puéril de faire remarquer combien cette altération fait perdre de résistance aux traverses, surtout si l'on se rappelle que les billes de chemin de fer ne présentent pas toujours les dispositions si avantageuses de celles sur lesquelles j'ai opéré : dans celles-ci, en effet, la partie non injectée est très-petite relativement aux zones imprégnées d'huile, tandis que dans beaucoup de traverses que j'ai vues dans les chantiers d'injection et le long des voies ferrées en construction, la partie noire est plus petite que la portion non injectée. Les figures 5 et 6 donnent une idée de ces dispositions vicieuses.

Dans le travail que je viens de citer, M. l'ingénieur Crepin constate que le bois parfait, la partie non injectée des traverses en sapin, ne résiste pas complètement aux attaques des vers marins, des tarets surtout, qui exercent sur nos côtes de si grands ravages, et il réclame pour les bois exposés à la mer des moyens d'injection plus puissants que les procédés actuels qu'il trouve, avec raison, insuffisants.

L'examen de mes traverses démontre que le mode d'injection dont on dispose aujourd'hui n'est pas plus satis-

faisant pour les billes de chemin de fer que pour les bois exposés à la mer. Il serait donc très-désirable de voir adopter les perfectionnements que M. Crepin propose d'introduire dans la préparation des bois.

On peut toutefois se demander si, tout en cherchant à améliorer ces procédés, il n'y aurait pas quelque avantage, du moins pour ce qui regarde les traverses de chemin de fer, à remplacer les bois, comme le sapin, qui sont assez rebelles à l'injection, par des essences qui se laissent plus facilement pénétrer. On voit par ce que je viens de dire, que la partie la plus tendre, la plus altérable du bois de sapin, l'aubier en un mot, est celle qui se conserve le mieux, par la raison que c'est la seule qui s'imprègne d'huile; il est donc probable qu'un bois dont la texture, moins compacte que ne l'est celle du sapin, permettrait une complète absorption d'huile, résisterait à la pourriture pendant un temps excessivement long.

5° *Les parties injectées des traverses sont recouvertes d'une croûte de terre noire, répandant peu ou point d'odeur; cette croûte adhère assez fortement aux traverses pour qu'il soit nécessaire d'employer le burin lorsqu'on veut l'enlever complètement.*

On peut représenter de la manière suivante la composition moyenne de cette croûte, que je n'ai pas cru nécessaire d'indiquer sur les figures ci-jointes :

Sable ferrugineux . . . . .	86,80
Matières organiques d'origine végétale. . . . .	4,60
Partie soluble dans la benzine : pyrène, paranaphtaline, huile verte, produits résineux, etc. . . . .	7,00
Eau . . . . .	1,60
	100,00

Épaisseur moyenne 0<sup>m</sup>,005.

En épuisant par la benzine bouillante deux cents grammes de cette terre, j'ai obtenu une liqueur d'un brun verdâtre très-fluorescente; je l'ai évaporée à une température peu élevée, pour éviter autant que possible de perdre les parties les plus volatiles de l'huile, et j'ai recueilli ainsi quatorze grammes d'une substance brune très-foncée; ce corps, liquide à une température peu élevée, se prend en masse par le refroidissement, et constitue alors un mélange d'une matière liquide et d'une matière solide faciles à séparer au moyen de la presse. Ce mélange répand une odeur dans laquelle on distingue nettement celle de l'huile de résine et celle de l'huile lourde de houille.

*Examen de la partie liquide.* — Huile visqueuse d'un brun rouge, qui entre en ébullition vers 260° C. et fournit, par la distillation, d'abord une petite quantité d'une huile jaune répandant l'odeur de l'huile de résine, puis, au delà de 300°, un mélange de pyrène, paranaphtaline, huile verte, etc.

*Examen de la partie solide.* — Elle présente l'aspect d'un gâteau brun qui paraît formé presque en totalité de pyrène et de paranaphtaline; se dissout intégralement dans l'éther; cette dissolution est verte et fluorescente.

Absence de produits résineux et de naphthaline.

J'ai dit, dans la première note que j'ai présentée à l'Académie sur ce sujet, que dans les traverses de chemin de fer enfouies pendant un temps même très-long, on constatait facilement la présence de la naphthaline.

Que ces traverses, à cause de leurs grandes dimensions, retiennent une certaine quantité de naphthaline, cela se conçoit d'autant plus aisément, que l'huile de houille que l'on injecte dans le bois est souvent saturée de ce corps; mais si l'on songe à la facilité avec laquelle cette substance

se volatilise, et si l'on remarque qu'au bout de onze années les traverses renferment encore une notable quantité de naphthaline, on doit reconnaître qu'une cause énergique s'est opposée à sa volatilisation; cette cause est très-probablement la présence de l'enveloppe compacte dont je viens de parler, et que le sable forme autour de la bille, en s'agglomérant avec les parties les moins volatiles de l'huile qui, par capillarité, est amenée à la surface de la traverse.

Dans mes premières expériences, j'opérais ainsi que je l'ai fait remarquer, dans des conditions qui ne permettaient pas à la naphthaline de rester engagée dans le bois, et j'ai fait quelques réserves au sujet de l'action de ce corps. Je crois que, lorsque par une cause quelconque le bois retient une grande quantité de naphthaline, l'action de cette substance ne peut être douteuse : son odeur pénétrante et sa saveur brûlante doivent contribuer à éloigner les insectes xylophages.

*4° Après un long séjour sous terre, le bois injecté renferme encore une notable proportion de principes liquides, mélange complexe, dans lequel on remarque une assez grande quantité d'huile verte.*

Il est facile de constater que ce bois contient encore des substances liquides. Il suffit pour s'en assurer de regarder au microscope, sous un faible grossissement, une tranche de bois mince et translucide, récemment enlevée de la traverse; on voit très-distinctement un liquide brun foncé se mouvoir dans les fibres ligneuses.

Un essai plus simple encore permet de mettre ce fait en évidence : en comprimant sur la traverse injectée une feuille de papier buvard blanc, celle-ci, s'imprégnant du liquide contenu dans le bois, se colore en brun.

La substance que renferme le bois injecté est soluble dans plusieurs liquides et peut, au moyen d'un de ces dissolvants, être séparée en totalité du bois. Pour me procurer une certaine quantité de ce corps, j'ai soumis à l'action de l'éther cent grammes de bois coupé en petits fragments; en répétant un grand nombre de fois le traitement par l'éther, j'ai obtenu 25,8 grammes d'une substance noire offrant l'aspect d'un gâteau cristallin, mélange de corps solides et liquides que l'on sépare sans peine à l'aide de la presse.

Ce mélange présente la composition suivante :

Partie solide blanche ou légèrement colorée en vert foncé . . . . .	Grammes. 9,0
Partie liquide, visqueuse, présentant une couleur brune verdâtre. . . . .	16,8
	<hr/> 25,8

Soumise en vase clos à l'action de la chaleur, la partie solide fond d'abord, puis entre en ébullition et fournit par la distillation un mélange de naphthaline, de pyrène, de paranaphthaline et d'huile verte.

En distillant la partie liquide, on obtient les produits suivants :

De 80 à 220° C., quelques vapeurs . . . . .	» »
De 220 à 280° C., naphthaline et huile jaunâtre. .	6,0
De 280 à 520° C. environ, liquide fluorescent. .	2,8
Au delà de 520° c., substance visqueuse rougeâtre.	4,6
Résidu . . . . .	5,4
	<hr/> 16,8

On constate dans la matière extraite du bois préparé l'absence de l'acide phénique et la présence de plusieurs



corps qui se rencontrent dans l'huile de goudron; je n'ai dirigé mes recherches que sur les quelques substances dont je me suis occupé dans mes premières expériences : la naphthaline, l'huile verte, la paranaphthaline, le pyrène et le chrysène.

*Recherche de l'acide phénique.* — Malgré les essais nombreux auxquels je me suis livré, je n'ai pu parvenir à découvrir la présence de ce corps dans l'huile extraite du bois.

Lorsqu'on agite celle-ci avec une solution concentrée de potasse caustique, et qu'on abandonne ce mélange au repos, il se sépare en deux couches, l'une légère et huileuse, l'autre plus pesante et aqueuse. Si on enlève cette dernière et si on la neutralise par l'acide chlorhydrique, aucune huile nouvelle n'est mise en liberté.

*Recherche de la naphthaline.* — Quand on abandonne à lui-même le gâteau noir dont j'ai parlé plus haut, on le voit, au bout de quelques jours, recouvert de paillettes cristallines, blanches et volatiles de naphthaline.

Lorsqu'on place un fragment de la *partie solide* du gâteau sur une plaque métallique, qu'on le recouvre d'un petit entonnoir en verre, et qu'on chauffe modérément la plaque, le gâteau fond et, au bout de quelques instants, les parois de l'entonnoir se tapissent de paillettes brillantes de naphthaline.

La partie liquide, soumise à la distillation, commence à bouillir à 220°, en donnant une huile qui se solidifie instantanément dans le récipient, sous forme d'une masse blanche et cristalline de naphthaline.

Il n'est pas, du reste, nécessaire de se livrer à ces essais pour acquérir la conviction qu'il y a une grande quantité de naphthaline dans le bois injecté. Un coup d'œil attentif,

jeté sur une section nouvellement sciée de la traverse, suffit pour faire voir çà et là quelques petites paillettes miroitantes et irisées; si on examine celles-ci au microscope ou à la loupe, on leur reconnaît aisément la forme rhomboïdale des cristaux de naphthaline; ces nombreuses paillettes disséminées à la surface du bois se volatilisent en entier, lorsqu'on abandonne le bois pendant quelques heures dans un endroit aéré.

*Recherche de l'huile verte.* — Je ne connais que deux propriétés de l'huile verte qui permettent de caractériser nettement ce corps dans un mélange complexe, comme l'est la substance extraite du bois préparé.

Ces propriétés sont :

1° Sa couleur; lorsqu'on dissout dans l'éther, dans la benzine, dans l'alcool et la matière retirée de la traverse injectée, la liqueur obtenue possède une teinte olive très-intense qui ne peut laisser de doute sur la présence d'une notable quantité d'huile verte, seule substance qui, dans le goudron, offre cette couleur.

2° Les taches qui se manifestent sur le coton et sur le bois imprégnés d'huile verte; j'ai déjà dit que ce phénomène, qui se produit avec la substance extraite du bois préparé, ne se remarque pas lorsqu'on emploie des huiles ne renfermant que des quantités insignifiantes d'huile verte. On obtient avec ces dernières une coloration uniforme, qui varie avec la nuance de l'huile employée, mais on n'observe jamais de taches.

*Recherche de la paranaphthaline.* — Lorsqu'on enlève au moyen d'une petite quantité d'alcool froid les principes les plus solubles de la *partie solide* dont il a été question plus haut, on obtient au fond du vase une poudre d'un blanc jaunâtre. Cette poudre, recueillie sur une plaque

métallique, recouverte d'un entonnoir et chauffée, dégage des vapeurs qui répandent l'odeur de la suie et se condensent sous forme de cristaux contournés, dans le col de l'entonnoir : ces deux propriétés appartiennent à la parannaphtaline.

*Recherche du pyrène.* — Ce corps se reconnaît aisément à l'aspect dichroïque que présentent ses dissolutions. La liqueur qu'on obtient en traitant par l'éther la matière retirée du bois, la dissolution de la *partie solide*, etc., sont fluorescentes. Dans ces liquides, la couleur particulière due au pyrène, le bleu, est complètement masquée par la teinte si intense que l'huile verte lui communique : ces dissolutions sont dichroïques, mais la couleur de fluorescence paraît être le vert.

Pour s'assurer de la couleur de fluorescence du liquide, il suffit d'étendre la dissolution au point de la rendre presque incolore et de diriger sur celle-ci, au moyen d'une lentille bi-convexe, les rayons du soleil; le cône lumineux qui apparaît alors dans l'intérieur du liquide, présente la couleur bleue du pyrène avec une netteté remarquable.

Si on fait l'expérience dans une chambre obscure, en s'entourant de quelques précautions qu'il serait hors de propos de détailler ici, le phénomène se produit même avec des dissolutions qui ne renferment que des quantités très-faibles de pyrène; le procédé est assez sensible pour déceler la présence de 0,01 milligr. de cet hydrocarbure. Aussi ce mode d'analyse permet-il de constater l'existence du pyrène, non-seulement dans toutes les huiles brutes du goudron de houille, mais encore dans le naphte du commerce et même dans les benzines purifiées par plusieurs distillations, dans le goudron de bois, l'alcool méthylique commercial, les huiles de résine, etc.

Je me propose de faire de l'étude de ce procédé analytique, applicable non-seulement à la recherche du pyrène, mais encore à celle de tous les corps fluorescents, l'objet d'un mémoire spécial.

*Recherche du chrysène, etc.* — C'est dans la partie solide du mélange extrait de la traverse que l'on doit chercher cet hydrocarbure. Cette *partie solide*, convenablement débarassée, au moyen de l'alcool, des corps liquides qui l'accompagnent, se présente sous la forme d'une masse pulvérulente d'un jaune clair et se compose de naphthaline, paranaphthaline, pyrène et chrysène. Si l'on triture ce mélange avec une nouvelle quantité d'alcool, ce liquide s'empare de la naphthaline et d'une petite portion des autres corps et laisse le chrysène, reconnaissable à sa belle couleur jaune, mêlé à une certaine quantité de pyrène et de paranaphthaline peu solubles, comme on sait, dans l'alcool.

Indépendamment des corps dont je viens de signaler la présence, on trouve, dans l'huile extraite de la traverse, une assez grande quantité d'une matière brune, visqueuse. Cette substance paraît être le produit d'une altération qu'éprouvent au contact de l'air certains corps contenus dans le goudron de houille. Les huiles obtenues dans la distillation du goudron sont toutes, on le sait, incolores ou très-faiblement colorées au moment de leur préparation, et peu d'instant d'exposition à l'air suffisent pour leur communiquer une nuance jaune qui ne tarde pas à virer au brun. Ces corps, qui se colorent ainsi en s'oxydant, semblent répandus en grande quantité dans les produits de la houille; le goudron, les huiles légères, les huiles lourdes en renferment, et l'huile verte elle-même n'en est pas tout à fait exempte. Les dissolutions que l'on obtient en traitant par l'éther, par la benzine, etc., la substance

extraite du bois, sont, je l'ai déjà dit, d'une couleur olive fort prononcée; c'est à cause de cette matière brune que la teinte due à l'huile verte se trouve ainsi modifiée.

5° *Le bois privé, à l'aide de dissolvants, des principes liquides qu'il renferme ne reprend pas la couleur naturelle du bois; il conserve une teinte brune très-foncée.*

Cette observation est de nature à confirmer les résultats des expériences que j'ai décrites dans la première partie de cette notice.

D'après ce qu'on vient de voir, la composition moyenne du bois injecté peut être représentée de la manière suivante :

Bois présentant une coloration brune très-foncée . . .	74,20		
Huile. {	Substances solides : <i>naphthaline, paranaphthaline, pyrène, chry-sène</i> . . . . .	9,00	} 25,80
	Substances liquides : <i>huiles entrant en ébullition à 220°, huile verte, matière brune.</i> . . . . .	16,80	
			<hr/> 100,00

## II. — *Pièce de bois préparée au moyen du goudron.*

M. Melsens a préparé, pendant l'hiver de 1840-1841, plusieurs pièces de bois au moyen du goudron de houille et les a exposées, depuis cette époque, à diverses influences, toutes favorables à la destruction du bois. Il a bien voulu me confier deux ou trois fragments de ces pièces, pour me mettre à même de faire quelques expériences sur ce bois.

D'après les renseignements qu'il m'a donnés lui-même, M. Melsens a préparé ses pièces de bois en les maintenant pendant quelque temps dans un bain de goudron de gaz placé dans un vase ouvert et chauffé à 150° C. environ. Après leur préparation, ces morceaux de bois ont été en-

fouis pendant dix-huit mois à proximité d'un urinoir, puis dans de la terre ordinaire. Ils furent transportés alors à Paris où ils restèrent environ dix-huit mois ; à leur retour, on les soumit à l'action successive de la vapeur d'eau à 100° C., de l'eau froide et de la gelée ; ils furent exposés ensuite sur une pelouse et sur une plate-forme , et passèrent enfin les six dernières années dans une terre contenant une certaine quantité de mortier.

Ces diverses pièces de bois, que M. Melsens m'a montrées chez lui, sont dans un état de complète conservation qui atteste, non-seulement le soin avec lequel la préparation a été faite , mais aussi la grande puissance de conservation que possède le goudron.

Elles ne sont pas enveloppées de cette croûte protectrice dont j'ai signalé la présence autour de la traverse de chemin de fer. La raison de cette différence me paraît facile à donner : si la traverse est entourée d'une croûte, c'est parce que, une fois placée, elle n'a plus été dérangée de sa position pendant une période de plusieurs années, et la croûte qui s'était formée lentement autour de la bille n'a pas pu s'en détacher.

Loin d'avoir été abandonnées à un aussi long repos, les pièces de M. Melsens ont subi de nombreux déplacements ; ceux-ci ont eu très-probablement pour effet de détacher la croûte qui, selon toute apparence, se sera formée sous terre.

Cette circonstance permet de vérifier une supposition que j'ai hasardée dans la première partie de ces recherches : j'ai attribué à cette croûte compacte dont la traverse est entourée, la propriété de ralentir considérablement l'évaporation de la naphthaline qui se rencontre en assez grande quantité dans le goudron et dans l'huile de goudron ; or, il se trouve précisément que la pièce de bois

préparée par M. Melsens, dépourvue de cette enveloppe, ne renferme plus que des traces de naphthaline.

On peut donc conclure que l'évaporation de la naphthaline est considérablement ralentie par la présence de la croûte compacte qui entoure la traverse injectée.

Ces pièces de bois renferment encore, comme la bille de chemin de fer, une certaine quantité de principes liquides. Pour les extraire, je me suis servi des fragments que M. Melsens a bien voulu me remettre. J'ai soumis ceux-ci à un traitement semblable à celui que j'avais fait subir au bois provenant de la traverse.

Cent grammes de bois m'ont donné de la sorte vingt-six grammes d'une huile brune, très-peu fluide, et le bois, après cette opération, a conservé une couleur brune assez intense.

Cette huile, soumise à la distillation, fournit les produits suivants :

De 70 à 250° C., huile incolore, d'une odeur particulière rappelant celle de la térébenthine, et naphthaline . . . . .	0,6
De 250 à 280° C., naphthaline et substances huileuses . . . . .	0,2
De 280 à 520° C. environ, mélange solide, naphthaline et pyrène . . . . .	0,1
Au delà de 520°, pyrène, chrysène, huile verte . . . . .	4,8
Résidu. . . . .	20,0
	26,0

A l'aide des procédés que j'ai exposés plus haut, j'ai constaté dans ce bois l'absence de l'acide phénique et de la naphthaline, et la présence de l'huile verte, du pyrène, de la paranaphthaline, du chrysène et de cette substance brune qui se trouve également dans l'huile extraite de la traverse de chemin de fer.

La composition de ce bois peut s'exprimer de la manière suivante :

Bois <i>fortement coloré en brun</i> . . . . .	74
Huile liquide : <i>huile verte, pyrène, paranaphtaline, chrysène, substance brune, etc.</i> . . . . .	26
	100

En commençant ces expériences, j'avais l'intention de faire quelques recherches sur des bois présentant de grandes dimensions, préparés et déjà en voie d'altération; quelque intérêt qu'il y aurait à étudier un pareil bois, j'ai dû renoncer à ce projet : il m'a été impossible de m'en procurer. Les démarches nombreuses que MM. Ch. Andries, Van der Sweep, Crepin, ingénieurs des ponts et chaussées, et M. Coisne, chef de section à l'administration des chemins de fer, ont bien voulu faire à ma demande, ont eu pour résultat d'établir que toutes les traverses créosotées employées en Belgique sont encore dans un parfait état de conservation.

Dans le but de vérifier sur ces bois les conclusions que j'ai tirées des expériences que j'avais faites sur des copeaux, et qui sont décrites plus haut, j'ai enterré de petits fragments de ces bois après les avoir complètement dépouillés, au moyen de la benzine, des substances huileuses qu'ils renfermaient, et j'ai constaté que ces échantillons se sont détruits avec autant de rapidité que des bois de même espèce, non préparés.

Des copeaux, des tissus, imprégnés des huiles qui avaient été extraites de la traverse de chemin de fer et du bois préparé par M. Melsens, ont été enterrés de même et se sont parfaitement conservés.



Ces essais sont de nature à confirmer les résultats des expériences dont j'ai parlé dans les premières pages de cette note; ils établissent que *c'est dans l'huile que les dissolvants enlèvent au bois qu'on doit trouver la substance qui préserve la matière ligneuse.*

Cette substance ne peut être l'acide phénique dont il n'est plus possible de déceler la présence dans cette huile.

Ce n'est pas non plus la naphthaline qui communique au bois la propriété de se conserver; ce corps, à la vérité, se rencontre dans la traverse de chemin de fer; mais, comme le bois que M. Melsens a réussi à préserver de toute altération n'en renferme plus que des traces, on est forcé d'admettre que la naphthaline n'est pas nécessaire à la conservation du bois.

Si l'on fait abstraction des corps tels que la lutidine, la parvoline, etc., que je passe sous silence, parce que le goudron n'en renferme que de très-petites quantités, et que leurs propriétés, d'ailleurs, sont fort peu connues, on voit que la conservation du bois ne peut être attribuée qu'à la paranaphthaline, au pyrène, au chrysène, à ces substances brunes dont j'ai parlé ou à l'huile verte, qui seuls se rencontrent dans l'huile extraite du bois.

La paranaphthaline, le pyrène et le chrysène sont complètement dépourvus de propriétés antiseptiques : on se rappelle, en effet, le résultat négatif des expériences que j'ai tentées sur ces corps, et qui sont décrites dans mon premier mémoire.

Les substances brunes paraissent jouir à un faible degré de la propriété de conserver le bois : on sait que les huiles de goudron, dépourvues d'huile verte, préservent pendant un certain temps la matière ligneuse. Quelque faible que soit cette action, elle est cependant manifeste et doit être

attribuée à la présence de ces matières brunes, répandues en abondance dans tous les produits de la distillation de la houille; mais il est impossible d'admettre que cette substance soit le seul principe antiseptique renfermé dans l'huile de goudron; en effet, si cela était, les huiles de houille, qui toutes sans exception renferment de grandes quantités de ce corps, devraient conserver le bois à peu près pendant le même temps, et l'expérience nous apprend, au contraire, qu'il y a des différences considérables dans le mode d'action des diverses huiles.

Il faut donc qu'à côté de ces substances brunes il y ait un autre principe bien plus puissant qu'elles, et ce corps ne peut être que l'huile verte que nous rencontrons en dernier lieu dans la matière extraite du bois.

Ainsi, deux pièces de bois, prises au hasard, préparées dans des conditions complètement différentes, parfaitement conservées au bout d'une période de plusieurs années, renferment toutes les deux, à côté d'éléments divers, une abondante quantité d'huile verte, qui est précisément la substance que des expériences antérieures m'avaient amené à considérer comme le principe antiseptique des huiles de goudron.

J'arrive donc, par une route différente, à la même conclusion que celle de ma première note :

*Parmi les corps renfermés dans l'huile de goudron de houille, c'est l'huile verte qui conserve le bois avec le plus d'efficacité.*

#### RÉSUMÉ.

J'indique ici, en quelques lignes, les faits principaux auxquels ces expériences m'ont conduit, et j'insiste particulièrement sur ceux qui sont de nature à intéresser les praticiens.

*Influence des milieux.* — L'eau distillée, l'air, la lumière, la terre calcinée sèche et humide, la terre ordinaire à l'état sec, n'agissent pas sur le bois injecté d'huile verte; certaines matières organiques contenues dans la terre et dans l'eau de pluie exercent, sous l'influence de l'humidité, une modification particulière sur ce bois préparé : cette huile devient insoluble dans la benzine, l'alcool, l'éther, etc., et colore la matière ligneuse en brun. Aussi longtemps que le bois renferme de l'huile verte à l'état liquide, il se conserve; dès que l'huile s'est fixée en totalité sur le bois, celui-ci commence à se détruire.

*Expériences sur des bois préparés présentant de grandes dimensions.* — 1. Le bois ne s'injecte pas uniformément; l'aubier du sapin s'imprègne d'une notable quantité d'huile à laquelle il doit sa couleur noire, tandis que le bois parfait résiste à l'injection et conserve la nuance du bois naturel.

2. L'aubier ainsi préparé se conserve parfaitement bien sous terre, tandis que le bois parfait non injecté se détruit.

3. On doit donc chercher à augmenter la puissance des moyens d'injection dont on dispose, afin de pouvoir imprégner complètement les bois que l'on veut préserver, traverses de chemin de fer, etc.

4. Il faut voir s'il n'y a pas avantage à remplacer les bois durs par des essences de facile injection.

5. Une croûte compacte se forme autour des traverses de chemin de fer, lorsque celles-ci séjournent pendant un certain temps sous terre. On doit se garder, lors des réparations à la voie, etc., d'enlever cette croûte qui protège le bois.

6. Après un long séjour sous terre, le bois injecté ren-

ferme encore une notable proportion (25 à 26 % pour les pièces que j'ai examinées) de principes liquides parmi lesquels on remarque l'huile verte.

7. Le bois, débarrassé, à l'aide d'un dissolvant, des huiles qu'il renferme, reste coloré assez fortement en brun.

8. La matière qui conserve le bois avec le plus d'efficacité est l'huile verte. Lorsqu'on injecte des traverses de chemin de fer, etc., on doit donc préférer cette substance à toutes les autres huiles de goudron. A défaut de ce corps qui n'est pas, jusqu'ici du moins, dans le commerce, on emploiera celles des huiles lourdes, dites créosotées, qui en renferment le plus.

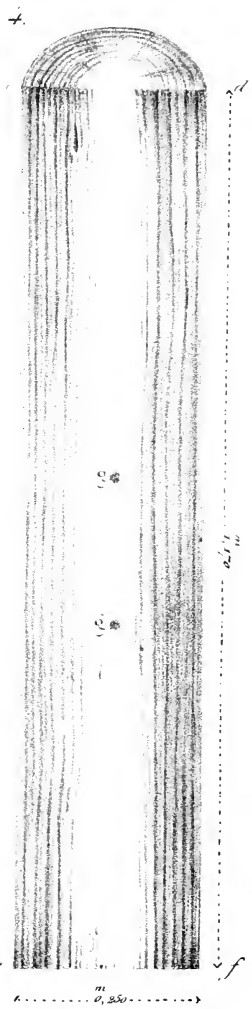
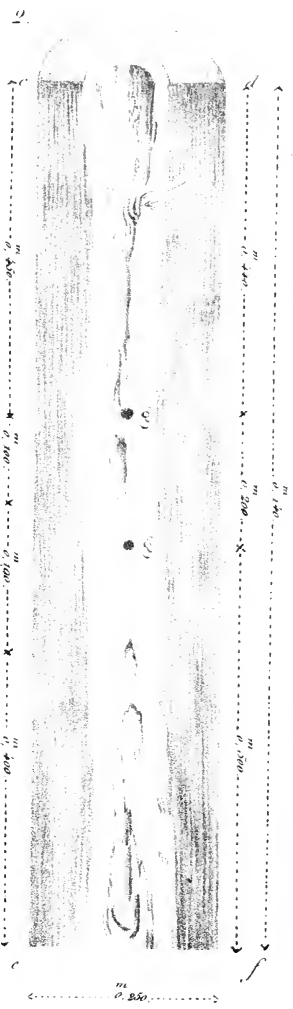
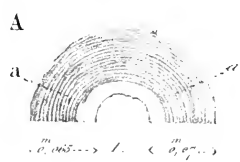
9. Les traverses de chemin de fer renferment encore d'assez grandes quantités d'huile pour qu'il soit permis d'espérer qu'elles se conserveront encore longtemps sous terre; mais on peut affirmer dès à présent que leur conservation ne sera pas indéfinie. C'est à l'ingénieur de voir s'il est avantageux d'attendre la destruction complète du bois pour le remplacer par des traverses neuves, ou bien s'il vaut mieux retirer les anciennes traverses vers l'époque à laquelle elles commenceront à se détruire, pour les injecter derechef et leur permettre de servir pendant une nouvelle et longue période d'années.

---

EXPLICATION DES FIGURES.

---

*Fig. 1.* Section transversale d'une traverse de chemin de fer injectée d'huile créosotée et ayant été enterrée pendant onze ans sous la voie belge. Traverse A.





La section est prise au milieu de la traverse. Largeur totale 243 millimètres. Hauteur 125 millim. L'aubier *a* est seul injecté sur une épaisseur de 65 à 70 millim. Le bois parfait est détruit en grande partie.

*Fig. 2.* Face inférieure de la moitié de la même traverse A.

*cd* milieu de la traverse.

*ef* extrémité de la traverse.

*gg* trous servant au passage des boulons qui retiennent les coussinets.

Longueur 1<sup>m</sup>,140. Largeur à l'extrémité 250 millim. L'injection ne s'est faite que dans l'aubier même à l'extrémité de la pièce. Le bois parfait est détruit sur une longueur totale de 950 millim.

*Fig. 3.* Section transversale prise au milieu d'une traverse injectée d'huile créosotée, et ayant été enterrée pendant onze ans sous la voie belge. Traverse B.

Largeur totale 250 millim. Hauteur 125. L'aubier *a* est seul injecté sur une épaisseur moyenne de 70 millim. *b* bois parfait. La conservation est complète.

*Fig. 4.* Face inférieure de la moitié de la traverse B.

Les mêmes lettres désignent les mêmes objets que dans la figure 2.

Longueur 1<sup>m</sup>,170. Largeur à l'extrémité 250 millim.

À l'extrémité *ef*, le bois parfait s'est injecté sur une épaisseur de 5 millim. environ. Conservation parfaite.

*Fig. 5 et 6* Sections de traverses de chemin de fer. Exemples de dispositions vicieuses.

—

*Solution d'une question de probabilités ;* par M. Liagre, membre de l'Académie.

#### POSITION DE LA QUESTION.

« Dans une partie de domino à quatre, le joueur B se  
» trouve placé à la droite du joueur A : celui-ci a la pose  
» et doit faire domino en sept coups, B ayant posé six dés,  
» et les deux autres joueurs n'en ayant posé aucun. »

## SOLUTION DU COUP.

1<sup>re</sup> combinaison. — Donnons au joueur A quatre dés d'une même couleur, renfermant le double

$$\frac{1}{1}; \frac{5}{4}; \frac{4}{4}; \frac{5}{1} \dots\dots (a)$$

et au joueur B un dé quelconque X, plus trois dés composés ayant les mêmes couleurs *variables* que ceux de la distribution (a), et pour couleur *constante* une de ces trois mêmes couleurs

$$X; \frac{5}{5}; \frac{4}{5}; \frac{5}{5} \dots\dots (b).$$

Puis distribuons au premier joueur le trois *cinq* restants, et au second les trois *as* restants

$$\frac{6}{5}; \frac{2}{5}; \frac{0}{5} \dots\dots (a')$$

$$\frac{6}{1}; \frac{2}{4}; \frac{0}{1} \dots\dots (b')$$

Les deux jeux pourront donc être représentés par le type suivant :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{1}; \frac{5}{4}; \frac{4}{4}; \frac{5}{1} \cdot \frac{6}{5}; \frac{2}{5}; \frac{0}{5} \dots\dots (A) \\ X; \frac{5}{5}; \frac{4}{5}; \frac{5}{5} \cdot \frac{6}{1}; \frac{2}{4}; \frac{0}{1} \dots\dots (B) \end{array} \right.$$

On voit que le jeu de A renferme comme dés variables la série des sept nombres 0, 1, 2, 5, 4, 5, 6; et qu'à l'exception du *double as* de A et du dé quelconque de B,



le jeu de l'un se déduit du jeu de l'autre par la permutation des deux couleurs constantes. Les deux joueurs ont d'ailleurs ensemble tous les dés de ces deux couleurs, et le dé caractéristique  $\frac{5}{1}$  se trouve entre les mains de celui qui doit gagner.

A pose le *double as* ; les deux autres joueurs passent, et B doit répondre par un des dés de la distribution (*b'*), lequel amènera un *cinq* de la part de A : les deux autres joueurs passent donc encore.

Si B ferme l'*as*, A répond de nouveau par un *cinq*.

Si B ferme le *cinq*, ce sera par un des dés de la distribution (*b*), et A y répondra par un des *as* de la distribution (*a*)... et ainsi de suite, A n'ouvrant que des *as* ou des *cinq*, et B les fermant par des dés qui n'amènent de la part de A que des *cinq* ou des *as*.

D'ailleurs, B n'aura jamais l'occasion de placer son dé X, qui ne contient ni *as* ni *cinq*; et comme il doit ouvrir successivement six couleurs différentes, qui sont précisément celles que A possède, ce dernier ne passera jamais.

2<sup>e</sup> combinaison. — Donnons au joueur A trois dés d'une même couleur renfermant le double

$$\frac{1}{1}; \frac{4}{4}; \frac{5}{1} \dots\dots (\alpha)$$

et au second joueur B un dé quelconque X, plus deux dés composés ayant les mêmes couleurs *variables* que ceux de la distribution ( $\alpha$ ), et pour couleur *constante* une de ces deux mêmes couleurs

$$X; \frac{4}{5}; \frac{5}{5} \dots\dots (\beta).$$

Puis distribuons au premier les quatre *cinq* restants, et

au second les quatre *as* restants : le type de cette nouvelle combinaison sera

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{1}; \frac{4}{1}; \frac{5}{1} \cdot \frac{0}{5}; \frac{2}{5}; \frac{5}{5}; \frac{6}{5} \dots\dots (A') \\ X; \frac{4}{5}; \frac{5}{5} \cdot \frac{0}{1}; \frac{2}{1}; \frac{5}{1}; \frac{6}{1} \dots\dots (B') \end{array} \right.$$

De cette manière le dé caractéristique  $\frac{5}{1}$  se trouve encore entre les mains du joueur qui doit gagner ; et celui-ci gagnera nécessairement s'il débute par le *double as*, et s'il s'impose la condition de ne placer le dé caractéristique que sur le *double cinq* de son adversaire.

#### PROBABILITÉ DE L'ÉVÉNEMENT.

1<sup>re</sup> combinaison. — Le *double as* qui entre dans la distribution (*a*) étant un dé obligé, on peut achever celle-ci d'autant de manières qu'il y a de combinaisons possibles entre les six *as* restants pris trois à trois : ce nombre est  $\frac{6 \cdot 5 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3}$ .

Chacun des résultats ainsi obtenus ne peut d'ailleurs être complété que de *trois* manières par la distribution (*a'*) ; car les trois dés variables de cette distribution sont obligés, et l'on ne peut prendre pour dé constant que l'un des *trois* qui entrent comme variables dans la distribution (*a*).

Comme on peut répéter ce raisonnement en prenant pour premier double une quelconque des sept couleurs, le nombre total de jeux distincts réalisant une combinaison favorable au joueur A sera, dans le cas en question,

$$7 \cdot \frac{6 \cdot 5 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot 5 = 420.$$

2<sup>e</sup> combinaison. — Le nombre de distributions ( $\alpha$ ) est ici  $\frac{6 \cdot 5}{1 \cdot 2}$ , et chacune d'elles ne peut être complétée qu'à l'aide de deux dés constants : le nombre de nouvelles combinaisons favorables est donc

$$7 \cdot \frac{6 \cdot 5}{1 \cdot 2} \cdot 2 = 210.$$

Par conséquent, le nombre total de combinaisons propres à faire gagner le joueur qui a la pose est

$$420 + 210 = 630.$$

Mais le nombre de combinaisons propres à former un jeu de sept dés est

$$\frac{28 \cdot 27 \dots \dots 25 \cdot 22}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7} ;$$

donc la probabilité du jeu de A est

$$630 \cdot \frac{1 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7}{28 \cdot 27 \dots \dots 25 \cdot 22} .$$

A ce jeu correspond pour B un jeu obligé, sauf le dé arbitraire X. Or, avec les vingt et un dés restants, le nombre de combinaisons sept à sept qui renferment six dés désignés est *quinze*; tandis que le nombre total de combinaisons possibles est

$$\frac{21 \cdot 20 \dots \dots 16 \cdot 15}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7} ;$$

la probabilité du jeu de B est donc

$$15 : \frac{21 \cdot 20 \dots \dots 16 \cdot 15}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7}{21 \cdot 20 \dots \dots 17 \cdot 16} .$$

D'après la théorie des probabilités composées, la probabilité de la coexistence des deux jeux, c'est-à-dire celle de l'événement en question, est

$$P = 650 \frac{(1 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7)^2}{16 \cdot 17 \cdot 18 \dots 26 \cdot 27 \cdot 28}$$

ou à peu près

$$\frac{1}{14\ 569\ 000} .$$

*Remarque.* — On aurait pu se dispenser d'introduire la considération des probabilités composées, en observant qu'à chaque jeu de A correspondent 15 jeux de B, déterminés par six dés obligés et par un quelconque des 15 dés restants. Le nombre de chances favorables à la réalisation du coup est donc  $650 \times 15$ .

Mais le nombre total des chances est représenté par le nombre de manières différentes dont on peut partager 28 dés en deux groupes de 7, ou par

$$\frac{28 \cdot 27 \cdot 26 \dots 17 \cdot 16 \cdot 15}{1 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \times 1 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7} .$$

L'événement a donc pour probabilité

$$650 \times 15 : \frac{28 \cdot 27 \cdot 26 \dots 17 \cdot 16 \cdot 15}{(1 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7)^2} .$$

comme ci-dessus; et l'on voit qu'il peut être réalisé de 9450 manières différentes.

*Note sur une pince de homard monstrueuse*; par P.-J. Van Beneden, membre de l'Académie.

Pendant fort longtemps les naturalistes n'ont vu dans un *monstre* qu'une difformité, d'autant plus remarquable, qu'elle s'éloignait davantage des monstres connus.

La zoologie a passé par les mêmes phases que la tératologie. — L'étude des différences parut seule, dans l'origine, digne de l'attention des savants. — Plus tard elle a fait place à l'étude des analogies ou des ressemblances. — L'anatomiste s'est rapproché du zoologiste; aux caractères différentiels on a substitué les *analogies*, et une ère nouvelle s'est ouverte pour la science.

Le mérite de cette nouvelle direction appartient surtout à Étienne Geoffroy Saint-Hilaire.

Il faudra toutefois, pendant longtemps encore, réunir toujours des faits : plus il y en a, mieux on généralise et mieux ils servent de pierre de touche pour apprécier certaines théories.

Nous ne comprenons pas encore la véritable signification de l'anomalie que nous avons l'honneur de faire connaître aujourd'hui; mais nul doute qu'elle ne vienne un jour à l'appui de quelque théorie pour expliquer certaines dispositions normales.

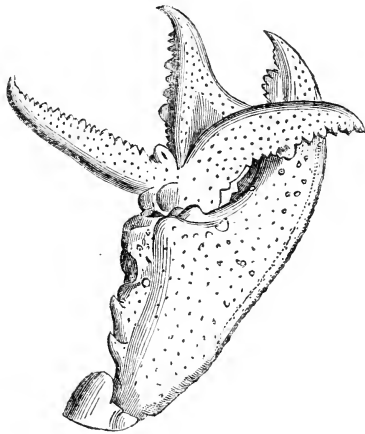
C'est comme un fait, qui recevra plus tard sa signification, que nous avons l'honneur de communiquer à la classe le résultat d'une observation faite sur une pince de homard monstrueuse; anomalie d'autant plus remarquable qu'elle a été observée déjà, dans des conditions à peu près semblables, sur quelques autres crustacés décapodes.

Nous ferons remarquer que la plupart des cas térato-

logiques connus dans les animaux articulés se rapportent aux organes sexuels.

Voici le cas :

Dans un des derniers chargements de homards venant de Norwége, il s'en trouvait un d'une taille moyenne, dont la grosse pince, ou la patte antérieure du côté droit, au lieu d'un *dactylopodite* simple, pour me servir de la nomenclature proposée par M. Milne Edwards, en porte trois, et ces trois dactylopodites, à peu près de la même taille et de la même forme, se meuvent comme une seule pièce. Elles ont toutes les trois un des bords dentelé comme l'article normal, avec le bout légèrement crochu. Deux d'entre elles ont les dentelures du même côté et dans la position normale; tandis que la pièce du milieu présente ses dentelures en dehors. Si les trois dactylopodites étaient mobiles, il y aurait deux pinces complètes, comme on peut le voir dans la figure ci-jointe.



Le homard ne présentait rien d'irrégulier dans le reste

de sa conformation, pas plus à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Sur plusieurs milliers de homards qui arrivent annuellement à Ostende, cette particularité n'a été remarquée qu'une seule fois.

Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, on a déjà observé des aberrations analogues sur des genres voisins dans les crustacés décapodes.

Jäger a réuni, en 1851, tous les exemples connus jusqu'à lui de pinces d'écrevisses monstrueuses (1) et il en signale qui ont été observées déjà, par Rösel (2) et par lui-même (5). Il cite également un cas curieux observé par Tiedemann (4).

M. Herklots a fait connaître, dans sa *Notice carcinologique*, une patte monstrueuse de *Lithodes arctica* de la collection appartenant à la société d'Amsterdam : *Natura artis magister*. C'est la seconde patte de gauche qui a, comme notre patte de homard, le dernier article divisé en trois dactylopodites réunis à leur base et ne formant également qu'une pièce unique immobile (5).

Dans le *Compte rendu de la Société de Biologie*, en 1851 (6), le docteur Rayer fait mention d'un *Carcinus maenas*, qui portait à gauche trois petites pinces à la première paire de pattes.

(1) Jäger, *Vergl. Darstellung der missgebildeten Scheeren des gem. Flusskrebses (ASTACUS FLUVIATILIS).... Württenb. Natur. Jahreshfte.* Stuttgart, 1851, 7<sup>e</sup> ann., p. 53.

(2) *Insectenbelustigung*, 5<sup>ter</sup> Theil, Tab. LX et LXI.

(5) *Meckel's Arch. f. Physiologie*, 1826, p. 95, tab. 11 f. 5.

(4) *Deutsches Archiv. für Physiologie*, V<sup>ter</sup> Band, 1819, p. 127, tabl. 11, fig. 2.

(5) *Notice carcinologique*, par J. A. Herklots, fig. B.

(6) Tome III, pp. 11-14, 1851.

Nous voyons également un exemple remarquable d'une semblable anomalie dans Dalzell (1).

Dans la classe des insectes, un cas non moins remarquable s'est présenté chez un coléoptère (*Scarites pyracmon*). La première patte à gauche est triple, c'est-à-dire que du prothorax naissent trois pattes complètes, toutes parfaitement développées et semblables à la patte unique du côté opposé. Ce cas est rapporté dans Guerin (2).

Un autre coléoptère, l'*Helops caeruleus*, a présenté son antenne droite trifurquée vers le milieu de sa longueur. Les quatre premiers articles sont les mêmes que dans l'état ordinaire (5).

Wahlberg cite également un diptère (*Eristalis scutellata*) dont une antenne est de même trifurquée, tandis que l'autre est régulière (4).

Il faut attendre un nombre plus considérable de faits pour donner à l'anomalie que nous signalons dans cette notice sa vraie signification. Notre but n'est autre que d'ajouter une observation à celles qui sont connues.

Il est évident pour tous les zoologistes que les crustacés appartiennent au même type que les insectes, dont ils représentent le degré inférieur, et les diverses paires de pattes doivent, par conséquent, se correspondre et offrir la même composition.

D'un autre côté, tous ces appendices, qu'ils appartiennent à la bouche, au thorax ou à l'abdomen, doivent éga-

(1) *The Powers*, vol. I, pl. LXX, fig 1.

(2) *Magasin d'entomologie*, pl. XL.

(5) J.-C. Sernige, *Notice sur quelques monstruosité d'insectes*, lue, en 1852, à la Société linnéenne de Lyon.

(4) *Ofrers. Vet. Acad. förhand*, 1847.



lement présenter une composition semblable, de manière que le naturaliste doit chercher les parties analogues au milieu des plus grandes diversités. C'est là, pensons-nous, un des motifs pour lesquels on doit annoter avec le plus grand soin les divers genres d'anomalies. C'est dans ce désordre apparent qu'on doit découvrir l'ordre.

Une patte complète doit avoir sept articles, et, d'après la nomenclature proposée par M. Milne Edwards, ces articles sont : 1° un coxopodite; 2° un basopodite; 3° un ischio-podite; 4° un méropodite ou cuisse; 5° un carpopodite ou carpe; 6° un propodite ou main, et 7° un dactylopodite ou tarse.

Dans plusieurs cas signalés plus haut, c'est le dactylo-podite qui se multiplie, et le nombre trois, qui se répète souvent, n'aurait-il pas une signification? Ce sont des pattes trimères par anomalie. Il est vrai, ces articles ne sont ni mobiles ni placés bout à bout; ils forment plutôt une empaumure qui serait nuisible à la marche; mais le nombre y est, et ils pourraient aussi bien se placer bout à bout qu'à côté les uns des autres.

Nous avons signalé également des antennes et des pattes d'insectes coléoptères trifurquées; mais cette aberration semble avoir une autre signification : c'est un cas analogue à la polydactylie qu'on a vu souvent dans les classes supérieures.

La classe des crustacés nous présente, du reste, plusieurs particularités remarquables que l'on ne doit pas perdre de vue. Comme ces animaux croissent pendant toute la vie et se reproduisent quand ils sont encore loin d'avoir atteint leur forme ou plutôt leur grandeur, ils muent aussi pendant toute la vie, et le homard le plus colossal y est sujet comme celui qui est en voie de for-

mation. D'un autre côté, les parties mutilées se reproduisent toujours : si une antenne ou une patte se casse, il lui en vient une autre; mais on ignore si la patte nouvelle reproduit exactement celle qui est tombée, qu'elle soit régulière ou difforme. On observe également chez eux divers cas de défauts de symétrie bien remarquables. Dans le homard, par exemple, les deux pinces sont toujours dissemblables : celle de droite est généralement plus courte et plus forte que l'autre. Mais si les pinces ont été mutilées à droite, il se peut fort bien que celle de gauche devienne la plus forte; c'est ce que nous espérons confirmer bientôt par des observations directes.



*Essai des huiles*; note par M. Fr. Donny, correspondant de l'Académie.

Ayant été souvent dans le cas d'analyser des huiles, je me suis servi, à différentes reprises, d'un procédé que je crois nouveau et qui offre un certain intérêt, à raison de sa grande simplicité. Voici en quoi il consiste :

Je suppose qu'il s'agisse de comparer entre elles deux espèces d'huiles. On commence par colorer très-légalement en rouge l'un des deux échantillons, ce qui se fait aisément au moyen de l'orcanette. On introduit ensuite, à l'aide d'une pipette, une petite quantité de cette huile colorée dans la masse du second échantillon. — Si on opère avec précaution, l'huile colorée se présentera sous la forme d'une petite sphère plus ou moins régulière, suspendue dans la masse liquide.

A partir de ce moment , on observera l'un des trois phénomènes suivants :

Ou bien l'huile dont se compose la petite sphère sera d'une nature plus dense que le reste du liquide , et alors la goutte gagnera le fond du vase. Dans ce cas , les deux échantillons d'huiles ne sont pas de même nature.

Ou bien les deux espèces d'huiles auront exactement le même poids spécifique , et alors aucun déplacement n'aura lieu : la sphère liquide ne tendra ni à monter ni à descendre. Ce cas se présente toutes les fois qu'on opère sur des huiles de même espèce.

Ou bien , enfin , la sphère sera spécifiquement plus légère que l'huile dont elle est entourée , et alors elle gagnera la surface de la masse liquide. Ici , comme dans le premier cas , les deux échantillons d'huiles sont de nature différente.

Comme on le voit , ce procédé présente une certaine analogie avec le procédé Lefevre , car tous les deux sont basés sur la différence de densité des huiles , et cette nouvelle manière d'opérer n'offrirait aucun intérêt , si elle n'était susceptible de fournir des indications là où l'emploi des procédés ordinaires devient presque impossible.

D'abord , elle permet d'opérer sur des quantités minimales de matière ; avantage incontestable , surtout dans le cas où il faut se procurer soi-même un échantillon-type , par la compression des graines oléagineuses du commerce.

En second lieu , les résultats de l'essai sont toujours les mêmes , quelles que soient les températures auxquelles on opère , et on parvient ainsi à supprimer l'emploi fastidieux du thermomètre ; ce qui n'est pas possible quand on établit les densités au moyen d'aréomètres ou de balances. Il faut seulement éviter l'action du rayonnement direct d'une source de chaleur et en général toute variation brusque

de température; car il pourrait en résulter des courants ascendants et descendants ou d'autres complications susceptibles de troubler l'expérience.

---

— Une note de M. Montigny sur cette question : *La scintillation d'une étoile est-elle la même pour des observateurs diversement placés?* est renvoyée à l'examen de MM. Duprez et Plateau.

---

*Séance du 10 mai 1864.*

M. SCHAAR, président de l'Académie.

M. AD. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. d'Omalius, Timmermans, Wesmael, Stas, de Koninck, Van Beneden, A. De Vaux, de Selys-Longchamps, le vicomte Du Bus, H. Nyst, Gluge, Nerenburger, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Ern. Quetelet, *membres*; Schwann, Spring, Lacordaire, Lamarle, *associés*; Donny, *correspondant*.

M. Roulez, *membre de la classe des lettres*, assiste à la séance.

## CORRESPONDANCE.

M. Cavalier fait parvenir les résultats de ses observations météorologiques faites à Ostende pendant l'année 1864.

M. de Selys-Longchamps communique le relevé de l'état de la végétation à Waremme, le 21 avril dernier; M. Dewalque transmet des observations semblables, faites à la même époque, pour Liège, et Stavelot et M. Bernardin pour Melle, près de Gand.

— M. Colnet d'Huart, de Luxembourg, adresse à la classe, un ouvrage imprimé de sa composition accompagné d'une note manuscrite et intitulé : *Théorie analytique de la chaleur*. — Remercîments.

— La classe reçoit de deux de ses membres les mémoires suivants qu'ils soumettent à son examen :

1° *Sur un problème curieux du magnétisme*, par M. Plateau. (Commissaires : MM. Lamarle et Duprez.)

2° *Stabilité des systèmes liquides en lames minces*, par M. Lamarle. (Commissaires : MM. Plateau et Schaar.)

La classe reçoit également un mémoire manuscrit intitulé : *Recherches sur les benzines, nitrobenzines et anilines destinées à la fabrication des couleurs*, par M. C. Krouber, de Saint-Petersbourg, étudiant à l'université de Gand. M. Donny, en déposant cette notice de la part de l'auteur, y joint quelques spécimens de recherches faites par lui-même sur les couleurs. (Commissaires : MM. Melsens, Stas et De Koninck.)

---

## RAPPORTS.

—

M. Montigny, correspondant de la classe, avait présenté une note sur cette question posée par Arago : *La scintillation d'une étoile est-elle la même pour des observateurs diversement placés?* MM. Plateau et Duprez, chargés de l'examen de cet écrit, en proposent l'impression dans le bulletin de la séance.

Conformément à leur avis, l'impression est ordonnée.

—

MM. Plateau et Duprez présentent également un rapport sur une communication de M. Brachet, de Paris, relative aux perfectionnements qu'il propose d'apporter à la construction de quelques instruments d'optique. La classe, d'après la demande de ses commissaires, ordonne l'impression des propositions suivantes, qui résument le travail de l'auteur :

« 1° En substituant à l'eau distillée, dans les objectifs-microscopes à immersion-correction, divers fluides, diverses huiles, par exemple, l'huile de castor, on peut donner à ces objectifs *une puissance pénétrante* bien plus considérable, et cette observation porte sur les doublets dits à *simple observation*, comme sur le microscope solaire et le microscope composé.

» 2° En substituant le rubis spinelle ou le grenat incolore ou très-faiblement coloré, au crown-glas, comme premier objectif dans les puissants jeux de lentilles, *et surtout*, en

substituant au crown-glas, dans les trois objectifs qui composent généralement un jeu de lentilles, du grenat ou du rubis spinelle obtenus par la méthode d'Ebellen, on peut augmenter d'une manière considérable *l'aplanétisme des systèmes-objectifs*.

» 5° En substituant au crown-glas le grenat ou le rubis spinelle dans les oculaires des télescopes, on peut apporter à cet indispensable instrument d'observation une amélioration considérable. »

---

— MM. Schaar et Lamarle, commissaires pour l'examen d'une notice *Sur l'intégration des équations différentielles de la dynamique*, par M. Gilbert, de Louvain, proposent l'impression de ce travail, qui est ordonnée par la classe.

---

— L'Académie admet aussi, sur la proposition de ses commissaires, MM. Poelman, De Koninck et de Selys-Longchamps, l'impression, dans sa collection in-quarto, d'un mémoire de M. Van Beneden *Sur les Ossements fossiles provenant du crag d'Anvers*, mémoire accompagné de quatre planches.

---

---

## COMMUNICATIONS ET LECTURES.

---

M. Ernest Quetelet fait une communication sur la valeur absolue du magnétisme terrestre, pour la déclinaison et pour l'inclinaison de l'aiguille, déterminées, dans le jardin



de l'observatoire de Bruxelles, pendant le mois d'avril dernier.

L'*inclinaison* de l'aiguille, d'après trois séries d'observations, faites entre onze heures et demie et deux heures, le 7 et le 22 avril, a été de  $67^{\circ}22'0$ ; or, l'aiguille observée à Bruxelles par M. Quetelet père donnait  $68^{\circ}56'3$ , en 1828: la diminution décroît donc d'année en année; elle n'est plus que de deux minutes par an, elle était de trois minutes en 1850.

La *déclinaison* absolue varie davantage: sa valeur était de  $22^{\circ}28'$ , en 1828. D'après les observations de M. Ernest Quetelet, faites le 9 avril dernier, elle n'est plus que de  $18^{\circ}49'52''$ . Après les réductions pour obtenir sa valeur entre midi et trois heures, la déclinaison est de  $18^{\circ}54'34''$ , ce qui donne moyennement une diminution annuelle de six minutes environ. Cette différence n'était, en 1828, que de quatre minutes par année: la diminution a progressivement augmenté; elle est de huit à neuf minutes actuellement.

— Il est parlé d'un phénomène observé à Bruxelles le 5 avril dernier. Un globe lumineux de la grandeur apparente des deux tiers de la lune a été aperçu après dix heures du soir. Sa hauteur moyenne était d'environ quarante degrés au-dessus de l'horizon.

Ce bolide a été vu par différentes personnes. M. le colonel Outies, ajoute M. Ad. Quetelet, m'a dit l'avoir remarqué également dans la direction du sud. La traînée laissée par le météore était d'un beau vert d'émeraude. La durée de l'apparition a été assez courte. Le noyau paraissait en feu et semblait coloré en vert par les bords. Le météore se dirigeait vers le sol, mais il a disparu avant de l'avoir atteint.

M. Florimond, de Louvain, a transmis des renseignements sur le même phénomène. Le météore s'y est présenté sous les apparences d'une boule de feu qui s'est partagée en plusieurs fragments au moment d'atteindre l'horizon.

---

M. Ad. Quetelet donne communication de l'extrait suivant d'une lettre qu'il vient de recevoir de M. Haidinger de Vienne, associé de l'Académie :

« Dans la séance du 28 avril dernier de l'Académie impériale de Vienne, j'avais donné quelques détails sur la chute d'un météore qui a eu lieu le 10 décembre dernier, trois jours seulement après la chute de Tourinnes-la-Grosse, à Inly près de Trébizonde. Ce météore est tombé le matin, vers les trois heures, dans la direction de l'est à l'ouest. Sa marche n'était pas uniforme : tantôt elle était plus accélérée, tantôt plus retardée. On l'a vu à Samarowitz (41°2' lat. nord, 57°55' long. est de Paris), à Hots, Oxia, Ogly et Inly. Il est tombé dans une forêt près de ce dernier village. Le bruit était épouvantable, comme celui de plusieurs centaines de canons. C'est encore M. Jules Schmidt qui nous a signalé ce fait d'après une note publiée dans un journal grec. J'ai aussi écrit à M. Schwartz, médecin militaire en charge à l'hôpital de Péra, et à notre consul, M. C. Drægorich à Trébizonde. Celui-ci a bien voulu nous envoyer quelques fragments de l'aérolithe recueillis à l'endroit où, quelque temps après, a eu lieu la chute. Cette masse, quoiqu'elle soit d'une nature toute particulière, est bien loin de ressembler à un aérolithe : elle est de couleur brun noirâtre, friable et de structure plu-

tôt écumeuse; mais comme je n'ai reçu que sept grammes de cette substance, je croyais devoir différer une étude plus approfondie jusqu'à ce que j'en reçusse une masse plus considérable.

D'après les renseignements recueillis par M. M. Metaxa, médecin grec à Trébizonde, ce phénomène a été décrit comme ressemblant, à son apparition, « à une petite tache entourée d'une auréole rougeâtre. Plus le météore s'approchait de la terre, plus l'auréole disparaissait, et une lumière sombre ayant la forme d'une ellipse remplissait sa première atmosphère, qui à son tour était remplacée par une queue frangée et très-noire. M. Metaxa a reçu cette masse considérée comme météorique et il la transportera à Athènes. Elle a un diamètre d'à peu près quinze décimètres. Nous espérons recevoir encore des renseignements plus détaillés au sujet de ce phénomène. »

---

*Sur un cétacé échoué devant la ville d'Anvers le 27 avril 1864. Notice par M. Van Beneden, membre de l'Académie.*

Un des points les plus importants aujourd'hui de l'histoire des cétacés, est la connaissance des stations et des routes qu'ils suivent pendant leurs voyages périodiques. Pour connaître cet itinéraire, il importe d'annoter avec soin quand et dans quel lieu des individus viennent échouer, et c'est pour ce motif que nous signalons une nouvelle apparition d'une espèce qui est venue expirer dans l'Escaut.

Dans la nuit du 26 au 27 avril dernier, un cétacé

parut dans l'Escaut devant Anvers; et le matin on le trouva échoué, à marée basse, devant la ville, entre la tête de grue et un bateau pêcheur.

Les journaux annoncèrent le jour même, l'un, l'apparition d'un monstre marin que les pêcheurs appellent *Tony*, (c'est *Tonninck* qu'ils ont voulu dire), l'autre, la prise d'un petit cachalot.

Je me suis rendu immédiatement à Anvers, et j'ai trouvé l'animal exposé dans une chambre où il était à voir pour une rétribution.

L'animal était étendu sur le ventre. Il était du sexe mâle et mesurait trois mètres soixante-cinq centimètres.

La bouche était béante et faisait voir deux rangées de dents coniques, espacées, pointues et non usées. J'en ai compté une dizaine de chaque côté et à chaque mâchoire. La tête était extraordinairement bombée et semblait surmontée d'un casque. Tout le dessus du corps, le côté et une grande partie de dessous étaient noirs; il n'y a de blanc qu'un plastron au-devant des nageoires pectorales, plastron qui est découpé en avant comme un cœur et qui se termine en arrière, sur la ligne médiane, par une bande blanche fort étroite.

Toute la peau était lisse, et aucun crustacé n'avait choisi cet animal comme lieu de résidence.

La nageoire dorsale était assez pointue et recourbée en arrière; la nageoire pectorale, fort longue et étroite, se terminant en pointe comme une aile d'oiseau rapace.

L'animal respirait encore quand il a été pris; mais, quoiqu'il fût encore tout frais le lendemain, il y avait une odeur telle dans la chambre que tout le monde se bouchait les narines en entrant. C'était une odeur assez forte, mais qui ne sentait aucunement le cadavre.

On a ouvert le ventre en notre présence pour enlever les viscères, afin de conserver l'animal plus longtemps propre à être exposé au public. Tout le monde trouvait que le corps avait conservé encore de la chaleur. L'animal était mort cependant depuis plus de vingt-quatre heures.

Les viscères, pour autant que nous avons pu les voir, ne présentaient rien de particulier. L'estomac était ouvert par des coups de couteau dans divers endroits et semblait complètement vide.

Les naturalistes qui s'occupent de ces mammifères auront déjà reconnu, à la forme de la nageoire pectorale et à la tête, au plastron blanc de la face pectorale et à la couleur noire de tout le reste du corps, que ce cétacé est le *Delphinus melas* ou le *Globiceps* de Cuvier, le même animal que les pêcheurs de Heyst ont trouvé mort en mer en novembre 1859, et que les habitants des îles Féroë, où il est excessivement commun à son passage des mers polaires à l'Atlantique, désignent sous le nom de *Grindewall*. Ce grindewall est attendu tous les ans dans ces îles comme les grives et les bécasses sont attendues dans nos contrées. Il y a quelques années, le roi de Danemark, visitant ces îles à l'époque du passage des grindewalls, c'était le 20 juin 1844, eut l'occasion de prendre part à une de ces chasses. Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de la classe une gravure très-curieuse de cette pêche singulière, gravure que mon ami Eschricht destinait à l'ouvrage sur les cétacés qu'il n'a malheureusement pu achever.

Il me semble que l'on n'a pas, jusqu'à présent, attaché assez de prix à la couleur des cétacés. Les orques sont couverts de bandes jaunes, tandis que les globiceps sont tout noirs, ce qui pourrait déjà séparer nettement ces animaux; et cependant quelques espèces semblent passer

de l'un groupe dans l'autre. Malgré la grande différence du régime, aux yeux de quelques naturalistes, les orques et les globiceps ont les plus étroites affinités. On comprendra donc que nous attachions du prix à la coloration.

Comme le nom de *Blackfish* l'indique, le grindewall est noir, mais est-il uniformément noirâtre sans trace de couleur blanche, comme quelques-uns le supposent? Évidemment non. L'animal échoué à Anvers portait sur la poitrine, comme nous l'avons dit plus haut, un grand plastron blanc, découpé en avant et qui s'étendait en arrière au delà de l'insertion des nageoires. Ce plastron était plus volumineux dans le fœtus que nous avons observé à Héyst.

Ce cétacé échoue habituellement par bandes. On en connaît plusieurs exemples sur la côte d'Angleterre; mais le plus curieux est celui qui a eu lieu, en 1812, sur la côte de Bretagne, à Paimpol, où soixante et dix individus, parmi lesquels des mâles, des femelles et des jeunes de quelques mois, vinrent expirer successivement sur la plage.

Le grindewall des îles Féroë a été vu dans le détroit de Davis; mais Holboll ne l'a jamais vu au delà du soixante-sixième degré de latitude nord. En France on l'a vu près de Paimpol (Côtes-du-Nord); on en a vu souvent en Angleterre, en Écosse, dans la Manche, sur les côtes de Norvège, de Danemark, de Hollande et de Belgique.

Il y a évidemment plusieurs espèces parmi les grindewalls exotiques. Nous avons comparé les nombreux crânes qui se trouvent au muséum de Paris, et nul doute qu'il n'y ait là des différences spécifiques assez notables, comme le Dr Gray l'a dit depuis longtemps.

Quant à la présence de cette espèce dans la Méditer-

ranée, un fait assez curieux vient de se présenter. Voici lequel : mon ami Paul Gervais m'écrivit, il y a quelques jours, de Montpellier, pour m'informer qu'un globiceps venait d'échouer sur la côte des Pyrénées orientales, et qu'une bande de onze individus avait été vue en mer, poursuivie par les pêcheurs qui en avaient pris plusieurs. J'ai exprimé des doutes au sujet de cette détermination, et il m'est naturellement venu à l'esprit que cet animal est peut-être le *Feres* de Bonnaterre dont le squelette se trouvait dans la collection du petit séminaire de Fleurus, collection qui, malheureusement pour la science, a été dispersée pendant la révolution française.

M. Paul Gervais fera bientôt part, à l'Académie des sciences de Paris, du résultat de ses observations sur l'animal qui est venu échouer, et sur un autre qui a été pris et qu'il me destine. Il logeait dans les événements des *Anilocres*, qui se rapportent assez bien à l'espèce méditerranéenne.

---

*Note sur cette question posée par Arago : La scintillation d'une étoile est-elle la même pour les observateurs diversément placés ?* par M. Montigny, correspondant de l'Académie.

Dans sa belle notice sur la scintillation (1), Arago rapporte que Kepler avait conclu d'expériences qu'il fit avec le concours d'autres observateurs, que tout changement remarqué par une personne dans la lumière d'une étoile

---

(1) *OEuvres d'Arago, Notices scientifiques*, t. IV, p. 28, et *Annuaire du Bureau des longitudes* de 1852, p. 401.

scintillante, est à l'instant dénoncé par un observateur voisin. Arago ne croit pas à la possibilité d'un résultat précis dans une expérience faite de cette manière. Il propose le procédé suivant comme moyen d'effectuer le genre d'observation tenté par Kepler, qui mérite d'être répétée, ainsi qu'Arago le remarque. « On se servira, dit ce savant, » non pas d'une lunette ordinaire, mais d'un héliomètre, » c'est-à-dire d'une lunette à objectif partagé par le milieu (1). On aura ainsi, à volonté, deux images d'une » même étoile vues simultanément : l'image que je suppose » formée par les rayons qui tombent sur la moitié orientale de l'objectif, et l'image provenant des rayons qui » tombent sur la moitié occidentale légèrement déplacée. » Cela fait, quand des chocs rapides du doigt imprimeront de légères vibrations au tuyau de l'héliomètre, on » transformera les deux images en deux rubans lumineux. » Je me hasarde à prédire que les deux images en ruban seront dissemblables, contrairement au résultat de Kepler, » et quoique, dans cette expérience, on ait soumis à l'épreuve comparative des rayons séparés originairement, » non de plusieurs mètres, mais de quelques centimètres » seulement. »

---

(1) On sait que pour obtenir la duplication de l'image d'un astre dans l'héliomètre, un des instruments les plus ingénieux que l'astronomie possède, l'objectif est partagé en deux demi-lentilles suivant un diamètre. Ces moitiés lenticulaires sont disposées de manière que l'observateur peut, à l'aide d'un mouvement qu'il leur imprime, faire glisser l'un des verres sur l'autre suivant la tranche diamétrale de section. Il obtient ainsi au foyer de l'oculaire deux images semblables de l'astre qui sont placées à côté l'une de l'autre dans l'oculaire; il les écarte ou les rapproche à volonté, selon qu'il augmente ou diminue la distance des centres des deux demi-lentilles de l'objectif.



La prévision d'Arago s'est vérifiée dans les expériences que j'ai faites sur Sirius, c'est-à-dire qu'en transformant en courbes circulaires, au moyen d'un scintillomètre, les deux images de cette étoile obtenues dans une lunette, modifiée à cet effet, les arcs colorés qui fractionnaient ces courbes ne se sont point montrés constamment identiques en deux points correspondants des circonférences décrites.

L'héliomètre étant un instrument de prix très-élevé, qui ne se rencontre que dans quelques observatoires, j'ai résolu de la manière suivante la duplication de l'image d'une étoile au foyer d'une lunette, sans couper son objectif en deux parties, ni sans interposer un cristal biréfringent sur le passage des rayons lumineux. Soient A (fig. 1) l'objectif d'une lunette dirigée vers une étoile et XY son axe optique; interposons dans le corps de l'instrument, en avant de l'oculaire, une petite lame de verre épaisse BC, à faces parallèles, de largeur suffisante et dont le plan un peu incliné par rapport à l'axe XY, soit perpendiculaire au plan vertical passant par cet axe. Tout en satisfaisant à ces conditions, nous placerons la lame de façon que son bord latéral ne fasse que toucher l'axe, et qu'elle n'intercepte ainsi que la moitié de droite du faisceau des rayons lumineux qui convergeaient primitivement au foyer  $f$  de l'objectif. (Nous supposerons pour un instant l'oculaire de la lunette enlevé). Quand la lame de verre sera légèrement inclinée par rapport à l'axe optique, comme si elle eût tourné autour d'une ligne horizontale qui croise l'axe XY, les rayons lumineux de la moitié de droite du faisceau subiront, par leur passage à travers la glace, le phénomène du *déplacement latéral*. Ainsi, par exemple, les deux rayons Rs et Yt qui, avant l'interposition de la glace, conver-

geaient au foyer  $f$ , se réuniront en  $m$ , lorsqu'ils l'auront traversée, en décrivant les trajectoires brisées  $Rsvm$  et  $Ytom$ ; les parties déplacées de ces rayons  $vm$  et  $om$  resteront parallèles à leurs directions primitives respectives. Le nouveau point de convergence  $m$  sera placé dans le plan vertical de l'axe  $XY$ , à une certaine distance  $mn$  au-dessus de ce dernier, si la lame est inclinée comme le montre la figure 1. Il résulte des développements que j'ai donnés sur l'application du phénomène du *déplacement latéral* à un nouveau scintillomètre (1), que, si l'on exprime par  $e$  l'épaisseur de la lame  $BC$ , par  $\gamma$  son inclinaison relativement à l'axe  $XY$ , on a :

$$mn = 0,40 . e . \sin \gamma.$$

Le lecteur comprend déjà que nous obtenons ainsi deux images de l'étoile, l'une déterminée en  $m$  par la convergence des rayons de droite, qui sont déplacés parallèlement par la lame, et l'autre image en  $f$ , qui reste formée par la moitié de gauche du faisceau lumineux, celle qui n'a point traversé la glace. Mais il faut remarquer que, par le fait même du déplacement latéral, l'image  $m$  se trouve un peu plus éloignée de l'objectif que le foyer  $f$ ; il serait aisé de démontrer que l'écart  $fn$  a pour valeur  $0,40 . e . \cos \gamma$ . Les deux images  $m$  et  $f$  n'étant pas ainsi formées à la même distance de la lentille qui est proche de l'œil quand l'oculaire est en place, il deviendrait impossible de voir ces deux images avec une égale netteté dans une même position de l'oculaire. Il est cependant aisé d'amener l'image  $f$  sur le prolongement de  $mn$  au-

---

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, t. XVII, 2<sup>me</sup> série, p. 260.

dessous de XY et par conséquent à la même distance que  $m$ , dans l'oculaire. Pour cela, nous placerons près de la première lame de verre une seconde lame B'C' qui interceptera la moitié de gauche du faisceau des rayons convergents. Cette lame sera semblable à la première, quant à sa forme et à sa disposition au même lieu de l'axe; seulement, nous inclinerons sa partie supérieure B' du côté opposé à l'objectif, contrairement à la position de la même partie B de l'autre lame, qui est inclinée vers cette lentille. Il sera facile, en donnant à la lame B'C' une inclinaison convenable, d'amener les rayons de la partie de gauche du faisceau à converger en  $m'$ , point symétrique du foyer  $m$ . Désignons par  $\gamma'$  l'inclinaison qui satisfait à cette condition, et par  $e'$  l'épaisseur de la lame B'C', la valeur du déplacement sera :

$$m'n = 0,40 . e' . \sin \gamma'.$$

Au moyen de cette disposition bien simple, nous obtenons, un peu au delà du foyer  $f$  de l'objectif, deux images de l'étoile qui sont placées symétriquement par rapport à l'axe XY et séparées par la distance

$$mm' = 0,40 (e \sin \gamma + e' \sin \gamma').$$

Les deux systèmes de rayons qui forment ces images après leur séparation à partir des lames inclinées, sont aussi distincts l'un de l'autre que s'ils avaient traversé les deux demi-lentilles de l'objectif d'un héliomètre, dont les centres seraient séparés par le glissement de ces demi-lentilles suivant leur diamètre de section. Il est évident que l'effet du système des deux lames inclinées est le même dans sa grandeur, quel que soit le lieu de l'axe optique où l'on place les deux lames; seulement, plus elles seront

rapprochées de l'oculaire, moins il faudra leur donner d'étendue, le faisceau de rayons étant plus étroit près de celui-ci.

Considérons actuellement de quelle manière l'œil perçoit les deux images stellaires dans un oculaire de Huygens ou *négalif* que nous supposerons adapté à la lunette astronomique. Soient (figure 2) E la première et F la seconde lentille de l'oculaire, BC et B'C' le système des lames inclinées; les deux images de l'étoile, au lieu de se former en  $m$  et  $m'$ , se produiront en  $m''$  et  $m'''$  par l'effet du pouvoir convergent de la première lentille. L'œil verra convenablement ces images, lorsque la position de l'oculaire sera réglée de façon que la distance  $sn'$  de la ligne joignant les deux images réelles  $m''m'''$  à la seconde lentille F sera égale à sa longueur focale. Si l'on a égard à cette condition et aux règles qui sont suivies dans la pratique pour la construction de ce genre d'oculaire, on trouve aisément  $m''m''' = \frac{2}{3} mm'$  (1). On déduit de cette valeur et de l'expression précédente de  $mn$  :

$$m''m''' = 0,266 (e. \sin \gamma + e'. \sin \gamma').$$

(1) Je me bornerai à rappeler ici les éléments de cette démonstration que j'ai donnée complètement dans la notice citée plus haut. Si l'on désigne par  $f$  la longueur focale de la première lentille E, par  $f'$  celle de la seconde, on a successivement, selon les règles de la pratique :

$$f' = \frac{1}{3} f = sn', \quad si = \frac{2}{3} f,$$

et, d'après les lois de l'optique :

$$\frac{1}{m''i} - \frac{1}{mi} = \frac{1}{f}.$$

Si l'on a égard à la similitude des triangles  $mim'$  et  $m''im'''$ ; si, d'autre part, on remarque que  $m''i$  diffère extrêmement peu de  $n'i$ , on déduit aisément de ces diverses données :  $m''m''' = \frac{2}{3} mn$ .

Si l'on suppose que les lames BC et B'C' soient de même épaisseur et également inclinées, on a plus simplement :

$$m''m''' = 0,555. e. \sin \gamma.$$

Nous voyons par cette expression, que l'inclinaison  $\gamma$  de chacune des lames est susceptible d'être réglée de façon que la distance des images, dans le plan vertical de l'axe, devienne aussi petite qu'on le désire.

Après avoir ainsi obtenu dans la lunette deux images séparées d'une étoile, comme dans l'héliomètre, j'ai réussi à faire décrire une courbe circulaire par chacune, au moyen du second scintillomètre qui a été décrit dans ma notice. Il se compose essentiellement d'une lame de verre épaisse, circulaire ou elliptique, tournant autour d'un axe passant à son centre, et par rapport auquel le plan de la lame est incliné obliquement. J'ai montré avec extension que ce scintillomètre doit être placé dans le corps de la lunette, un peu en avant de l'oculaire, de manière que l'axe de rotation de la lame soit parallèle à l'axe optique de l'instrument, et tout à fait en dehors de la direction de cet axe. Quand un mécanisme imprime un mouvement révolutif suffisamment rapide à la lame ainsi disposée, l'image de tout point lumineux vu dans la lunette y décrit une petite circonférence de cercle. Le rayon de ce cercle augmente avec l'inclinaison de la lame de verre sur son axe de rotation, comme je l'ai indiqué. Ces faits étant rappelés, il devient évident que quand le scintillomètre S fonctionne entre la première lentille E de l'oculaire et le système des deux glaces BC et B'C' interposé dans le corps de la lunette, ainsi qu'il a été dit plus haut et comme le montre d'ailleurs la figure 3, chacune des deux images

de l'étoile décrit une courbe circulaire. Ces courbes sont fermées, par suite du phénomène de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, dès que la vitesse de rotation atteint une limite convenable. Les expériences que j'ai faites en réunissant le scintillomètre au système des lames de verre inclinées décrit, ont parfaitement confirmé ces prévisions.

Pour décider de la question posée par Arago, il faut remarquer que l'inclinaison  $\gamma$  des deux lames BC et B'C' doit être très-petite, afin d'écartier le moins possible l'une de l'autre les circonférences  $m''o$  et  $m'''o'$ , décrites par les deux images (1). Il importe, en effet, que ces circonférences soient le plus rapprochées possible, afin de permettre la comparaison entre les arcs diversement colorés qui se correspondent sur les deux circonférences, et d'établir facilement ainsi leur ressemblance continue ou leur dissemblance momentanée. D'après cela, il faut incliner très-peu, l'un par rapport à l'autre, les plans des glaces BC et B'C'. Celles dont je me suis servi consistaient en deux lames demi-circulaires, coupées, suivant un diamètre, dans un cercle de verre blanc de trente-cinq millimètres de largeur et de sept d'épaisseur. Les tranches de coupure ayant été usées à l'émeri, je les ai collées l'une contre l'autre, en inclinant de six degrés environ les faces des deux demi-cercles. Cette faible inclinaison a suffi pour séparer convenablement les cercles décrits par les images d'une étoile, dans une lunette astronomique amplifiant quatre-vingt-trois

---

(1) Afin de faciliter l'intelligence de la marche des rayons lumineux, il a fallu exagérer dans la figure 5, comme dans les autres figures pour divers détails, les rayons des circonférences décrites  $m''o$  et  $m'''o'$ , et fausser un peu leurs positions vraies.

fois les objets. Les deux lames collées ensemble ont été fixées, dans la lunette, à quelques centimètres en avant de la première lentille de l'oculaire, de façon que chaque demi-glace fût inclinée de trois degrés par rapport à l'axe de la lunette. La ligne de coupure des glaces étant placée dans le plan vertical passant par l'axe, les images de la même étoile, vues dans l'oculaire sans scintillomètre, apparaissaient l'une un peu au-dessus de l'autre.

Quand le scintillomètre placé comme je l'ai dit, fonctionna, les images de l'étoile décrivirent deux cercles excentriques dont les centres se trouvaient verticalement à une petite distance l'un de l'autre. Ces cercles, qui se coupaient suivant une ligne horizontale, se montraient partagés en arcs diversement colorés, quand la lunette était dirigée vers une étoile scintillante.

Avant d'exposer les résultats qui permettent de décider la question posée par Arago, je rappellerai que, d'après tout ce qui précède, les deux cercles distincts sont décrits, l'un par les rayons lumineux traversant la moitié de droite de l'objectif, et l'autre par les rayons de l'autre moitié. Ces deux systèmes de rayons étaient suffisamment séparés dans une lunette dont le diamètre effectif de l'objectif est de soixante-dix-sept millimètres. J'appellerai arcs *correspondants* deux arcs colorés considérés sur les circonférences, à la même distance des sommets de leurs diamètres verticaux et du même côté de l'observateur. Ces arcs sont tracés sur la rétine au *même instant*, l'un par le système des rayons de droite et l'autre par celui des rayons de gauche. Cette simultanéité résulte de ce que, par l'effet du genre de scintillomètre employé, les images  $m$  et  $m'$  partent en même temps, dans leur mouvement révolutif, chacune du sommet du diamètre vertical, et décri-

vent leurs circonférences avec des vitesses égales et de même sens.

Voici les résultats que j'ai obtenus en observant Sirius; ils ont été confirmés par une personne qui ne pouvait avoir d'idée préconçue sur les similitudes ou les dissemblances à observer.

1° Lorsque l'on considère les deux circonférences dans leur ensemble, les arcs diversement colorés qui les fractionnent paraissent le plus souvent identiques et disposés suivant le même ordre. Cependant, une observation attentive et suivie permet de distinguer parfois des différences de coloration momentanées, mais caractéristiques, entre des arcs correspondants.

2° Si l'on restreint l'étendue de la partie des circonférences à comparer, en plaçant préalablement dans l'oculaire un petit écran destiné à cacher au moins la moitié inférieure du champ de vision; si l'on voile ainsi la plus grande partie des circonférences décrites derrière cet écran, de façon à ne laisser voir que les arcs supérieurs au-dessus du bord horizontal de celui-ci, on distingue aisément, de temps à autre, des différences de coloration marquées entre les arcs qui fractionnent les parties des circonférences encore visibles.

3° Quand on pratique une fente verticale très-étroite dans l'écran, et que l'on cache entièrement les deux circonférences derrière celui-ci, de manière toutefois à laisser voir des arcs correspondants à travers la fente étroite, on distingue mieux encore des différences de coloration momentanées entre les deux petits arcs perceptibles : l'un est parfois rouge et l'autre vert bleu, par exemple, ou bien l'un des arcs étant coloré, l'autre paraît incolore ou jaune blanc. Ce dernier arc correspond évidemment au moment même



où l'une des deux images stellaires n'éprouve pas de changement de coloration sensible, par le fait de la scintillation.

4° On sait que, dans les conditions ordinaires, l'oculaire d'une lunette étant poussé hors du foyer, l'image d'une étoile scintillante est transformée en un disque d'un certain diamètre sur lequel apparaissent successivement diverses couleurs : l'apparition de chaque teinte n'a pas lieu instantanément sur toute l'étendue du disque ; elle se produit à des intervalles distincts sur les diverses parties du disque. Ces faits rappelés, si, lorsque le mécanisme moteur et le scintillomètre ne fonctionnent pas, on pousse hors du foyer l'oculaire de la lunette munie du système des doubles lames BC et B'C', les deux images de l'étoile scintillante s'étalent en deux demi-disques voisins. On reconnaît alors que les changements de couleur, qui se voient sur la totalité ou sur les parties correspondantes de ces deux images amplifiées, ne sont pas constamment identiques, aux mêmes instants.

Concluons de ces faits que, selon les prévisions d'Arago, les changements produits par la scintillation dans l'image d'une étoile ne sont pas invariablement identiques pour deux portions de l'objectif d'une lunette. Seulement, je ferai remarquer que les deux images étalées en courbe dans la lunette, munie de son scintillomètre, n'ont point présenté des dissemblances aussi fréquentes qu'Arago le croyait peut-être ; car ce savant dit, comme nous l'avons vu plus haut, qu'il se hasarde à prédire que les deux images déployées en ruban seront dissemblables. Quoi qu'il en soit, si l'on a égard aux résultats que j'ai fait connaître, si l'on remarque qu'ils ont été obtenus avec une lunette dont l'objectif n'a que soixante-dix-sept millimètres de

diamètre, on est en droit de conclure, pour répondre à la question posée par Arago, que la scintillation n'est point la même, à tout instant, pour deux observateurs diversement placés (1).

Je me bornerai à citer ici mes expériences sans entrer dans des développements qui seraient destinés à expliquer la cause d'un fait décisif qui est contraire aux conclusions primitives de Kepler.

On peut se demander si le système des deux lames au moyen duquel j'ai obtenu la duplication de l'image d'une étoile, n'est point susceptible de remplacer l'héliomètre dans certains cas, à cause de sa simplicité; et s'il présente assez d'exactitude pour être appliqué ainsi, dans les lunettes astronomiques, à la mesure du diamètre des planètes ou de la distance d'étoiles voisines. Dans les lunettes ter-

(1) Il est utile d'indiquer ici un autre mode d'expérience à l'aide duquel j'ai déployé la double image d'une étoile scintillante en deux rubans rectilignes, parallèles et peu distants l'un de l'autre. Imaginons que l'on ait enlevé le scintillomètre S et qu'on lui ait substitué un prisme de verre à base carrée, d'un centimètre environ de côté, en le plaçant, en avant de l'oculaire, de manière que son axe de figure coupe normalement l'axe XY dans le plan vertical de celui-ci. Quand ce prisme, supposé monté, d'ailleurs, sur l'axe de rotation du mécanisme moteur, tourne avec une vitesse suffisante, les deux images d'une étoile se meuvent rapidement dans le sens horizontal par le phénomène de déplacement latéral, et se déploient ainsi en deux rubans rectilignes horizontaux. Ceux-ci sont fractionnés en bandes diversement colorées, si l'étoile scintille. J'ai observé que les parties colorées, placées l'une au-dessus de l'autre sur les deux rubans, ne sont pas constamment identiques.

Avec ce scintillomètre, remarquons-le, aucun phénomène de dispersion n'est produit par le fait du passage des rayons dans un prisme réfringent à base carrée, puisque les rayons, tout en se déplaçant latéralement à cause du mouvement révolutif du prisme, traversent ce milieu par des faces d'incidence et d'émergence parallèles.

restres, ce procédé serait-il aussi utilisé à la détermination de la distance d'objets dont on connaît la grandeur absolue, par la mesure de la grandeur de l'image focale? Appliqué aux microscopes et aux lunettes, ce système pourrait-il servir utilement à rapprocher des parties peu distantes de l'image d'un objet ou d'un astre, tel que le soleil et la lune, quand on voudra comparer ces parties? Avant de se prononcer sur la possibilité d'applications aussi importantes, il faut présenter à l'appui les résultats obtenus avec des instruments précis, qui seront basés sur cette disposition; c'est ce que je me propose de faire.

---



*Séance du 4 juin 1864.*

M. SCHAAR, président de l'Académie.

M. AD. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. Wesmael, Stas, De Koninck, Van Beneden, A. De Vaux, de Selys-Longchamps, Nyst, Gluge, Nerenburger, Melsens, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, *membres* ; Schwann, Spring, *associés* ; Maus, Donny, Montigny, *correspondants*.

M. Ed. Fétis, *membre de la classe des beaux-arts*, assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

---

M. le baron von Liebig, président de l'Académie royale des sciences de Munich, fait parvenir un exemplaire de la médaille commémorative que ce corps savant a fait exécuter pour célébrer le cinquantième anniversaire de la promotion de M. le docteur von Martius, l'un de ses membres, comme docteur en médecine. Des remerciements seront adressés à l'Académie de Munich.

— L'Institut des sciences de Venise fait hommage de ses dernières publications.

— M. le Ministre de l'intérieur soumet à l'avis de l'Académie l'analyse qui a été faite récemment des eaux d'un puits artésien creusé à Ostende. MM. De Koninck, Ad. De Vaux et Dewalque, qui se sont occupés déjà d'une question analogue, sont nommés commissaires.

— Le secrétaire perpétuel présente à la classe les travaux manuscrits suivants :

1° *Note sur un nouveau chronoscope électrique à cylindre tournant, fondé sur l'emploi du diapason*, par M. H. Valérius, professeur à l'université de Gand. — (Commissaires : MM. Melsens et Duprez.)

2° *Note sur les courbes du deuxième degré*, par M. Th. Lambert, professeur au collège de Dinant. — (Commissaires : MM. Schaar et Brasseur.)

3° *Élatérides nouveaux*, par M. Candèze, correspondant de l'Académie. — (Commissaires : MM. Wesmael et de Selys-Longchamps.)

La classe accepte le dépôt dans ses archives de deux billets cachetés, présentés, l'un par M. L. Perard, ingénieur à Liège, et l'autre par M. H. Valérius, professeur à l'université de Gand.

---

## RAPPORTS.

---

*Sur la stabilité des systèmes liquides en lames minces; par*  
M. Lamarle, associé de l'Académie.

**Rapport de M. Piateau.**

Dans la sixième série de mes recherches *Sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur*, j'ai établi, partie expérimentalement et partie théoriquement, les lois relatives aux lames qui aboutissent à une même arête liquide, et aux arêtes liquides qui concourent en un même point liquide; j'ai conclu de ces lois, et j'ai essayé de le confirmer par l'expérience, que tout système laminaire d'équilibre dans lequel elles ne sont pas satisfaites, est un système instable; enfin, en terminant cette même série, je disais :

« Je reviendrai de nouveau sur les systèmes laminaires, »  
» pour en envisager la théorie sous un point de vue plus »  
» général. En effet, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, »  
» les lames liquides qui les composent peuvent être assi- »  
» milées à des membranes tendues, et dès lors, on le con- »  
» çoit, chaque système se disposera de manière que la »  
» somme des surfaces de toutes ses lames soit un mini- »  
» mum. Mais je réserve ce sujet pour une autre série. »

En m'exprimant ainsi, je me proposais simplement de

prendre comme exemples quelques systèmes laminaires particuliers, directement accessibles au calcul à raison de leur simplicité, et de faire voir que, dans chacun d'eux, la somme des surfaces des lames est un minimum par rapport à certain mode de déformation; mais je n'avais nulle intention de traiter le problème d'une manière générale, car je croyais la chose inabordable. Je comprenais qu'il existe une dépendance nécessaire entre le principe du minimum de la somme des aires et mes lois, mais je ne pouvais saisir cette dépendance, et il me paraissait à peu près impossible de la découvrir. Or toutes ces difficultés, M. Lamarle les a résolues avec une merveilleuse sagacité et un rare bonheur.

Il commence par établir plus nettement que je ne l'avais fait le principe du minimum ci-dessus; puis, partant de là, il s'occupe des lames aboutissant à une même arête liquide. Il imagine un nombre quelconque de lames planes partant d'arêtes solides et se joignant toutes suivant une arête liquide commune, et il coupe l'ensemble par un plan perpendiculaire à celle-ci. La section se composant de droites partant respectivement de points fixes et aboutissant toutes à un même point, il démontre d'abord, par des considérations de géométrie élémentaire, que si les droites sont au nombre de trois, leur somme sera un minimum quand elles feront entre elles des angles égaux. Si les droites sont plus nombreuses, il démontre, toujours par des considérations aussi simples, que pour avoir une somme minima, il faut substituer au point de concours unique plusieurs points de concours reliés entre eux par des droites additionnelles, de telle manière qu'à chacun de ces points il n'y ait que trois droites faisant entre elles des angles égaux. Enfin, la diminution de la somme des droites



commençant dès l'origine de ces modifications, c'est-à-dire dans le cas de plus de trois droites, par exemple, dès que le point de concours se dédouble pour donner naissance aux droites et aux points additionnels, il s'en suit que la démonstration s'applique également à des lignes courbes, car on peut toujours remplacer celles-ci par leurs tangentes dans le voisinage immédiat du point de concours. M. Lamarle fait voir alors que tous ces résultats s'étendent aux lames elles-mêmes, planes ou courbes, dont l'ensemble est coupé par le plan dont il s'agit; c'est-à-dire que le minimum de la somme des aires exige que ces lames se joignent trois à trois, sous des angles égaux, à chaque arête liquide.

Ainsi se trouve complètement démontrée et déduite du principe du minimum la première de mes lois, savoir que, dans tout système laminaire stable, à une même arête liquide n'aboutissent jamais que trois lames faisant entre elles, à cette arête, des angles égaux.

M. Lamarle passe ensuite à la question des arêtes liquides concourant en un même point liquide. Pour la traiter, il imagine que des lames liquides planes aboutissent toutes à un même point de l'intérieur du système, et il cherche les conditions que devront remplir ces lames pour qu'elles puissent se joindre trois à trois sous des angles égaux, conformément à la loi précédente. Il considère le point qui leur est commun comme le centre d'une sphère, qu'elles viennent ainsi couper suivant des arcs de grands cercles; on a de cette manière un certain nombre de pyramides creuses ayant pour sommets un même point, et, pour bases, des polygones sphériques dont tous les angles sont de  $120^\circ$ . M. Lamarle fait d'abord remarquer que ces polygones ne peuvent être que des triangles, des

quadrilatères et des pentagones, ce qui lui fournit une relation analytique entre les nombres respectifs de ces différents polygones et le nombre total des lames; il en trouve une autre par la condition que la somme des surfaces de ces mêmes polygones doit représenter la surface totale de la sphère; enfin tous les polygones dont il s'agit doivent être simplement juxtaposés, sans empiétements des uns sur les autres en certains endroits et vides entre eux en d'autres endroits. Au moyen de ces trois conditions, M. Lamarle trouve qu'il n'y a que sept assemblages possibles de lames partant d'un même point et se joignant trois à trois sous des angles égaux.

Si, dans chacun de ces assemblages, on remplace les côtés des polygones sphériques par leurs cordes, on a l'ensemble des arêtes d'un polyèdre, et les sept polyèdres ainsi formés sont : le tétraèdre régulier; le prisme triangulaire droit à base équilatérale, avec un rapport déterminé entre la hauteur et le côté de la base; le cube; le prisme pentagonal droit à base régulière, avec un rapport déterminé entre la hauteur et le côté de la base; deux polyèdres particuliers composés de quadrilatères et de pentagones; enfin le dodécaèdre régulier. Dans ces polyèdres, les nombres des arêtes liquides sont respectivement 4, 6, 8, 10, 12, 16 et 20.

Or M. Lamarle démontre que, pour chacun de ces systèmes, à l'exception de celui du tétraèdre régulier, on peut toujours concevoir un mode de déformation d'où résulte, à partir de son origine jusqu'à une certaine limite, une diminution de la somme des aires des lames; le système du tétraèdre régulier, dans lequel il n'y a que quatre arêtes liquides qui aboutissent à un même point liquide sous des angles égaux, est donc le seul qui puisse jouir de la stabi-

lité. Ainsi, quand les lames sont planes, les arêtes liquides qui se joignent en un même point liquide sont nécessairement au nombre de quatre et font entre elles des angles égaux. Enfin M. Lamarle fait voir que la même conclusion s'applique aux lames courbes, et, par suite, aux arêtes courbes; en effet rien ne limite la petitesse de la sphère mentionnée plus haut, et conséquemment on est maître de supposer cette sphère assez minimale pour que les portions de lames comprises dans son intérieur puissent être considérées comme planes.

Ma deuxième loi, savoir que, dans tout système laminaire stable, les arêtes liquides aboutissant à un même point liquide sont toujours au nombre de quatre et font entre elles, à ce point, des angles égaux, est donc démontrée par M. Lamarle aussi complètement que la première, et également déduite du principe du minimum.

Ajoutons que les modes de déformation supposés par M. Lamarle, et qu'il parvient, au moyen d'une conception ingénieuse, à faire rentrer tous dans un même principe, sont précisément ceux qui conduisent aux résultats réels, c'est-à-dire à ceux que donnent les expériences avec les charpentes en fil de fer.

En résumé, M. Lamarle a résolu des questions qui semblaient d'une extrême difficulté, et son travail contribue puissamment à compléter la théorie des lames liquides; j'ai donc l'honneur de proposer à la classe l'insertion de ce travail dans le recueil des *Mémoires de l'Académie*.

Conformément à ces conclusions, appuyées par le second commissaire, M. Schaar, le travail de M. Lamarle sera imprimé dans la collection des *Mémoires*.

La classe entend la lecture des rapports de MM. Lamarle et Duprez, relatifs à un mémoire de M. Plateau, membre de l'Académie, *Sur un problème curieux de magnétisme*; elle en ordonne l'impression dans les recueils académiques.

---

*Sur une note de M. Constant Krouber, de Saint-Petersbourg, intitulée : RECHERCHES SUR LES BENZINES, NITRO-BENZINES ET ANILINES DESTINÉES A LA FABRICATION DES COULEURS.*

**Rapport de M. Stas.**

« La fabrication des couleurs dites d'*anilines* a pris depuis peu d'années une importance très-considérable. M. A.-W. Hoffmann, le célèbre auteur de la découverte de la rosaniline, a démontré tout récemment que l'aniline de l'indigo et du benzol, obtenue à l'aide de l'acide benzoïque, ne produit point de la rosaniline. Ses recherches ont prouvé de plus que la toluidine n'en forme pas davantage, mais qu'un mélange d'aniline et de toluidine donne naissance à un rouge magnifique d'un pouvoir tinctorial des plus intenses. Le benzol et le toluol, qui fournissent l'aniline et la toluidine, sont contenus dans l'huile légère de goudron de houille. Aussi ces huiles légères sont employées pour la fabrication de l'*aniline commerciale* destinée à la production des couleurs d'aniline. Mais l'expérience industrielle a appris que le rendement en matières colorantes des anilines, obtenues à l'aide de cette huile légère, est extraordinairement variable; elle a fait connaître en outre

que le pouvoir tinctorial des matières colorantes produites est également très-variable. M. C. Krouber, de Saint-Petersbourg, étudiant à l'école des arts et manufactures annexée à l'université de Gand, a essayé d'éclairer cette question ; dans ce but il a recherché la relation qui existe :

1° Entre le point d'ébullition et la densité de l'huile légère (benzol, toluol, cumol, etc.) ;

2° Entre le point d'ébullition et la densité des composés nitrés qui en dérivent ;

3° Entre le point d'ébullition et la densité des anilines commerciales qui proviennent de ces composés nitrés ;

4° Enfin entre ces anilines et la quantité et la qualité de matières colorantes que celles-ci sont capables de fournir.

Il résulte des recherches de M. Krouber que l'huile légère, dont le point d'ébullition est compris entre quatre-vingt-dix et cent dix degrés, est celle qui fournit les meilleures anilines destinées à la fabrication des matières colorantes. Cette conséquence est tout à fait d'accord avec les observations de M. Hoffmann. En effet, l'huile légère de goudron de houille bouillant entre ces deux points doit être presque exclusivement formée de benzol et de toluol, mélange qui doit fournir l'aniline et la toluidine, qui, à leur tour, produisent le rouge magnifique connu.

Le travail de chimie appliquée de M. Krouber est conçu d'une manière intelligente, et il me paraît avoir été exécuté avec soin. J'estime que sa publication sera utile à ceux qui se livrent à la fabrication des couleurs d'anilines ; à ce titre, je n'hésite pas à en demander l'impression dans le bulletin de la séance. Voulant encourager les efforts qu'a faits M. Krouber dans la voie des recherches, j'ai l'honneur

de proposer à l'Académie de lui voter des remerciements pour sa communication. »

Conformément aux conclusions de ce rapport, appuyé par les deux autres commissaires, MM. Melsens et De Koinck, le travail de M. Krouber sera inséré dans le bulletin de la séance.

---

MM. Lamarle et Schaar font connaître que la lettre de M. Colnet d'Huart, pour laquelle ils avaient été nommés commissaires, est relative à un ouvrage déjà publié sur la mécanique et que, par conséquent, elle ne peut pas faire l'objet d'un rapport. L'auteur sera, du reste, remercié pour son intéressante communication.

---

M. Melsens demande à l'Académie la permission de pouvoir ajouter à son mémoire *Sur l'emploi de l'iodure de potassium dans les intoxications mercurielles et saturnines*, la description des phénomènes que lui ont présentés les deux malades dont il pensait pouvoir prédire d'avance la guérison, lors de la présentation de son mémoire. Cette description sera ajoutée sous forme de notes au travail de M. Melsens.

---

---

## COMMUNICATIONS ET LECTURES.

*Sur la périodicité des étoiles filantes du mois de novembre.*

Notice de M. A. Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie.

J'ai l'honneur de communiquer à la classe l'extrait d'une lettre que je viens de recevoir de M. H.-A. Newton, professeur à New-Haven, en Amérique, et qui traite de la marche des étoiles filantes à travers l'espace et de leur retour, pour la période du milieu de novembre. M. Newton estime que le cycle de la révolution est de trente-trois ans et un quart, et il cite plusieurs exemples qu'on a eu l'occasion d'observer depuis l'année 902. Le tableau que présente le savant américain relate onze retours périodiques; il place les résultats calculés à côté des résultats observés, et il fait remarquer le peu de différence qui existe entre les nombres; il tient compte, en même temps, des perturbations qui peuvent avoir été produites par les corps planétaires et par la lune.

Des conjectures analogues avaient déjà été émises pour la période d'août, et, après avoir reconnu la périodicité annuelle des étoiles filantes à certaines époques de l'année, on a recherché si ces apparitions annuelles étaient périodiques. L'exemple de la périodicité signalée par M. Newton serait donc d'un *tiers de siècle* pour l'apparition de novembre. Ces résultats sont très-intéressants, mais devront être démontrés peut-être d'une manière plus concluante. On sait en effet que le passage de plusieurs comètes dans le voisinage de corps célestes, sans produire sur ceux-ci de

perturbations marquées, en ont éprouvé elles-mêmes de si considérables qu'il a fallu recommencer parfois le calcul de leurs orbites. Ne peut-on, en pareil cas, craindre également un dérangement complet dans la marche des étoiles filantes, corps infiniment moins considérables ?

Nous pouvons croire, du reste, que la théorie des étoiles filantes, malgré toutes les difficultés qu'elle présente, a effectivement fait quelques progrès dans ces derniers temps, et que l'on s'est mieux rendu compte de l'étendue de l'espace où le phénomène se révèle à l'observateur et où il peut étudier mathématiquement sa marche.

M. Newton, à la fin de sa lettre, me transmet une nouvelle intéressante pour l'histoire de la science :

« Je ne sais, dit-il, si vous avez connaissance que notre regrettable ami, M. Herrick, a laissé un excellent recueil d'observations sur les aurores boréales. C'était son habitude, chaque soir, de sortir plusieurs fois, pour reconnaître s'il n'y avait point d'aurore boréale et de faire un rapport sur ce qu'il avait observé. Il regardait comme aussi important de rapporter qu'une aurore boréale avait été visible, que de constater qu'il n'y en avait point eu. Cet important registre a été tenu pendant dix-sept ans, à l'exception d'une interruption à l'époque de sa maladie, et on peut le regarder comme unique dans son genre. L'Académie des arts et sciences du Connecticut se propose de publier ce recueil en entier, et de le remettre entre les mains de l'imprimeur. »

M. Newton a successivement examiné plusieurs des caractères principaux que présente le groupe de novembre ; nous citerons les suivants extraits du travail complet qui ne tardera pas à paraître dans le journal de Silliman : *The American Journal, etc.*



1. *Longueur de la période annuelle.* — On peut considérer comme époque de la première apparition le 15 octobre de l'année 902, à cinq heures avant midi, temps local; la même heure, temps de New-Haven, le 15 novembre (ou le 1<sup>er</sup> novembre, style ancien) de l'année 1855, peut être considérée comme milieu de la dernière averse d'étoiles filantes. Entre ces deux dates, il s'est écoulé neuf cent trente et une années, dont deux cent trente-trois ont été bissextiles (en temps ancien); il y avait dix-neuf jours impairs, et il faut ajouter six heures pour la différence des longitudes. Cet intervalle renferme ainsi neuf cent trente et une périodes, dont chacune est de 565,27 jours.

2. *Longueur du cycle.* — Un coup d'œil jeté sur les dates montre qu'il existe un cycle d'environ un tiers de siècle, et que, pendant une période de deux à trois ans, à la fin de chaque cycle, on peut attendre le retour d'une averse d'étoiles filantes. Par exemple, les deux averses de 1852 et 1855 montrent que la dernière était à peu près la fin de cette courte période; de la même manière, les deux averses de 902 et 934, séparées seulement par trente-deux années, appartiennent évidemment, la première, à la fin de cette période, et l'autre, à son commencement. Pendant les années 902 et 1855, ces apparitions occupent des positions à peu près correspondantes dans le cycle. L'intervalle divisé par vingt-huit donne 55,25 années pour la durée d'un cycle.

3. Le tableau suivant montre plusieurs faits relatifs à cette période. La première colonne contient le nombre des phénomènes donnés dans les documents imprimés, la seconde montre l'année, et la troisième, le jour et l'heure, qu'on peut regarder comme la date historique de l'averse. L'heure est en partie arbitraire. Je suppose que les *maxima*

des apparitions mentionnées par les annalistes européens étaient, à cinq heures avant midi, temps moyen de Paris, ou dix-sept heures à partir du midi précédent. Ceci peut naturellement renfermer une erreur de plusieurs heures qui doit être rappelée, en considérant les restes dans une autre colonne. Quant aux averses signalées dans les annales chinoises, sept heures sont retranchées de dix-sept pour la différence des longitudes, et, pour les averses américaines, quatre à cinq heures sont ajoutées. Le n° 8 a été observé en Europe et en Chine, et le n° 6 à Bagdad. De là, trois heures sont prises sur chaque date; et l'averse de 1852 ayant eu lieu à l'orient de Paris, une heure seulement a été retranchée.

Dans la quatrième colonne, la longitude de la terre à chaque date est calculée d'après les tables de M. Le Verrier insérées dans les *Annales de l'Observatoire impérial de Paris*. Ces longitudes sont représentées approximativement par la formule  $a - nt$ , où  $a$  est  $51^{\circ}17',7$ ,  $n$  est  $1',711$ , et  $t$  est le nombre d'années depuis le temps de l'averse jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 1850. Les valeurs de  $a - nt$  sont données dans la colonne suivante, et, en les soustrayant de la longitude correspondante dans la quatrième colonne, on a les différences qui se trouvent dans la sixième colonne.

Nous pouvons supposer un cycle qui commence à une époque quelconque; mais il vaut mieux, croyons-nous, considérer le commencement comme rapproché du milieu d'une courte période pendant laquelle une apparition doit être attendue. Supposons que ce point soit placé entre les deux apparitions des années 1852 et 1855. Si l'on suppose que l'année commence à l'époque d'une averse, cette époque sera indiquée comme étant 1852,50. En soustrayant

maintenant de ce nombre les multiples de 55,25 années, nous aurons les nombres de la septième colonne pour les dates des commencements des cycles. Ces nombres soustraits de ceux donnés dans la seconde colonne du tableau, produisent les différences indiquées dans la huitième colonne. Chaque reste représente évidemment le nombre d'années, depuis le commencement d'un cycle jusqu'à l'instant d'une apparition.

La dernière colonne contient la somme des perturbations lunaires et planétaires de notre globe, d'après sa distance au soleil, calculées par les tables de Le Verrier. L'unité est la septième décimale de la distance moyenne du soleil et représente à peu près quinze kilomètres.

N <sup>o</sup>	ANNÉE.	Jour et heure.	Longit.	$a - nt$	Différ.	Fin du cycle.	Différ.	Perturbations.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1	902	Oct. 12 17	24°16',6	24°18',1	- 1',5	901,50	+0,50	-238
2	931	14 10	25 57,5	25 7,7	+49,8	934,75	-3,75	+497
3	934	13 17	25 31,6	25 12,8	+18,8	934,75	-0,75	+467
4	1002	14 10	26 44,8	27 9,2	-24,4	1001,25	+0,75	+366
5	1101	16 17	30 2,4	29 58,6	+ 3,8	1101,00	0,00	+126
6	1202	18 14	32 25,5	32 51,4	-25,9	1200,75	+1,25	+622
7	1366	22 17	37 47,9	37 32,0	+15,9	1367,00	-1,00	- 621
8	1533	24 14	41 11,7	42 17,8	- 66,1	1533,25	-0,25	- 48
9	1602	27 10	44 18,9	44 15,9	+ 3,0	1599 75	+2,25	- 381
10	1698	Nov. 8 17	47 20,6	47 0,1	+20,5	1699,50	-1,50	-269
11	1799	11 21	50 1,6	49 52,9	+ 8,7	1799,25	-0,25	-146
12	1832	12 16	50 49,0	50 49,4	- 0,4	1832,50	-0,50	+ 37
13	1833	12 22	50 49,5	50 51,1	- 1,6	1832,50	+0,50	+316

L'auteur a considéré encore : 1° le mouvement moyen le long de l'écliptique, du nœud de l'orbite du groupe;

2° la longueur d'une partie du cycle durant lequel une averse d'étoiles filantes peut être attendue; 3° la question : Un anneau, autour du soleil, de densité uniforme dans son circuit, représente-t-il proprement la nature de ce groupe ?.... etc. Ces questions présentées aux savants exciteront sans aucun doute leur examen et feront un nouveau pas vers la solution d'un des problèmes les plus importants de la météorologie et l'on peut dire de la mécanique céleste.

L'année 1866, dit M. H. A. Newton, est l'époque pendant laquelle nous avons le plus d'intérêt à observer les météores, parce que le cycle de 55,25 ans doit être évidemment compté à partir des grandes apparitions de 1852 et 1855. Une grande apparition n'est pas très-probable encore pendant le cours de l'année actuelle : les temps et les lieux sont énoncés avec hésitation, pour guider l'observateur bien plus que nos prédictions.

—

*Sur un DELPHINUS ESCHRICHTII, échoué à Flessingue.*  
Notice de M. Poelman, membre de l'Académie.

Le 20 du mois de décembre 1865, un dauphin fut pris vivant par un pêcheur non loin de Flessingue, dans un endroit appelé *het Sloe*. Le propriétaire, après l'avoir fait vider, le transporta successivement à Axel, Hulst, Saint-Nicolas et finalement à Gand, où il arriva le 7 janvier assez bien conservé.

L'animal avait une longueur de deux mètres trente-sept centimètres. Le pénis ainsi que les testicules étaient les seules parties viscérales qui n'eussent pas été enlevées.

La partie inférieure du corps, depuis l'extrémité du bec

jusqu'au delà des orifices des organes génito-urinaires, est d'un blanc luisant; la partie supérieure du bec et de la tête est d'un beau noir, et une bande blanche, qui commence au-dessous de la nageoire dorsale et qui va jusqu'à la base de la nageoire caudale, s'étend sur les flanes. Cette bande présente à sa partie supérieure et postérieure une nuance jaunâtre et ne se confond pas dans la couleur blanche de l'abdomen.

Ces caractères suffisaient pour montrer que nous avions sous les yeux un individu de l'espèce dédié par Schlegel à Eschricht et connue sous le nom de *Delphinus Eschrichtii* (Schlegel), *D. leucopleurus* (Rasch) et dont on trouve des squelettes à Copenhague, Leyde, Francfort et Louvain (1), mais dont aucune peau montée n'existe en Belgique.

L'arrivée de cette espèce sur nos côtes étant assez rare, nous en avons fait l'acquisition pour le musée de Gand, et nous avons réussi à conserver le squelette et la peau montée.

L'individu étant assez bien conservé, grâce au froid qui régnait alors et qui l'avait complètement gelé, M. le docteur Van Bambeke, préparateur du cours d'anatomie comparée, eut l'obligeance d'en prendre exactement les dimensions et la coloration.

Des sept vertèbres cervicales, les deux premières sont soudées par leurs corps et leurs apophyses épineuses. Les troisième et quatrième sont libres par leurs corps, mais soudées par leurs apophyses épineuses avec les deux premières cervicales.

---

(1) Van Beneden, *Recherches sur les Cétacés*, dans les *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XXXII. p. 29, 51 et 55.

Les cinquième, sixième et septième cervicales sont complètement libres. La sixième porte, à la partie inférieure et latérale du corps, deux apophyses, de forme triangulaire, d'environ un centimètre et demi de long, dont la pointe est dirigée en avant.

Le corps des deux premières cervicales réunies a trois centimètres de haut, tandis que les corps réunis des cinq autres cervicales n'ont qu'une élévation de un centimètre et demi.

Les vertèbres dorsales sont au nombre de quinze. Du côté droit, la quatorzième ne porte pas de côte, mais la seizième en a une. Du côté gauche, toutes les vertèbres portent des côtes.

Nous possédons, à Gand, un autre squelette de cétacé qui présente une anomalie du côté des articulations costo-vertébrales : c'est celui du *Pterobalaena minor*, qui a appartenu au cabinet Paret, à Slykens, près d'Ostende, et que j'ai acquis pour le musée de Gand. Chez cet individu, la première côte est en rapport avec la deuxième vertèbre cervicale.

Les vertèbres lombaires, en comptant de la dernière dorsale à gauche jusqu'à la première vertèbre qui porte une hémaphyse rudimentaire, sont au nombre de dix-neuf, et les caudales au nombre de trente-neuf.

Nous croyons devoir faire observer que, pour la détermination des vertèbres de cette dernière région, nous avons pris pour point de départ la présence des hémaphyses, qui, incomplètes aux six premières caudales, présentent un anneau fermé à la septième caudale et aux vertèbres suivantes. A partir de la treizième, les hémaphyses commencent à s'atrophier, mais ne disparaissent complètement qu'à la vingtième caudale.

Le squelette de notre dauphin n'a donc que quatre-vingts vertèbres, nombre qui diffère un peu de celui donné par Schlegel pour l'individu envoyé par Eschricht au musée de Leyde (1) et par notre savant confrère, M. Van Beneden, pour le squelette qui se trouve à Louvain.

Le squelette de Leyde a quatre-vingt et une vertèbres, dont vingt-deux lombaires et trente-sept caudales; celui de Louvain en a quatre-vingt-deux, dont vingt-quatre lombaires et trente-six caudales. La différence porte surtout sur les deux dernières régions: or, comme c'est l'existence des hémaphyses qui permet de distinguer ces deux régions l'une de l'autre, les premières de ces apophyses étant rudimentaires, ont pu être facilement enlevées pendant la préparation. C'est probablement la conservation de ces premières apophyses rudimentaires qui nous fait compter, sur le squelette que nous avons sous les yeux, trente-neuf caudales au lieu de trente-six ou trente-sept.

L'état du système dentaire est assez curieux et dénote un jeune individu.

En examinant la bouche, on ne compte à la mâchoire supérieure que de vingt-huit à trente dents de chaque côté; à la mâchoire inférieure, il n'y a de visible de chaque côté que de trente et une à trente-deux dents, mais, en détachant la muqueuse, on en trouve encore plusieurs cachées par cette membrane.

Au côté droit de la mâchoire supérieure, nous comptons trente dents déjà sorties et six cachées par la muqueuse, dont deux appartiennent à l'intermaxillaire; au côté gauche, vingt-huit dents sont visibles et cinq ne le

---

(1) *Abhandlungen aus dem Gebiete der Zoologie*, I Heft, 1841, pp. 25 et 24.

sont pas; une seule correspond à l'intermaxillaire. En tout soixante-neuf dents à la mâchoire supérieure.

A la mâchoire inférieure, du côté gauche, trente et une dents sont sorties et cinq ne le sont pas. Du côté droit, il y en a trente-deux de sorties et quatre cachées par la muqueuse; en tout trente-six dents de chaque côté.

---

— M. Van Beneden entretient la classe de la découverte, à Dampicourt (Luxembourg), d'un squelette de reptile plésiosaure dont il a pu reproduire et décrire les principales vertèbres, grâce à l'obligeance de notre confrère, M. Vandermaelen, et du directeur du petit séminaire de Bastogne. M. Van Beneden promet de faire connaître, dans une des prochaines séances, le résultat de ses investigations.

---

*Observation relative aux rapports qui unissent le sens de température aux sensations tactiles et douloureuses; par A. F. Spring, associé de l'Académie.*

Il est des faits médicaux dont l'intérêt se rattache à la science pure plutôt qu'à la pratique. C'est par cette raison que je demande la permission de communiquer à la classe des sciences une observation relative à l'altération du sens de température; mais, pour qu'elle soit bien comprise, il est besoin de quelques notions préliminaires.

Le toucher est plus complexe qu'aucun autre sens. Quelques vastes que soient les domaines de la vision et de l'audition, chacun de ces sens, qu'on appelle supérieurs, ne





Car. Mac. Tem. 1866 et n. et. del.

*Dolphinus Eschrichtii*, Vieill.

sont pas  
soixante  
A la  
dents se  
y en a t  
queuse ;

— M.  
à Dampi  
siosaure  
vertèbre  
dermael  
M. Van  
prochain

*Observa*  
*tempe*  
A. F.

Il est  
science  
que je d  
des scien  
de temp  
est beso

Le tou  
que vast  
dition, e

dispose néanmoins que d'une seule forme d'impressions : c'est toujours la lumière pour l'un, c'est toujours le son pour l'autre. Et si les organes olfactif et gustatif se prêtent chacun à plusieurs ordres de sensations, c'est précisément par la raison que, outre les nerfs olfactifs et gustatifs, ils contiennent en même temps des nerfs tactiles.

Le toucher dispose, en propre, de quatre sensations simples : sens de contact, sens de température, douleur et sensation musculaire. Les deux premières siègent exclusivement dans la peau et dans les muqueuses voisines; la troisième peut être excitée partout où il y a des nerfs tactiles, tandis que la quatrième est propre aux muscles.

C'est en mettant en action, instinctivement et rationnellement, les quatre sensations simples ou fondamentales, en pratiquant ce que Gerdy a appelé le toucher *attentif*, que nous acquérons les notions complexes de forme, de poids, de densité, de position, de vibration et de mouvement des corps.

Les quatre sensations simples qui composent le sens du toucher sont-elles radicalement distinctes les unes des autres, ou ne sont-elles que des modifications d'une seule et même activité, des manifestations différentes d'une faculté unique? Telle est la question que les physiologistes ont dû se poser tout d'abord.

Pour ce qui regarde le sens musculaire, la question n'en a pour ainsi dire jamais été une. On a vu contester l'existence de ce sens; mais tous ceux qui l'admettent, et c'est actuellement, pensons-nous, tout le monde, sont bien convaincus qu'il est radicalement différent du sens du contact et du sens de température.

La distinction des sensations douloureuses offre un peu plus de difficultés. On a pensé que la douleur n'était qu'une

sensation exagérée ou morbide, que tout contact, et que le chaud et le froid devenaient nécessairement douloureux, lorsqu'ils agissent avec une intensité et dans des conditions hostiles à l'économie animale.

Cependant, quiconque s'est trouvé sous la main du chirurgien aura ressenti, comme moi, le froid de la lame bien distinct de la douleur déterminée par le bistouri. Ceux qui sont frappés d'un coup d'épée font la même distinction.

Il y a plus : depuis l'emploi général des inhalations d'éther et de chloroforme, il n'est pas rare de rencontrer des individus qui sentent les incisions pratiquées dans leur peau et dans leur chair sans pour cela souffrir aucune douleur.

Enfin, M. Beau (1), en 1848, a consacré une étude intéressante aux cas, se présentant çà et là à l'observation médicale, où la sensation de douleur est abolie spontanément avec conservation des sensations tactiles dans les mêmes points. Toutefois, n'ayant jamais rencontré le fait contraire, c'est-à-dire la suppression du tact avec conservation des sensations douloureuses, M. Beau a laissé subsister encore un certain doute (2), qui a été levé ensuite par M. Landry (3). Ce dernier observateur a non-seulement produit des faits de conservation de la douleur avec aboli-

(1) *Recherches cliniques sur l'anesthésie*. ARCHIVES GÉNÉRALES DE MÉDECINE, 4<sup>e</sup> série, t. XVI.

(2) M. Beau, tout en disant qu'il fallait distinguer en physiologie le sentiment du tact et celui de la douleur (*loc. cit.*, p. 20), croyait encore que l'anesthésie du tact entraîne nécessairement avec elle l'anesthésie de douleur dans les points qu'elle occupe (*ibid.*, p. 19).

(3) *Recherches physiologiques et pathologiques sur les sensations tactiles*. ARCHIVES GÉNÉRALES DE MÉDECINE, 4<sup>me</sup> série, t. XXIX, p. 257, et t. XXX, p. 28 (1852).

tion du tact, mais il a même prouvé que les deux sensations peuvent être altérées à la fois, dans les mêmes points et d'une manière complètement opposée; c'est-à-dire qu'il a vu tantôt le tact exagéré et la douleur supprimée, tantôt la douleur exaltée et le tact aboli. Aussi, devons-nous conclure avec lui (1) que les sensations douloureuses et les sensations tactiles sont essentiellement distinctes et indépendantes les unes des autres.

La distinction a été consacrée dans la terminologie de la manière suivante : le mot *anesthésie* conserve son sens générique; l'abolition de la douleur avec conservation du tact s'appelle *analgésie*; et l'abolition du tact avec conservation de la douleur porte le nom d'*apséphalésie* proposé par Eigenbrodt.

Cependant le tact ainsi dégagé comprend encore deux sensations fondamentales : le sens de contact ou de pression et le sens de température. Lorsque déjà Ch. Bell avait constaté que les muscles sont insensibles à la température et que les variations de cette dernière ne sont senties que par les organes tactiles, E.-H. Weber eut le mérite de démontrer que le sens tactile et le sens de température siègent exclusivement dans la peau et dans les muqueuses dites tactiles. Pourtant il n'a osé attribuer à chacun de ces sens ni un appareil spécial ni une sensibilité spécifique. Sans se prononcer explicitement, le physiologiste de Leipzig a fait entrevoir leur unité virtuelle, surtout dans une expérience dont l'intérêt, en tout cas, est très-grand au point de vue d'une théorie générale du sens de température. Deux corps d'un même poids absolu (cela résulte

---

(1) *Loc. cit.*, t. XXX, p. 59.

de cette expérience) donnent une impression de pesanteur différente lorsqu'ils se trouvent à une température différente; le corps plus froid semble peser plus que le corps plus chaud.

La sensation de température ne serait-elle donc, pour ainsi dire, qu'un effet de la pression moléculaire? La contraction et la dilatation thermiques des tissus seraient-elles perçues par les nerfs tactiles de la même manière que leur compression et leur exonération mécaniques? La sensation de température ne serait-elle, par conséquent, qu'une action plus délicate du tact?

Il n'y a pas de doute, ce que nous appelons sensation de chaud et de froid est un effet composé 1° de l'action directe de la température extérieure sur les nerfs de la peau, et 2° des modifications que les degrés de température produisent nécessairement dans le tissu propre de la peau. *L'habitude*, selon Schiff (1), nous donne seule la faculté de sentir les modifications intimes produites par la chaleur et par le froid, et voilà pourquoi la peau apprécie seule les degrés de température. Exceptionnellement la même habitude, la même expérience, si l'on veut, pourrait être acquise par d'autres tissus, notamment par la muqueuse de l'estomac; sens de la température et sens de contact seraient donc des facultés identiques. Telle est l'opinion vers laquelle inclinent à peu près tous les physiologistes de l'époque, et les pathologistes en sont tellement convaincus, que, lorsqu'ils ont à rechercher si un point de la peau est anesthésié ou non, ils se servent tout bonnement d'une éponge ou d'une compresse trempées dans l'eau chaude.

---

(1) *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. Jahv., 1859, t. I, p. 166.

La communication que j'ai l'honneur de présenter à la classe tend précisément à faire rejeter l'opinion des uns et la pratique des autres.

Le physiologiste anglais Darwin avait déjà cru pouvoir séparer les sensations de chaud et de froid des sensations de tact et de douleur; il s'était appuyé sur des observations faites chez des paralytiques anesthésiés et analgésiés, avec persistance du sentiment de la température. Mais aucun fait semblable n'ayant plus été observé jusqu'à l'époque où M. Landry a publié son mémoire, la distinction proposée par Darwin était tombée dans l'oubli. Le pathologiste français donna de nouveau des observations de sensations de température conservées normales avec altération des sensations tactiles et douloureuses, et de sensations de température modifiées seulement alors que les sensations de tact et de douleur étaient complètement abolies, et il en conclut (1) en principe que les sensations de température étaient essentiellement différentes et indépendantes des sensations de tact et de douleur.

Un fait restait cependant à observer : la conservation du tact avec abolition du sens de température (2). C'est le nôtre.

(1) *Mém. cité*, t. XXX, p. 40.

(2) Je dois cependant ne pas passer sous silence le cas du médecin genevois Vieusseux, signalé d'abord par son compatriote Marcet et reproduit par plusieurs auteurs spéciaux, entre autres, par E.-H. Weber (*R. Wagner Handwoerterbuch der Physiologie*, t. III, 2<sup>me</sup> partie, p. 566). Peut-être est-il du même genre que le nôtre; toutefois, à défaut de la relation originale, je n'ai pu m'en assurer. Le médecin Vieusseux avait perdu la sensibilité générale dans tout le côté droit du corps, tandis que le sens du tact s'y était conservé. Il pouvait encore tâter le pouls à ses malades et en apprécier la fréquence et la force, quoiqu'il n'y sentit aucune douleur

Une dame, âgée de soixante ans environ, et souffrant depuis longtemps d'une hypertrophie excentrique du cœur avec dyspnée, irrégularité du pouls et bronchite incoercible, fut prise tout à coup, mais à la suite d'un refroidissement, de défaillances sans perte complète de connaissance et sans déviation de la langue. A la suite de ces défaillances, toute la moitié droite du corps, y compris la face et le sommet de la tête, devinrent et restèrent absolument insensibles à la température et à la douleur. La malade conserva la liberté de tous les mouvements, et la force musculaire, mesurée au dynamomètre, était même de deux degrés plus élevée au bras analgésié qu'au bras resté sensible. Elle sentait le moindre contact dans tout le côté anesthésié, et elle pouvait avec ses doigts retrouver, les yeux fermés, une épingle tombée à terre. Le plus léger chatouillement lui était sensible. Lorsqu'elle se lavait les mains, elle sentait parfaitement les chocs de l'eau qu'elle déplaçait, mais ne savait nullement apprécier si elle était froide ou chaude. A l'air, en hiver, elle n'avait froid qu'à gauche, et près du feu, elle ne sentait la chaleur que dans la même moitié du corps. La température propre de la peau, mesurée au thermomètre, était normale partout, ou ne différait que d'un degré du membre malade au membre sain. On pouvait la piquer avec des aiguilles, on pouvait

---

lorsqu'on le piquait avec des aiguilles ou lorsqu'on le pinçait avec l'ongle. L'application d'un vésicatoire et un panaris violent, accompagné de fièvre, ne lui donnèrent qu'un sentiment de chaleur, de tension ou de démangeaison. *L'eau chaude lui parut froide, et l'eau froide lui parut chaude.* Il y avait donc, à proprement parler, *perversion* du sens de température et non son *abolition* comme dans notre observation. Mais de même que dans cette dernière, le sens de température avait suivi le sort du sens douleur et non celui du sens contact.



pincer la peau fortement, sans occasionner la moindre douleur. Il n'y avait aucune déviation de la face, mais toutes les nuits il se déclarait une névralgie temporale.

En raison de l'intérêt scientifique qu'offrait cette observation, j'en fis part à mon savant collègue M. Schwann, qui consentit à constater par lui-même les phénomènes. Il vérifia que, sous le rapport du sens du contact et de la sensation de pesanteur, il n'existait dans le membre malade aucun affaiblissement, comparaison faite à l'état normal, ni aucune différence avec le membre resté intact. La main, reposant à plat sur une table et chargée d'un poids de cinq cents grammes à sa face dorsale, distinguait encore une surcharge de deux ou trois grammes. Lorsqu'on lui fit soulever, les yeux fermés, des poids différents liés dans un mouchoir, on ne constatait absolument aucune différence entre le bras sain et le bras analgésié.

Quant à la distinction des points de contact mesurée à l'aide du compas, selon la méthode de Weber, ou ce que j'appellerais volontiers la délicatesse du tact, nous constatâmes que cette faculté était considérablement affaiblie à gauche déjà, mais davantage encore à droite. Au dos de la main gauche, il fallait une ouverture de trois centimètres pour que les deux points donnassent des sensations distinctes, tandis qu'au dos de la main droite, il fallait, à cet effet, ouvrir le compas presque de toute la largeur de la main.

Environ huit jours après la séance que nous avons eue en commun avec M. Schwann, la sensibilité à la douleur revint au bras sous la forme d'un fourmillement très-pénible qui s'étendait jusqu'à l'extrémité des doigts. A partir de ce moment, tout ce que la malade touchait lui parut *chaud*. Quand elle n'en était pas instruite autrement, elle

ne savait pas distinguer l'eau glacée de celle qui était à cinquante degrés de chaleur.

Cet état persista pendant deux mois, au bout desquels la malade succomba à une nouvelle attaque d'apoplexie qui, cette fois, affectait aussi la langue et les organes de la déglutition.

Ainsi, dans le cas dont je viens de faire la relation, le sens de température, au lieu de se relier aux sensations tactiles, avait suivi le sort des sensations douloureuses; il disparaissait et reparaisait, quoique altéré, avec ces dernières. Le sens musculaire était resté parfaitement intact, et le sens du tact n'était amoindri que dans sa faculté localisatrice. La cause qui avait amené ces troubles siégeait évidemment et exclusivement dans les organes centraux du système nerveux.

Tel est le fait qui m'a paru mériter d'être signalé aux observateurs futurs. Son explication ne peut pas encore être tentée. Je comprends fort bien les difficultés qui s'opposent à ce qu'on admette l'existence de fibres nerveuses thermométriques spéciales, comme il y a des fibres optiques, acoustiques, olfactives et gustatives. Mais ce que je ne comprends pas, c'est que l'on déclare avec Vierordt (1) les sens de pression et de température comme *spécifiquement* distincts l'un de l'autre, et qu'on leur refuse en même temps des organes périphériques et des fibres nerveuses distinctes. Il est bien démontré actuellement que tout l'appareil nerveux destiné à la vision, à savoir : le nerf optique, le chiasma, les tractus optiques, les corps quadrijumeaux, etc., ne sont sensibles à la lumière que

---

(1) *Grundriss der Physiologie des Menschen*. Frankfurt S. M., 1860, p. 256.

dans le seul cas où cet agent se porte sur la rétine, quoique ces organes répondent, sous l'unique forme de sensation lumineuse, à toute excitation, qu'elle soit mécanique, chimique, électrique ou organique. La circonstance que, dans notre cas, la faculté localisatrice du tact a été affaiblie en même temps que les sens de température et de douleur ne ferait-elle pas supposer une altération des appareils périphériques coïncidant avec une lésion de la substance grise de la moelle épinière?

*Note sur l'intégration des équations différentielles de la dynamique; par M. Ph. Gilbert, professeur à l'université de Louvain.*

Les équations différentielles de la dynamique ont été ramenées par M. Hamilton (\*) à la forme :

$$(1) \left\{ \begin{array}{l} \frac{dp_1}{dt} = \frac{dH}{dq_1}, \quad \frac{dp_2}{dt} = \frac{dH}{dq_2}, \quad \dots \quad \frac{dp_n}{dt} = \frac{dH}{dq_n}, \\ \frac{dq_1}{dt} = -\frac{dH}{dp_1}, \quad \frac{dq_2}{dt} = -\frac{dH}{dp_2}, \quad \dots \quad \frac{dq_n}{dt} = -\frac{dH}{dp_n}, \end{array} \right.$$

sous laquelle elles jouissent de propriétés remarquables, étudiées spécialement par MM. Poisson, Hamilton, Jacobi, Liouville, Bertrand et Bour. L'une des plus belles, due à Poisson, consiste en ce que, si l'on possède deux intégrales du système (1),

$$\begin{aligned} \varphi(t, q_1, q_2, \dots, q_n, p_1, p_2, \dots, p_n) &= \alpha, \\ \psi(t, q_1, q_2, \dots, q_n, p_1, p_2, \dots, p_n) &= \beta, \end{aligned}$$

---

(\*) Lagrange, *Mécan. analytique*, 5<sup>e</sup> édit., t. I<sup>er</sup>, notes VI et VII, p. 415.  
— Jacobi, *Journal de Crelle*, t. LX, p. 66.

et si l'on adopte la notation suivante :

$$(\varphi, \psi) = \sum_{i=1}^{i=n} \left( \frac{d\varphi}{dq_i} \frac{d\psi}{dp_i} - \frac{d\varphi}{dp_i} \frac{d\psi}{dq_i} \right),$$

l'équation :

$$(\varphi, \psi) = \text{const.}$$

sera une troisième intégrale du système (1), en général (\*). Cette troisième intégrale pouvant, à son tour, en donner de nouvelles à l'aide de la même combinaison, le théorème de Poisson permettrait de tirer, de deux intégrales  $\varphi = \alpha$ ,  $\psi = \beta$ , la solution complète du problème, si malheureusement, dans un grand nombre de cas, la combinaison  $(\varphi, \psi)$  de Poisson ne se réduisait pas *identiquement* à zéro, ou à une constante numérique, ou à une fonction des deux intégrales  $\varphi$ ,  $\psi$ , déjà connues (\*\*), auxquels cas l'équation  $(\varphi, \psi) = \text{const.}$ , se réduit à une simple identité et ne fournit pas une intégrale nouvelle.

Toutefois, dans ces cas d'exception, on peut tirer un parti avantageux des intégrales trouvées pour simplifier le problème de l'intégration, comme cela ressort des travaux de MM. Jacobi et Bour (\*\*), et la liaison intime de toute cette théorie avec celle de l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre donne une importance nouvelle à la recherche des propriétés de la fonction  $(\varphi, \psi)$  de Poisson.

(\*) *Mécan. anal.*, p. 425.

(\*\*) Voir *Mécan. anal.*, p. 424, et un mémoire de M. Bertrand, *Journal de Liouville*, t. XVII, p. 596.

(\*\*\*) Bour, *Mémoire sur l'intégration des équations de la mécanique*, (Savants étrangers de l'Institut de France, t. XIV). — Jacobi, *Nova methodus equat. diff. partiales primi ordinis integrandi*. JOURNAL DE GRELLE, t. LX, p. 1.

Je me propose d'étudier ici ces propriétés et d'établir directement une classification remarquable des intégrales du système (1) au point de vue de la combinaison de Poisson. Partant de là, et de quelques autres propriétés faciles à établir de la fonction  $(\varphi, \psi)$ , j'indique brièvement comment on arrive, par une voie nouvelle et plus rapide, aux résultats bien connus, qui font de cette théorie une des plus avancées du calcul intégral.

Je m'appuierai sur le théorème suivant de Jacobi : *soient*  $\varphi, \psi, \varkappa$  *trois fonctions quelconques de*  $t, q_1, \dots, q_n, p_1, \dots, p_n$ ; *si l'on forme les combinaisons :*

$$(\varphi, \psi), (\varkappa, \varphi), (\psi, \varkappa),$$

*on aura identiquement :*

$$[\varphi, (\psi, \varkappa)] + [\psi, (\varkappa, \varphi)] + [\varkappa, (\varphi, \psi)] = 0.$$

Cette équation se vérifie par de simples différentiations.

J'appelle toujours *intégrales* du système (1) les intégrales de la forme :

$$\varphi(t, q_1, q_2, \dots, q_n, p_1, p_2, \dots, p_n) = \text{const.},$$

ce sont celles-là seulement dont les propriétés sont à examiner ici.

## § 1.

On sait que dans toute intégrale :

$$\varphi(t, q_1, q_2, \dots, q_n, p_1, p_2, \dots, p_n) = \text{const.},$$

du système (1), la fonction  $\varphi$  vérifie l'équation aux différences partielles :

$$\frac{d\varphi}{dt} + \sum_{i=1}^{i=n} \left( \frac{d\mathbb{H}}{dq_i} \frac{d\varphi}{dp_i} - \frac{d\mathbb{H}}{dp_i} \frac{d\varphi}{dq_i} \right) = 0,$$

ou, ce qui revient au même :

$$\frac{d\zeta}{dt} + (\mathbb{H}, \zeta) = 0;$$

et réciproquement, dès qu'une fonction  $\varphi$  des variables  $t, p, q$ , satisfait à cette équation, il suffit de l'égaliser à une constante arbitraire pour avoir une intégrale du problème.

Soient :

$$(2) \quad \zeta_1 = \alpha_1, \quad \zeta_2 = \alpha_2, \dots \dots \dots \zeta_{2n} = \alpha_{2n},$$

les  $2n$  intégrales qui composent la solution complète du système (1),  $\zeta_\lambda$  désignant généralement une fonction de  $t, q_1, q_2, \dots, q_n, p_1, p_2, \dots, p_n$ , et  $\alpha_\lambda$  une constante arbitraire. Toute autre intégrale de même forme :

$$\varpi(t, q_i, p_i) = \gamma,$$

doit rentrer dans les précédentes, c'est-à-dire que  $\varpi$  devra se réduire à une fonction déterminée de  $\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_{2n}$ , sans quoi  $\varpi = \gamma$  serait une  $2n + 1^{\text{ème}}$  intégrale distincte; mais elle peut en être une fonction tout à fait arbitraire, sans cesser de satisfaire aux équations (1), ou, ce qui est la même chose, à l'équation :

$$\frac{d\varpi}{dt} + (\mathbb{H}, \varpi) = 0.$$

Ainsi, toute intégrale du problème est nécessairement comprise dans le type :

$$\varpi(\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_{2n}) = \gamma,$$

et réciproquement, quelle que soit la fonction désignée par  $\varpi$  dans cette équation, elle représente une intégrale du système (1).

Ces principes rappelés, formons la fonction  $(\varphi_1, \varpi)$  de Poisson.

Nous avons :

$$(\varphi_1, \varpi) = \sum_{i=1}^{i=n} \left( \frac{d\varphi_1}{dq_i} \frac{d\varpi}{dp_i} - \frac{d\varphi_1}{dp_i} \frac{d\varpi}{dq_i} \right),$$

ou bien, en considérant  $\varpi$  comme fonction immédiate de  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}$ , et remarquant que  $(\varphi_1, \varphi_1) = 0$ , nous aurons :

$$(5) (\varphi_1, \varpi) = (\varphi_1, \varphi_2) \frac{d\varpi}{d\varphi_2} + (\varphi_1, \varphi_3) \frac{d\varpi}{d\varphi_3} + \dots + (\varphi_1, \varphi_{2n}) \frac{d\varpi}{d\varphi_{2n}}.$$

Mais, d'après le théorème de Poisson,  $(\varphi_1, \varphi_2)$  doit se réduire identiquement à une certaine fonction de  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}$ , puisque l'équation :

$$(\varphi_1, \varphi_2) = \text{const.}$$

serait une intégrale du système (1); il en est de même de  $(\varphi_1, \varphi_3), \dots, (\varphi_1, \varphi_{2n})$  (\*). Posons donc en général :

$$(\varphi_1, \varphi_j) = f_j (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n});$$

d'où :

$$(\varphi_1, \varpi) = f_2 \frac{d\varpi}{d\varphi_2} + f_3 \frac{d\varpi}{d\varphi_3} + \dots + f_{2n} \frac{d\varpi}{d\varphi_{2n}};$$

telle est l'expression de  $(\varphi_1, \varpi)$  au moyen des dérivées partielles de la fonction  $\varpi$  par rapport aux intégrales primitives (2).

Cela posé, pour que la fonction  $(\varphi_1, \varpi)$  se réduise *iden-*

(\*) Ces fonctions pourraient d'ailleurs se réduire à zéro, ou à une constante donnée, sans que cela changeât nos conclusions.

tiquement à zéro, il faut et il suffit que  $\varpi$  (en fonction de  $\varphi_i$ ) satisfasse à l'équation aux dérivées partielles :

$$(4) \quad f_2 \frac{d\varpi}{d\varphi_2} + f_3 \frac{d\varpi}{d\varphi_3} + \dots + f_{2n} \frac{d\varpi}{d\varphi_{2n}} = 0;$$

et l'on sait par la théorie de ces équations que si l'on intègre le système d'équations différentielles ordinaires :

$$\frac{d\varphi_2}{f_2} = \frac{d\varphi_3}{f_3} = \dots = \frac{d\varphi_{2n}}{f_{2n}},$$

$\varphi_1$  y étant considéré comme une constante, et si l'on désigne par :

$$\begin{aligned} \varpi_1(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}) &= \gamma_1, & \varpi_2(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}) &= \gamma_2, \\ \dots \varpi_{2n-2}(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}) &= \gamma_{2n-2}, \end{aligned}$$

les  $2n-2$  intégrales de ce système, résolues par rapport aux constantes arbitraires  $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_{2n-2}$ , les fonctions  $\varpi_1, \varpi_2, \dots, \varpi_{2n-2}$  seront autant d'intégrales de l'équation (4), c'est-à-dire autant de fonctions  $\varpi$  de  $p_i, q_i$ , propres à vérifier la condition

$$(\varphi_1, \varpi) = 0.$$

Ces  $2n-2$  équations sont d'ailleurs, d'après la remarque faite plus haut, autant d'intégrales du système (1).

Si, au contraire, on assujettit l'intégrale  $\varpi = \text{const.}$  à satisfaire identiquement à la condition :

$$(\varphi_1, \varpi) = 1,$$

ou bien :

$$(5) \quad f_2 \frac{d\varpi}{d\varphi_2} + f_3 \frac{d\varpi}{d\varphi_3} + \dots + f_{2n} \frac{d\varpi}{d\varphi_{2n}} = 1,$$



il faudra, comme on sait, intégrer le système d'équations différentielles.

$$\frac{d\varphi_2}{f_2} = \frac{d\varphi_3}{f_3} = \dots = \frac{d\varphi_{2n}}{f_{2n}} = \frac{d\varpi}{1},$$

et toute intégrale de la forme :

$$F(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}, \varpi) = \text{const.}$$

de ce système fournira une valeur de  $\varpi$  en  $\varphi_2, \varphi_3, \dots, \varphi_{2n}$  propre à satisfaire à l'équation aux dérivées partielles (5). Mais on voit de suite que les  $2n-2$ , premières équations de ce système, sont les mêmes que tantôt, et ne renferment pas la variable dépendante  $\varpi$ ; elles admettront donc les mêmes intégrales, et ne fourniront aucune valeur de  $\varpi$ . La dernière équation seule, renfermant  $d\varpi$ , donnera par quadrature une fonction  $\varpi$  des variables  $\varphi_2, \varphi_3, \varphi_{2n}$ , propre à vérifier l'équation (5). En sorte que la solution complète de ces  $2n-1$  équations serait formée des intégrales suivantes :

$$\varpi_1 = \gamma_1, \quad \varpi_2 = \gamma_2, \dots, \quad \varpi_{2n-2} = \gamma_{2n-2}, \quad \varpi = \varpi_{2n-1}(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}),$$

et, d'après ce qui précède, l'équation :

$$\varpi_{2n-1}(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}) = \text{const.} = \gamma_{2n-1}$$

donnera une nouvelle intégrale du système (1), bien distincte des précédentes, puisque la fonction  $\varpi_{2n-1}$  vérifie la condition :

$$(\varphi_1, \varpi_{2n-1}) = 1.$$

Observons actuellement que si l'on substitue à  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}$  leurs valeurs en fonctions de  $t, p_i, q_i$ , dans les fonctions  $\varpi_1, \varpi_2, \dots, \varpi_{2n-1}$ , qui se trouveront alors transfor-

mées en fonctions de  $t, p_i, q_i$ , on obtiendra  $2n$  intégrales du système (1), essentiellement distinctes les unes des autres, savoir :

$$\varphi_1 = \alpha_1, \quad \varpi_1 = \gamma_1, \quad \varpi_2 = \gamma_2, \quad \dots \dots \varpi_{2n-2} = \gamma_{2n-2}, \quad \varpi_{2n-1} = \gamma_{2n-1},$$

qui en formeront par conséquent la solution complète. L'une de ces intégrales satisfera identiquement à la relation :

$$(\varphi_1, \varpi_{2n-1}) = 1;$$

toutes les autres à la relation :

$$(\varphi_1, \varpi) = 0.$$

Or, rien n'empêche de supposer que ces  $2n$  intégrales soient précisément celles que nous avons considérées d'abord, les équations (2), et nous avons ainsi le théorème suivant :

**THÉORÈME I.** — *Étant donnée une intégrale quelconque :*

$$\varphi_1(t, q_i, p_i) = \alpha_1,$$

*du système d'équations (1), il est toujours possible de compléter la solution du problème au moyen de  $2n-1$  autres intégrales :*

$$\varphi_2 = \alpha_2, \quad \varphi_3 = \alpha_3, \quad \dots \dots \varphi_{2n} = \alpha_{2n},$$

*jouissant d'ailleurs de la propriété de satisfaire aux équations :*

$$(\varphi_1, \varphi_2) = 1, \quad (\varphi_1, \varphi_3) = 0, \quad (\varphi_1, \varphi_4) = 0, \quad \dots \quad (\varphi_1, \varphi_{2n}) = 0,$$

*indépendamment de toute relation entre  $t, p_i, q_i$ .*

Nous appellerons avec M. Bertrand *intégrales conjuguées*, deux intégrales entre lesquelles existe la relation :

$$(\varphi_1, \varphi_2) = 1, \text{ et par suite } (\varphi_2, \varphi_1) = -1.$$

Toutes les intégrales du problème seront d'ailleurs, comme on l'a vu, comprises dans la formule :

$$\psi(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}) = \text{const.},$$

$\psi$  désignant une fonction arbitraire.

*Corollaire.* — Avec la signification que nous attribuons maintenant aux intégrales (2), l'équation (5) se réduit à cette relation remarquable :

$$(\varphi_1, \varpi) = \frac{d\varpi}{d\varphi_2}.$$

D'où il suit que, pour qu'une intégrale quelconque  $\varpi = \text{const.}$ , satisfasse à la condition :

$$(\varphi_1, \varpi) = 0,$$

on doit avoir  $\frac{d\varpi}{d\varphi_2} = 0$ , c'est-à-dire que la fonction  $\varpi$ , exprimée au moyen des intégrales  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}$ , ne doit pas renfermer la fonction  $\varphi_2$ . Donc, l'équation :

$$\varpi(\varphi_1, \varphi_3, \varphi_4, \dots, \varphi_{2n}) = \text{const.},$$

$\varpi$  étant arbitraire, est le type général de toutes les intégrales du problème qui vérifient la condition :

$$(\varphi_1, \varpi) = 0.$$

De même, la condition  $(\varphi_1, \varpi) = 1$  entraîne l'équation :

$$\frac{d\varpi}{d\varphi_2} = 1,$$

dont l'intégrale générale est visiblement :

$$\varpi = \varphi_2 + \psi(\varphi_1, \varphi_3, \varphi_4, \dots, \varphi_{2n});$$

$\psi$  désignant une fonction arbitraire. Ainsi, lorsqu'on a trouvé

une intégrale conjuguée de l'intégrale  $\varphi_1 = \alpha_1$ , on obtient toutes les autres en lui ajoutant une fonction arbitraire des intégrales  $\varphi_1, \varphi_3, \varphi_4, \dots, \varphi_{2n}$ , qui complètent la solution et vérifient l'équation :

$$(\varphi_1, \varphi_\lambda) = 0.$$

Les intégrales (2), outre les conditions qui constituent le théorème I<sup>er</sup>, peuvent être supposées satisfaire encore à celles-ci :

$$(\varphi_2, \varphi_3) = 0, \quad (\varphi_2, \varphi_4) = 0, \quad \dots \quad (\varphi_2, \varphi_{2n}) = 0.$$

Pour le démontrer, rappelons que toute intégrale du problème de la forme :

$$\varpi(\varphi_1, \varphi_3, \varphi_4, \dots, \varphi_{2n}) = \text{const.},$$

vérifie la condition  $(\varphi_1, \varpi) = 0$ , et qu'il n'y en a point d'autre. Cherchons donc, parmi ces intégrales  $\varpi$ , celles qui satisferaient aussi à l'équation aux dérivées partielles :

$$(\varphi_2, \varpi) = 0;$$

ou, d'après la formule (5), à l'équation :

$$(6) \quad (\varphi_2, \varphi_1) \frac{d\varpi}{d\varphi_1} + (\varphi_2, \varphi_3) \frac{d\varpi}{d\varphi_3} + \dots + (\varphi_2, \varphi_{2n}) \frac{d\varpi}{d\varphi_{2n}} = 0.$$

On a d'abord :

$$(\varphi_2, \varphi_1) = -1.$$

D'autre part, comme  $\varpi$  ne peut renfermer  $\varphi_2$ , l'équation précédente n'est possible que si les coefficients  $(\varphi_2, \varphi_3), \dots, (\varphi_2, \varphi_{2n})$  sont fonctions de  $\varphi_1, \varphi_3, \varphi_4, \dots, \varphi_{2n}$  seulement. Mais cette condition est satisfaite, car soit  $\varphi_\lambda$  l'une des fonctions

$\varphi_3, \varphi_4, \dots, \varphi_{2n}$  : on a généralement :

$$[\varphi_1, (\varphi_2, \varphi_\lambda)] + [\varphi_2, (\varphi_\lambda, \varphi_1)] + [\varphi_\lambda, (\varphi_1, \varphi_2)] = 0,$$

identiquement. Et comme  $(\varphi_1, \varphi_2)$ ,  $(\varphi_\lambda, \varphi_1)$ , se réduisent identiquement à l'unité et à zéro, cette relation se réduit à :

$$[\varphi_1, (\varphi_2, \varphi_\lambda)] = 0;$$

or, d'après ce qui a été établi plus haut, cela prouve que  $(\varphi_2, \varphi_\lambda)$  ne peut dépendre de  $\varphi_2$ , et est simplement une fonction de  $\varphi_1, \varphi_3, \varphi_4, \dots, \varphi_{2n}$ . Désignons par  $f_\lambda$  cette fonction; on pourra donc intégrer l'équation (6), qui devient :

$$-\frac{d\varpi}{d\varphi_1} + f_3 \frac{d\varpi}{d\varphi_3} + f_4 \frac{d\varpi}{d\varphi_4} + \dots + f_{2n} \frac{d\varpi}{d\varphi_{2n}} = 0.$$

L'intégration de cette équation du premier ordre se ramène à celle du système :

$$\frac{d\varphi_1}{-1} = \frac{d\varphi_3}{f_3} = \frac{d\varphi_4}{f_4} = \dots = \frac{d\varphi_{2n}}{f_{2n}};$$

ce système admet  $2n-2$  intégrales de la forme :

$$\varpi(\varphi_1, \varphi_3, \varphi_4, \dots, \varphi_{2n}) = \text{const.},$$

et dans chacune d'elles la fonction  $\varpi$  est propre à satisfaire identiquement à l'équation (6). Ces  $2n-2$  équations formeront donc  $2n-2$  intégrales du problème, bien distinctes les unes des autres, et qui en outre, après la substitution des valeurs de  $\varphi_1, \varphi_3, \dots$  en fonction de  $t, p, q_i$ , satisfèront aux équations :

$$(\varphi_1, \varpi) = 0, \quad (\varphi_2, \varpi) = 0.$$

D'après cela, rien ne nous empêche de supposer que les

$2n-2$  intégrales  $\zeta_3 = \alpha_3, \zeta_4 = \alpha_4, \dots, \zeta_{2n} = \alpha_{2n}$ , du système (2), soient précisément ces  $2n-2$  intégrales que nous venons de trouver. La solution complète du problème sera donc formée des  $2n$  intégrales (2) :

$$\zeta_1 = \alpha_1, \quad \zeta_2 = \alpha_2, \quad \dots \quad \zeta_{2n} = \alpha_{2n},$$

dans lesquelles les fonctions  $\zeta$  satisfont d'ailleurs aux relations suivantes :

$$(\zeta_1, \zeta_2) = 1, \quad (\zeta_1, \zeta_j) = 0, \quad (\zeta_2, \zeta_j) = 0.$$

— En attribuant aux intégrales (2) cette signification, l'expression de  $(\zeta_2, \varpi)$  se réduit à :

$$(\zeta_2, \varpi) = - \frac{d\varpi}{d\zeta_1};$$

done, en général, pour qu'une intégrale  $\varpi = \text{const.}$ , du problème satisfasse à la condition  $(\zeta_2, \varpi) = 0$ , il faut que  $\varpi$  ne renferme pas  $\zeta_1$ ; et par conséquent, l'équation :

$$\varpi(\zeta_3, \zeta_4, \dots, \zeta_{2n}) = \text{const.},$$

contient toutes les intégrales du système (1) qui vérifient en outre les conditions :

$$(\zeta_1, \varpi) = 0, \quad (\zeta_2, \varpi) = 0,$$

$\varpi$  étant d'ailleurs une fonction quelconque de  $\zeta_3, \zeta_4, \dots, \zeta_{2n}$ .

Considérons maintenant l'expression  $(\zeta_3, \varpi)$ , dans laquelle nous supposons  $\varpi$  indépendant de  $\zeta_1, \zeta_2$ . En raisonnant comme dans le premier cas, on a :

$$(\zeta_3, \varpi) = (\zeta_3, \zeta_4) \frac{d\varpi}{d\zeta_4} + (\zeta_3, \zeta_5) \frac{d\varpi}{d\zeta_5} + \dots + (\zeta_3, \zeta_{2n}) \frac{d\varpi}{d\zeta_{2n}}.$$

On démontre sans peine, comme ci-dessus, que les coefficients  $(\zeta_3, \zeta_4)$ ,  $(\zeta_3, \varrho_3)$ , . . . ne peuvent dépendre ni de  $\zeta_1$ , ni de  $\zeta_2$ ; il est donc possible de déterminer une fonction  $\varpi$  de  $\zeta_3, \zeta_4, \dots, \zeta_{2n}$ , qui satisfasse à l'équation :

$$(\zeta_3, \varpi) = 0.$$

L'équation aux dérivées partielles se ramène au système :

$$\frac{d\zeta_4}{(\zeta_3, \zeta_4)} = \frac{d\zeta_5}{(\varrho_3, \zeta_5)} = \dots = \frac{d\zeta_{2n}}{(\zeta_3, \zeta_{2n})}$$

lequel admet  $2n-4$  intégrales distinctes, de la forme :

$$\varpi(\zeta_3, \zeta_4, \dots, \zeta_{2n}) = \text{const.},$$

qui seront évidemment, d'après ce qu'on a vu, des intégrales du système (I), et dans lesquelles la fonction  $\varpi$  vérifiera maintenant les trois conditions :

$$(\zeta_1, \varpi) = 0, \quad (\zeta_2, \varpi) = 0, \quad (\zeta_3, \varpi) = 0,$$

quels que soient  $t, p_i, q_i$ .

Au contraire, en posant :

$$(\zeta_3, \varpi) = 1,$$

on aurait trouvé pour  $\varpi$  une fonction des mêmes quantités  $\zeta_3, \zeta_4, \dots, \zeta_{2n}$ , propre à satisfaire à cette équation : en l'égalant à une constante, on aura donc une nouvelle intégrale du problème, qui remplira encore les conditions :

$$(\zeta_1, \varpi) = 0, \quad (\zeta_2, \varpi) = 0,$$

mais dont la combinaison avec  $\zeta_3$  donnera :

$$(\zeta_3, \varpi) = 1.$$

Ce sera une intégrale conjuguée de  $\varphi_3$ , et en la joignant aux  $2n-4$  trouvées ci-dessus, puis remplaçant dans ces  $2n-5$  intégrales du problème  $\varphi_3, \varphi_4, \dots, \varphi_{2n}$ , par leurs valeurs en  $p_i, q_i, t$ , nous obtiendrons  $2n-5$  intégrales du système (1), bien distinctes les unes des autres, et formant avec les trois premières :

$$\varphi_1 = \alpha_1, \quad \varphi_2 = \alpha_2, \quad \varphi_3 = \alpha_3,$$

la solution complète de ce système (1). Rien n'empêche donc de supposer que, dans le système (2), les intégrales  $\varphi_4 = \alpha_4, \varphi_5 = \alpha_5, \dots, \varphi_{2n} = \alpha_{2n}$  soient précisément ces  $2n-5$  intégrales, et d'admettre, par conséquent, que les  $2n$  intégrales,  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{2n}$  qui forment la solution complète, vérifient les conditions suivantes :

$$\begin{aligned} (\varphi_1, \varphi_2) &= 1, (\varphi_1, \varphi_3) = 0, (\varphi_1, \varphi_4) = 0, \dots \dots \dots (\varphi_1, \varphi_{2n}) = 0, \\ (\varphi_2, \varphi_3) &= 0, (\varphi_2, \varphi_4) = 0, \dots \dots \dots (\varphi_2, \varphi_{2n}) = 0, \\ (\varphi_3, \varphi_4) &= 1, (\varphi_3, \varphi_5) = 0, (\varphi_3, \varphi_{2n}) = 0. \end{aligned}$$

On démontrerait ensuite, par une marche analogue, que l'on peut encore choisir les fonctions  $\varphi_5, \varphi_6, \dots, \varphi_{2n}$ , de manière à satisfaire aux relations :

$$(\varphi_4, \varphi_5) = 0, \quad (\varphi_4, \varphi_6) = 0, \dots \dots (\varphi_4, \varphi_{2n}) = 0.$$

Les intégrales (2) étant supposées remplir toutes les conditions précédentes, on considérera actuellement l'expression :

$$(\varphi_5, \varpi),$$

$\varpi$  désignant une fonction de  $\varphi_5, \varphi_6, \dots, \varphi_{2n}$  seulement, qui, par conséquent, égale à une constante, donnerait une intégrale du problème, vérifiant d'ailleurs les conditions :

$$(\varphi_1, \varpi) = 0, \quad (\varphi_2, \varpi) = 0, \quad (\varphi_3, \varpi) = 0, \quad (\varphi_4, \varpi) = 0.$$



Puis on démontrera, en raisonnant comme ci-dessus, que le système (1) admet  $2n-6$  intégrales de la forme  $\varpi = \text{const.}$ , où la fonction  $\varpi$  satisfait à l'identité :

$$(\gamma_3, \varpi) = 0,$$

et une intégrale où la fonction  $\varpi$  donne  $(\gamma_3, \varpi) = 1$ ; et continuant ainsi, il est clair que l'on établira ce théorème général :

**THÉORÈME II.** — *Étant donnée une intégrale quelconque :*

$$\gamma_1(t, q_1, \dots, q_n, p_1, \dots, p_n) = \alpha_1,$$

*du système d'équations différentielles (1), il est toujours possible de former la solution complète du problème au moyen de  $2n$  intégrales :*

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= \alpha_1, & \gamma_3 &= \alpha_3 & \dots & \gamma_{2n-1} &= \alpha_{2n-1}, \\ \gamma_2 &= \alpha_2, & \gamma_4 &= \alpha_4, & \dots & \gamma_{2n} &= \alpha_{2n}, \end{aligned}$$

*qui soient telles, que les fonctions  $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_{2n}$  vérifient identiquement les équations suivantes :*

$$\begin{aligned} (\gamma_{2k-1}, \gamma_{2k'-1}) &= 0, & (\gamma_{2k}, \gamma_{2k'}) &= 0, & (\gamma_{2k-1}, \gamma_{2k'}) &= 0, \\ (\gamma_{2k-1}, \gamma_{2k}) &= 1 \end{aligned}$$

$k, k'$  étant l'un des nombres  $1, 2, \dots, n$ . Les  $2n$  intégrales seront ainsi conjuguées deux à deux. Elles forment ce que l'on peut appeler un système canonique.

Cette proposition renferme les théorèmes auxquels M. Bour (\*) et Jacobi (\*\*) sont parvenus, comme conséquences de leur méthode d'intégration.

(\*) Mémoire cité, t. XIV des *Mémoires des savants étrangers*, p. 800.

(\*\*) *Journal de Crelle*, t. LX, p. 58.

Remarquons en effet que le système (1) admet une intégrale à vue :

$$H = \text{const.},$$

qui n'est autre que l'intégrale des forces vives et qui ne renferme pas le temps explicitement. On peut la choisir pour l'intégrale  $\varphi_1 = \alpha_1$ , et comme, en vertu de l'équation :

$$\frac{d\varphi}{dt} + (H, \varphi) = 0,$$

toute intégrale du problème qui vérifie identiquement la condition :  $(H, \varphi) = 0$ , satisfait à celle-ci :

$$\frac{d\varphi}{dt} = 0,$$

on voit que les  $2n - 2$  intégrales  $\varphi_3 = \alpha_3, \varphi_4 = \alpha_4, \dots$  qui, jointes à l'intégrale  $H = \alpha$ , et à sa conjuguée, complètent la solution, *ne renfermeront pas le temps explicitement.*

Quant à la conjuguée  $\varphi_2 = \alpha_2$  de l'intégrale des forces vives, l'équation :

$$(H, \varphi_2) = 1,$$

entraîne celle-ci :

$$\frac{d\varphi_2}{dt} = -1,$$

d'où :

$$\varphi_2 = -t + f(q_1, q_2, \dots, q_n, p_1, p_2, \dots, p_n),$$

la fonction  $f$  ne renfermant plus le temps explicitement, et vérifiant d'ailleurs la condition  $(H, f) = 1$ . La conjuguée de l'intégrale des forces vives sera donc de la forme :

$$f(q_i, p_i) = t + \alpha_2.$$

Ces remarques suffisent pour établir le théorème de Jacobi, ainsi que le théorème pris par M. Bour comme base de son travail sur le sujet qui nous occupe (\*).

## § 2.

La fonction de Poisson jouit de deux propriétés qui permettent d'utiliser d'une manière remarquable les intégrales déjà connues, pour avancer la solution du problème.

Soient  $\varphi$ ,  $\varphi'$ , deux fonctions quelconques des variables  $q_1, q_2, \dots, q_n, p_1, p_2, \dots, p_n$ , en sorte que l'on puisse en former la combinaison  $(\varphi, \varphi')$ . Supposons d'ailleurs connues  $m$  intégrales du système (1), savoir :

$$\varphi_\lambda = \alpha_\lambda, \quad \varphi_{\lambda'} = \alpha_{\lambda'}, \dots;$$

et de ces  $m$  équations, tirons les valeurs de  $m$  quelconques d'entre les variables  $p_i$ , en fonction des autres, des variables  $q_1, q_2, \dots, q_n$ , et des constantes arbitraires  $\alpha_\lambda, \alpha_{\lambda'}, \dots$ ; puis portons ces valeurs dans nos fonctions  $\varphi$  et  $\varphi'$ , qui renfermeront alors  $m$  variables  $p$  de moins qu'auparavant. Nous désignerons par  $\overset{m}{\varphi}$ ,  $\overset{m}{\varphi}'$ , les fonctions  $\varphi$  et  $\varphi'$  ainsi transformées, et formant la fonction :

$$(\overset{m}{\varphi}, \overset{m}{\varphi}') = \sum_{i=1}^{i=n} \left( \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dq_i} \frac{d\overset{m}{\varphi}'}{dp_i} - \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dp_i} \frac{d\overset{m}{\varphi}'}{dq_i} \right),$$

elle aura  $2m$  termes de moins que  $(\varphi, \varphi')$ . Cherchons la relation entre  $(\varphi, \varphi')$  et  $(\overset{m}{\varphi}, \overset{m}{\varphi}')$ .

(\*) Mémoire cité, p. 793. — Ce théorème est signalé comme renfermé dans le travail de M. Bertrand (note VII de la *Méc. anal.* de Lagrange), mais il m'a été impossible de l'y découvrir, et c'est en en cherchant la démonstration que je suis arrivé aux résultats qui précèdent.

Or, si dans les fonctions  $\overset{m}{\varphi}$ ,  $\overset{m'}{\varphi}$ , on remplaçait les constantes  $\alpha_\lambda$ ,  $\alpha_{\lambda'}$ , ... par les fonctions  $\varphi_\lambda$ ,  $\varphi_{\lambda'}$ , ... qui leur sont égales en vertu des intégrales trouvées, on introduirait de nouveau les variables  $p$  éliminées et l'on reproduirait identiquement les fonctions primitives  $\varphi$  et  $\varphi'$ . D'où il suit que l'on a évidemment :

$$\frac{d\varphi}{dq_i} = \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dq_i} + \frac{d\overset{m}{\varphi}}{d\alpha_\lambda} \frac{d\varphi_\lambda}{dq_i} + \frac{d\overset{m}{\varphi}}{d\alpha_{\lambda'}} \frac{d\varphi_{\lambda'}}{dq_i} + \dots$$

et par suite :

$$\frac{d\overset{m}{\varphi}}{dq_i} = \frac{d\varphi}{dq_i} - \frac{d\overset{m}{\varphi}}{d\alpha_\lambda} \frac{d\varphi_\lambda}{dq_i} - \frac{d\overset{m}{\varphi}}{d\alpha_{\lambda'}} \frac{d\varphi_{\lambda'}}{dq_i} - \dots;$$

on trouverait de même :

$$\frac{d\overset{m'}{\varphi}}{dp_i} = \frac{d\varphi'}{dp_i} - \frac{d\overset{m'}{\varphi}}{d\alpha_\lambda} \frac{d\varphi_\lambda}{dp_i} - \frac{d\overset{m'}{\varphi}}{d\alpha_{\lambda'}} \frac{d\varphi_{\lambda'}}{dp_i} - \dots,$$

et ainsi de suite. En substituant ces valeurs dans l'expression de  $(\overset{m}{\varphi}, \overset{m'}{\varphi})$ , et observant que  $(\varphi_\lambda, \varphi_\lambda) = 0$ , on aura sans peine :

$$\begin{aligned} (\overset{m}{\varphi}, \overset{m'}{\varphi}) &= (\varphi, \varphi') - \frac{d\overset{m}{\varphi}}{d\alpha_\lambda} (\varphi_\lambda, \varphi') - \frac{d\overset{m}{\varphi}}{d\alpha_{\lambda'}} (\varphi_{\lambda'}, \varphi') - \dots \\ &\quad - \frac{d\overset{m'}{\varphi}}{d\alpha_\lambda} (\varphi, \varphi_\lambda) - \frac{d\overset{m'}{\varphi}}{d\alpha_{\lambda'}} (\varphi, \varphi_{\lambda'}) - \dots \\ &\quad + \left( \frac{d\overset{m}{\varphi}}{d\alpha_\lambda} \frac{d\overset{m'}{\varphi}}{d\alpha_{\lambda'}} - \frac{d\overset{m}{\varphi}}{d\alpha_{\lambda'}} \frac{d\overset{m'}{\varphi}}{d\alpha_\lambda} \right) (\varphi_\lambda, \varphi_{\lambda'}) + \dots, \end{aligned}$$

équation que l'on écrira plus simplement en désignant par  $\sum_\lambda$  une somme de termes semblables qui s'étend à toutes

les valeurs de  $\gamma$ , et par  $\sum_{\lambda, \lambda'}$ , une somme de termes qui s'étend à toutes les combinaisons deux à deux de  $\lambda, \lambda', \dots$ .  
Il vient alors :

$$(7) \left\{ \begin{aligned} (\overset{m}{\varphi}, \overset{m}{\varphi}') &= (\gamma, \gamma') - \sum_{\gamma} \left[ \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dz_{\gamma}} (\gamma, \gamma') + \frac{d\overset{m}{\varphi'}}{dz_{\lambda}} (\gamma, \gamma_{\lambda'}) \right] \\ &+ \sum_{\lambda, \lambda'} \left( \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dz_{\lambda}} \frac{d\overset{m}{\varphi'}}{dz_{\lambda'}} - \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dz_{\lambda'}} \frac{d\overset{m}{\varphi'}}{dz_{\lambda}} \right) (\gamma_{\lambda}, \gamma_{\lambda'}) \end{aligned} \right.$$

— Supposons en outre, au lieu que la fonction  $\varphi$  soit quelconque, que l'équation  $\varphi = \alpha$  et par suite  $\overset{m}{\varphi} = \alpha$ , soit une  $m + 1^{\text{ème}}$  intégrale du problème; et qu'au moyen de cette intégrale on élimine une variable  $p$  de plus dans la fonction  $\overset{m}{\varphi}$ , formant ainsi la fonction  $\overset{m+1}{\varphi}$ . On aura visiblement

$$\frac{d\overset{m+1}{\varphi}}{dq_i} = \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dq_i} - \frac{d\overset{m+1}{\varphi}}{dz} \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dq_i}, \quad \frac{d\overset{m+1}{\varphi}}{dp_i} = \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dp_i} - \frac{d\overset{m+1}{\varphi}}{dz} \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dp_i};$$

d'où substituant :

$$\begin{aligned} (\overset{m}{\varphi}, \overset{m+1}{\varphi}') &= \sum_{i=1}^{i=n} \left( \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dq_i} \frac{d\overset{m+1}{\varphi}'}{dp_i} - \frac{d\overset{m}{\varphi}}{dp_i} \frac{d\overset{m+1}{\varphi}'}{dq_i} \right) \\ &= (\overset{m}{\varphi}, \overset{m}{\varphi}') - \frac{d\overset{m+1}{\varphi}'}{dz} (\overset{m}{\varphi}, \overset{m}{\varphi}), \end{aligned}$$

et comme ce dernier terme est nul :

$$(8) \quad (\overset{m}{\varphi}, \overset{m+1}{\varphi}') = (\overset{m}{\varphi}, \overset{m}{\varphi}').$$

Il résulte des relations (7) et (8) cette conséquence notable que si les intégrales  $\gamma_{\lambda} = \alpha_{\lambda}$ ,  $\gamma_{\lambda'} = \alpha_{\lambda'}$ ,  $\dots$  satisfont aux conditions :

$$(\gamma_{\lambda}, \gamma') = 0, \quad (\gamma, \gamma_{\lambda}) = 0, \quad (\gamma_{\lambda}, \gamma_{\lambda'}) = 0, \quad \text{etc.,} \dots$$

on aura simplement :

$$(\varphi, \varphi^{m+1}) = (\varphi, \varphi').$$

Il nous reste à montrer brièvement comment ces propriétés de la fonction  $(\varphi, \varphi')$ , jointes aux théorèmes établis dans le 1<sup>er</sup> paragraphe, conduisent immédiatement aux belles propriétés connues que présente l'intégration du système (1) (\*).

I. — Supposons, comme première application, que l'on ait obtenu la moitié des intégrales formant un système canonique :

$$\varphi_1 = \alpha_1, \quad \varphi_3 = \alpha_3, \quad \dots \dots \varphi_{2n-1} = \alpha_{2n-1},$$

satisfaisant toutes à la relation  $(\varphi_\lambda, \varphi_{\lambda'}) = 0$ , et qu'il s'agisse de trouver les  $n$  intégrales qui complètent la solution du problème, et qui sont respectivement conjuguées aux précédentes :

$$\varphi_2 = \alpha_2, \quad \varphi_4 = \alpha_4, \quad \dots \dots \varphi_{2n} = \alpha_{2n}.$$

On a, pour  $k = 1, 2, 3, \dots n$  :

$$(\varphi_{2k-1}, \varphi_{2k}) = 1,$$

et au moyen des  $n - 1$  intégrales déjà trouvées (en laissant de côté  $\varphi_{2k-1} = \alpha_{2k-1}$ ), on éliminera les variables  $p$ , sauf l'une d'elles  $p_\lambda$ , des fonctions  $\varphi_{2k-1}, \varphi_{2k}$ ; et l'équation (7) donnera :

$$\left( \varphi_{2k-1}^{n-1}, \varphi_{2k}^{n-1} \right) = (\varphi_{2k-1}, \varphi_{2k}) = 1.$$

---

(\*) En particulier, on en déduit immédiatement les diverses équations obtenues par M. Bour, dans le mémoire cité plus haut.

Puis, tirant  $p_\lambda$  de la  $n^{i\text{ème}}$  intégrale  $\dot{\gamma}_{2\lambda-1}^{n-1} = \alpha_{2\lambda-1}$ , et supposant sa valeur substituée dans  $\dot{\gamma}_{2\lambda}^{n-1}$ , l'équation (8) donnera :

$$\left( \dot{\gamma}_{2\lambda-1}^{n-1}, \dot{\gamma}_{2\lambda}^n \right) = 1.$$

équation qui se réduit visiblement à :

$$-\frac{d\dot{\gamma}_{2\lambda-1}^{n-1}}{dp_\lambda} \frac{d\dot{\gamma}_{2\lambda}^n}{dq_\lambda} = 1.$$

Mais l'équation qui fournit  $p_\lambda$  étant  $\dot{\gamma}_{2\lambda-1}^{n-1} = \alpha_{2\lambda-1}$ , on a évidemment :

$$\frac{d\dot{\gamma}_{2\lambda-1}^{n-1}}{dp_\lambda} \cdot \frac{dp_\lambda}{d\alpha_{2\lambda-1}} = 1,$$

d'où l'équation précédente se réduit à :

$$(9) \quad \frac{d\dot{\gamma}_{2\lambda}^n}{dq_\lambda} = -\frac{dp_\lambda}{d\alpha_{2\lambda-1}}$$

Cette équation s'applique à chacune des fonctions  $\dot{\gamma}_2, \dot{\gamma}_4, \dots, \dot{\gamma}_{2n}$ , lesquelles sont censées maintenant ne plus renfermer que les variables  $q_1, q_2, \dots, q_n$ ; et comme  $\lambda = 1, 2, 3, \dots, n$ ; que les  $p_\lambda$  sont connus ainsi que leurs dérivées partielles en  $\alpha_1, \alpha_3, \dots$ , l'équation (9) fera connaître les dérivées partielles de  $\dot{\gamma}_2, \dot{\gamma}_4, \dots$  en  $q_1, q_2, \dots, q_n$ . Il suit de là que si l'intégrale  $\dot{\gamma}_1 = \alpha_1$  est celle des forces vives, on a :

$$H = \dot{\gamma}_1 = \alpha_1,$$

toutes les intégrales  $\dot{\gamma}_3, \dot{\gamma}_5, \dots, \dot{\gamma}_{2n}$  sont indépendantes du temps,  $\dot{\gamma}_2$  est de la forme  $-t + f(p_i, q_i)$ , et la solution

est ramenée à des quadratures, puisque l'on a par l'équation (9) :

$$\varphi_{2l}^n = - \int \left( \frac{dp_1}{dz_{2k-1}} dq_1 + \frac{dp_2}{dz_{2l-1}} dq_2 + \dots + \frac{dp_n}{dz_{2l-1}} dq_n \right).$$

$k = 2, 3, \dots, n$ . Pour  $k = 1$ , il faut ajouter  $-t$  au second membre. Nous retrouvons ainsi le théorème connu de Jacobi.

II. — Lorsque l'on ne connaît pas  $n$  intégrales faisant partie du système canonique dont  $\mathbb{H} = \alpha_1$  est la première intégrale, on ne peut plus compléter la solution par quadratures, mais il est remarquable que chaque intégrale connue fait disparaître deux termes de l'équation aux dérivées partielles qui détermine les intégrales complémentaires.

Admettons, par exemple, que l'on connaisse  $k$  intégrales :

$$\varphi_1 = \mathbb{H} = \alpha_1, \quad \varphi_3 = \alpha_3, \quad \dots, \quad \varphi_{2k-1} = \alpha_{2k-1},$$

remplissant toutes la condition  $(\varphi_\lambda, \varphi_{\lambda'}) = 0$ ; concevons qu'à l'aide de ces  $k$  intégrales connues, on élimine  $p_n, p_{n-1}, \dots, p_{n-k+1}$ , d'une fonction inconnue  $\varphi$  qui vérifie l'équation  $(\mathbb{H}, \varphi) = 0$ ; éliminons aussi ces variables, sauf l'une d'elles  $p_\lambda$ , de  $\mathbb{H}$ , et formons la fonction  $(\mathbb{H}^{k-1}, \varphi)^k$ . D'après les équations (7) et (8), si  $\varphi$  désigne l'une des fonctions  $\varphi_{2k+1}, \varphi_{2k+2}, \dots, \varphi_{2n}$  on aura :

$$(\mathbb{H}^{k-1}, \varphi)^k = 0.$$

Mais cette équation se réduit à :

$$-\frac{d\mathbb{H}^{k-1}}{dp_\lambda} \frac{d\varphi^k}{dq_\lambda} + \sum_{i=1}^{i=n-k} \left( \frac{d\mathbb{H}^{k-1}}{dq_i} \frac{d\varphi^k}{dp_i} - \frac{d\mathbb{H}^{k-1}}{dp_i} \frac{d\varphi^k}{dq_i} \right) = 0,$$



ou bien, comme la variable  $p_j$  s'exprime au moyen de l'équation  $\Pi = \alpha_1$ , en fonction de  $q_1, q_2, \dots, q_n, p_1, p_2, \dots, p_{n-k}$ , cette équation divisée par  $-\frac{d\Pi}{dp_j}$  devient :

$$(10) \quad \frac{d^k \varphi}{dq_j} + \sum_{i=1}^{i=n-k} \left( \frac{dp_i}{dq_i} \frac{d^k \varphi}{dp_i} - \frac{dp_j}{dp_i} \frac{d^k \varphi}{dq_i} \right) = 0.$$

Cette équation, évidemment, renferme deux dérivées partielles de moins de la fonction  $\varphi$ , pour chaque unité dont le nombre  $k$  des intégrales connues augmente. Elle est satisfaite en prenant pour  $\varphi$  chacune des intégrales :

$$\begin{aligned} \varphi_{2k+1} &= \alpha_{2k+1}, \dots, \varphi_{2n-1} = \alpha_{2n-1}, \\ \varphi_{2k+2} &= \alpha_{2k+2}, \dots, \varphi_{2n} = \alpha_{2n}, \end{aligned}$$

du système canonique; et ces  $(2n - 2k)$  fonctions en forment l'intégrale complète; et comme  $\lambda$  y désigne l'un quelconque des nombres  $n, n - 1, \dots, n - k + 1$ , elle représente en réalité  $k$  équations distinctes aux dérivées partielles qui admettent ces  $2n - 2k$  intégrales communes. Ce système (10) jouit de belles propriétés, connues par les travaux de MM. Bour et Jacobi; on sait que toute fonction  $\psi(q_1, q_2, \dots, q_n, p_1, p_2, \dots, p_{n-k})$  qui satisfait aux  $k$  équations (10) fournit une intégrale  $\psi = \text{const.}$ , du système (1), et que si elle vérifie seulement l'une d'elles, par exemple :

$$\frac{d^k \varphi}{dq_i} + \sum_{i=1}^{i=n-k} \left( \frac{dp_1}{dq_i} \frac{d^k \varphi}{dp_1} - \frac{dp_1}{dp_i} \frac{d^k \varphi}{dq_i} \right) = 0,$$

les résultats de sa substitution dans les premiers membres de chacune des autres seront de nouvelles intégrales de la première, etc., etc...

III. — Lorsque les intégrales trouvées, appartenant au système canonique qui a pour première intégrale  $\mathbf{H} = \alpha_1$ , sont conjuguées deux à deux, il n'est plus possible évidemment d'en tirer le même parti pour l'abaissement de l'équation  $(\mathbf{H}, \varphi) = 0$ ; toutefois, elles jouissent d'une propriété remarquable, que l'on pourra utiliser pour changer les variables indépendantes de cette équation.

Soient :

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= a_1, & \varphi_2 &= a_2, & \dots & \varphi_k &= a_k, \\ \psi_1 &= b_1, & \psi_2 &= b_2, & \dots & \psi_k &= b_k, \end{aligned}$$

$2k$  intégrales des équations (1), conjuguées deux à deux et faisant partie du système canonique de  $\mathbf{H}$ , de sorte que l'on a :

$$(\mathbf{H}, \varphi_i) = 0, \quad (\mathbf{H}, \psi_i) = 0, \quad (\varphi_i, \psi_i) = 1.$$

Soit d'ailleurs  $\varphi = \text{const.}$ , une autre intégrale du même système, et concevons qu'au moyen des  $2k$  intégrales ci-dessus, l'on élimine  $p_n, p_{n-1}; \dots p_{n-2k+1}$ , et que l'on forme la fonction  $(\mathbf{H}, \varphi)$ . L'équation (7) se réduira ici à :

$$(\mathbf{H}, \varphi) = \sum_{\lambda=1}^{\lambda=k} \left( \frac{d\mathbf{H}}{da_\lambda} \frac{d\varphi}{db_\lambda} - \frac{d\mathbf{H}}{db_\lambda} \frac{d\varphi}{dq_\lambda} \right),$$

$(\mathbf{H}, \varphi)$  étant nul (si  $\varphi = \text{const.}$  n'est pas la conjuguée de  $\mathbf{H} = \alpha_1$ ). Et comme  $p_n, p_{n-1}, \dots p_{n-k+1}$ , manquent dans  $(\mathbf{H}, \varphi)$ , l'équation se réduit à :

$$(11) \sum_{i=1}^{i=n-2k} \left( \frac{d\mathbf{H}}{dq_i} \frac{d\varphi}{dp_i} - \frac{d\mathbf{H}}{dp_i} \frac{d\varphi}{dq_i} \right) + \sum_{\lambda=1}^{\lambda=k} \left( \frac{d\mathbf{H}}{db_\lambda} \frac{d\varphi}{da_\lambda} - \frac{d\mathbf{H}}{da_\lambda} \frac{d\varphi}{db_\lambda} \right) = 0,$$

Cette équation renferme encore  $2n - 2k$  dérivées de la

fonction inconnue  $\frac{2k}{\varphi}$ ; elle n'est donc pas d'un ordre moindre que si l'on avait employé seulement les  $k$  intégrales :

$$\varphi_1 = a_1, \quad \varphi_2 = a_2, \quad \dots \quad \varphi_k = a_k,$$

et éliminé simplement  $p_n, p_{n-1}, \dots, p_{n-k+1}$ ; mais on a changé de variables indépendantes; les  $a_\lambda, b_\lambda$ , jouent le même rôle que les  $p_i, q_i$ , précédemment, et, ce qui est remarquable, c'est que l'équation aux dérivées partielles a gardé la forme *canonique* qui jouit de propriétés si remarquables, le théorème de Poisson s'y applique, etc., etc...

Si, par exemple, on suppose que  $n$  étant pair,  $k$  soit égal à  $\frac{n}{2}$ ,  $\overset{n}{\mathbb{H}}$  et  $\overset{n}{\varphi}$  seront entièrement débarrassés des variables  $p_i$ , l'équation (11) se réduira à :

$$\sum_{\lambda=1}^{\frac{n}{2}} \left( \frac{d\overset{n}{\mathbb{H}}}{db_\lambda} \frac{d\overset{n}{\varphi}}{da_\lambda} - \frac{d\overset{n}{\mathbb{H}}}{da_\lambda} \frac{d\overset{n}{\varphi}}{db_\lambda} \right) = 0,$$

et la fonction  $\overset{n}{\varphi}$ , qui ne renferme plus  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , sera déterminée en fonction de  $a_\lambda, b_\lambda$ , par une équation aux dérivées partielles à  $n$  termes.

—

*Recherches sur les benzines, nitrobenzines et anilines destinées à la fabrication des couleurs; par M. Constantin Krouber, de Saint-Petersbourg, étudiant à l'université de Gand.*

En m'occupant, dans le laboratoire de chimie appliquée de l'université de Gand, de la préparation de quelques couleurs d'aniline, je suis arrivé à constater, ce qui était déjà connu du reste, que les anilines du commerce diffè-

rent notablement entre elles et qu'en suivant les mêmes procédés de virage, tel échantillon donne un rendement considérable et tel autre ne fournit que des quantités minimes de couleur.

Pour me rendre compte des différences qui existent dans la valeur de ces produits, j'ai entrepris, sous la direction bienveillante de M. le professeur Donny, quelques recherches sur les propriétés des diverses anilines que peuvent fournir les huiles légères de goudron de houille.

A cet effet, je me suis procuré de l'huile légère de goudron purifiée par l'acide sulfurique et le carbonate de soude, par des lavages à l'eau et des distillations répétées. Ce produit est connu dans le commerce sous le nom de *naphte* ou de *benzine rectifiée* : il est formé par un mélange d'un grand nombre d'hydrocarbures liquides, tels que la benzine, le toluène, le xylène, le cumène : c'est à l'aide de ce produit que j'ai effectué toutes mes recherches que je vais décrire sommairement.

Je me suis occupé d'abord à séparer par des distillations fractionnées les hydrocarbures ayant des points d'ébullition différents. J'ai opéré le fractionnement de cinq en cinq degrés, et j'ai aussi déterminé très-soigneusement les densités des produits obtenus.

Je me suis également procuré un échantillon de benzine réelle ou cristallisable à  $+ 4^{\circ}$ , mais extraite du goudron, en soumettant à des cristallisations successives le produit solide que l'on obtient en refroidissant l'hydrocarbure qui bout entre  $80$  et  $85^{\circ}$ .

Ayant ainsi à ma disposition onze espèces d'hydrocarbures différents, je les ai transformés en produits nitrés connus dans le commerce sous le nom de *mirbane* ou même de *nitrobenzine*. J'ai suivi pour cela le procédé ordinaire,

qui consiste à verser goutte à goutte la benzine ou l'hydrocarbure dans l'acide nitrique monohydraté, préalablement chauffé et contenu dans une cornue de verre munie d'un récipient bien refroidi, afin de condenser les produits liquides entraînés pendant la réaction, qui est toujours très-vive. J'ai remarqué que cette réaction s'opère plus tôt et qu'elle est plus violente encore pour les benzines dont le point d'ébullition est bas que pour celles qui commencent à bouillir à des degrés élevés. La réaction étant terminée, on lave le produit d'abord à l'eau pure, puis à l'eau chargée de carbonate de potasse, et enfin une seconde fois à l'eau pure. Il suffit ensuite de le distiller une ou deux fois; mais il faut avoir soin de rejeter les premières portions qui passent, tant qu'elles sont plus légères que l'eau; car elles renferment alors un peu d'hydrocarbure ou de benzine non attaquée.

Les propriétés de ces nitrobenzines obtenues varient considérablement, non-seulement sous le rapport de leur densité et de leur point d'ébullition, mais encore sous celui de leur couleur et de l'odeur qu'elles répandent : elles sont d'autant plus pâles qu'elles sont préparées avec des hydrocarbures plus volatils, en sorte que le dernier échantillon qui figure sur le *Tableau A* est d'une couleur rougeâtre. L'odeur de ces mirbanes est d'autant moins agréable qu'elles ont été faites avec des hydrocarbures moins volatils, à tel point que celles qui figurent vers la fin du tableau ont une odeur repoussante.

Ayant ainsi obtenu onze échantillons de mirbane, je les ai transformés en bases artificielles (aniline du commerce), en faisant réagir sur eux de l'acide acétique et de la tournure de fer, d'après le procédé indiqué par M. Béchamp.

Les rendements n'ont pas été les mêmes; ils ont varié

dans le rapport de 59 à 74. Les mirbanes semblent fournir d'autant plus d'aniline que leur point d'ébullition est plus élevé. La densité de ces diverses espèces d'anilines varie également : les hydrocarbures les plus volatils donnent les anilines les plus lourdes. Enfin ces anilines n'ont pas le même point d'ébullition : ce sont les anilines les plus lourdes qui ont le point d'ébullition le plus bas.

J'avais donc à ma disposition onze espèces d'anilines différentes; je m'en suis servi pour préparer des rouges d'aniline par le procédé de M. Gérard. A cet effet, j'en ai chauffé des quantités égales avec une même dose d'acide arsénique. Les onze espèces d'anilines m'ont donné onze échantillons de fuchsine brute qui, à la vue, ne différaient pas notablement entre elles, mais dont le pouvoir tinctorial était loin d'être le même, car il variait dans le rapport de 5 à 270.

J'ai poussé ensuite plus loin mes investigations. En mélangeant de différentes manières les onze espèces d'anilines, je me suis procuré dix nouveaux échantillons de ce produit plus complexes que les précédents, attendu qu'ils étaient tous formés par la réunion de deux ou de plusieurs anilines différentes.

J'ai transformé ces dix nouveaux échantillons en fuchsine, opérant pour cela exactement comme je l'avais fait pour les onze échantillons déjà décrits.

Tous ces échantillons m'ont de nouveau donné de la matière colorante en quantité variable. Le mélange le moins heureux a fourni une couleur dont la richesse est exprimée par 160 et le meilleur par 570. Par conséquent il y a plus d'avantages à opérer sur des mélanges que sur des produits isolés.

J'ai résumé toutes mes recherches dans les tableaux qui suivent :

Le *Tableau A* indique les points d'ébullition des onze espèces de benzines employées; leur densité; ensuite les poids spécifiques et les principaux points d'ébullition (1) des mirbanes et des anilines fournies par ces benzines; la quantité d'aniline que donnent 100 parties de ces mirbanes, et enfin la richesse ou le pouvoir tinctorial de la fuchsine brute obtenue au moyen de ces diverses espèces d'anilines, en prenant 1000 pour exprimer la pureté parfaite, c'est-à-dire la fuchsine cristallisée.

Le *Tableau B* indique la nature et la composition de quelques mélanges d'aniline, ainsi que le rendement de ces mélanges en matière tinctoriale. Les mélanges étaient faits par parties égales de deux ou de plusieurs anilines, en ce sens que là où il est indiqué « de 80 à 90° » cela veut dire que le mélange renferme une partie d'aniline faite avec de la benzine bouillant entre 80 et 85° et une partie d'aniline faite avec de la benzine bouillant de 85 à 90°. Le plus compliqué de tous ces mélanges est celui qui est marqué 80 à 150°; il renferme, par parties égales, dix espèces d'anilines faites avec les hydrocarbures n<sup>os</sup> 2, 5, 4 jusqu'à 11.

Le *Tableau C* forme le développement de la quatrième colonne du *Tableau A*: il indique les températures du commencement et de la fin de la distillation de chaque nitrobenzine, en tenant compte du rendement pour cent de cinq en cinq degrés. Ainsi la mirbane n<sup>o</sup> 6, provenant

(1) Dans ce tableau, comme dans tous ceux qui vont suivre, les points d'ébullition des benzines, nitrobenzines et anilines sont exprimés par des intervalles de température de cinq en cinq degrés. J'ai été obligé de le faire ainsi, puisque pour tous ces produits le point d'ébullition varie constamment. Il s'élève à mesure que la distillation avance.

d'une benzine bouillant entre cent degrés et cent cinq degrés, donne à la distillation : entre deux cent cinq degrés et deux cent dix degrés, trois parties; entre deux cent dix degrés et deux cent quinze degrés, quatre parties; entre deux cent quinze degrés et deux cent vingt degrés, vingt-huit parties; entre deux cent vingt degrés et deux cent vingt-cinq degrés, quarante-trois parties; ainsi de suite, en tout cent parties jusqu'à deux cent quarante degrés.

Le *Tableau D* forme, pour les anilines, le développement de la septième colonne du *Tableau A*, comme le *Tableau C* forme, pour les mirbanes, le complément de la quatrième colonne du même *Tableau A*.

Il résulte de ces différents tableaux que les meilleures anilines pour la fabrication des couleurs ne proviennent pas des hydrocarbures qui se rapprochent davantage de la benzine pure, mais que, jusqu'à un certain point, les rendements augmentent avec leur degré d'ébullition. Le plus beau rendement obtenu se trouve indiqué au *Tableau B* : il résulte d'un mélange par parties égales de quatre espèces d'anilines différentes, nos 4, 5, 6 et 7, provenant, le n° 4, de benzine prise entre 90 et 95°, le n° 5, de benzine prise de 95 à 100°, le n° 6, provenait de benzine recueillie de 100 à 105°, et le n° 7, de 105 à 110°.



TABLEAU A.

N <sup>os</sup> .	Benzines classées d'après leurs points d'ébulli- tion.	Poids spécifique de ces benzines à 15°C.	Principaux points d'ébulli- tion des nitrobenzines. (2)	Poids spécifique des nitroben- zines à 10°C.	Quantité d'aniline ob- tenue de 100 parties de nitrobenzine employée.	Principaux points d'ébulli- tion des anilines. (3)	Poids spécifiques des anilines à 10°C.	Quantité comparative des contenues obte- nues, en prenant pour type la fusine cristal- lisée = 1000.	MUAGES  de ces contenues sur d'oléfes.
1	83-84°C. (1)	0,9118	205-210°C.	1,1591	59	180-185°C.	1,0205	5	Violet sale.
2	80-85°C.	0,9263	205-210°C.	1,1617	55	180-185°C.	1,0199	20	Violet rougeâtre.
3	85-90°C.	0,9154	210-215°C.	1,1577	56	185-190°C.	1,0181	110	Rouge-violet.
4	90-95°C.	0,9110	210-215°C.	1,1445	63	185-190°C.	1,0139	160	Rouge.
5	95-100°C.	0,9089	215-220°C.	1,1423	66	190-195°C.	1,0109	230	Rouge.
6	100-105°C.	0,9071	220-225°C.	1,1365	73	195-200°C.	1,0060	270	Rouge.
7	105-110°C.	0,9048	220-225°C.	1,1319	74	195-200°C.	1,0018	240	Rouge. Très- beaux.
8	110-115°C.	0,9033	225-230°C.	1,1235	69	200-205°C.	1,0009	260	Rouge.
9	115-120°C.	0,9022	225-230°C.	1,1187	74	200-205°C.	0,9975	260	Rouge.
10	120-125°C.	0,9009	230-235°C.	1,1182	73	205-210°C.	0,9943	200	Rouge.
11	125-130°C.	0,9001	230-235°C.	1,1093	74	205-210°C.	0,9926	180	Rouge.

(1) Benzine cristallisable. — (2) Voir tableau C. — (3) Voir tableau D.

B. — *TABLEAU qui indique les résultats obtenus dans la préparation des couleurs rouges avec des mélanges des différentes anilines.*

<p style="text-align: center;"><b>DIFFÉRENTS</b> <b>mélanges des anilines.</b> (Voir tableau A, première colonne.)</p>	<p style="text-align: center;"><b>TEMPÉRATURE</b> d'ébullition des hydrocarbures correspondants.</p>	<p style="text-align: center;"><b>QUANTITÉ</b> comparative des couleurs obtenues en prenant pour type la fuchsine cristal- lisée = 1000.</p>	<p style="text-align: center;"><b>NUANCES</b> de <b>ces couleurs</b> sur étoffes.</p>
N° 2 + N° 3 . . . . .	80- 90°C.	160	Rouge-violet.
N° 4 + N° 5 . . . . .	90-100°C.	170	Rouge.
N° 6 + N° 7 . . . . .	100-110°C.	320	Rouge.
N° 8 + N° 9 . . . . .	110-120°C.	240	Rouge.
N° 10 + N° 11 . . . . .	120-150°C.	180	Rouge.
N° 2 + N° 3 + N° 4 + N° 5 . . . . .	80-100°C.	240	Rouge.
N° 4 + N° 5 + N° 6 + N° 7 . . . . .	90-110°C.	370	Rouge.
N° 6 + N° 7 + N° 8 + N° 9 . . . . .	100-120°C.	310	Rouge.
N° 8 + N° 9 + N° 10 + N° 11 . . . . .	110-130°C.	190	Rouge.
N° 2 + N° 3 + N° 4 + N° 5 + N° 6 + N° 7 + N° 8 + N° 9 + N° 10 + N° 11 . . . . .	80-130°C.	250	Rouge.

TABLEAU C. — Distillation fractionnée des nitrobenzines, de cinq en cinq degrés.

TEMPÉRATURE.	100 nitrobenzine n° 1 donnent . . .											
	195-200°C.	200-205°C.	205-210°C.	210-215°C.	215-220°C.	220-225°C.	225-230°C.	230-235°C.	235-240°C.	240-245°C.	245-250°C.	250-255°C.
—	2	3	93	2	"	"	"	"	"	"	"	"
2	"	"	52	40	7	1	"	"	"	"	"	"
3	"	"	11	64	13	9	3	"	"	"	"	"
4	"	3	5	52	32	7	1	"	"	"	"	"
5	"	2	2	11	58	15	11	1	"	"	"	"
6	"	"	3	4	28	43	16	5	1	"	"	"
7	"	"	1	3	4	48	31	11	2	"	"	"
8	"	"	1	3	4	18	51	18	4	1	"	"
9	"	"	"	2	2	6	41	34	11	4	"	"
10	"	"	"	2	2	6	24	40	13	9	4	"
11	"	"	"	1	3	3	10	37	29	13	3	1

TABLEAU D. — Distillation fractionnée des anilines de cinq en cinq degrés.

TEMPÉRATURE.		jusqu'à 180°C.	180-185°C.	185-190°C.	190-195°C.	195-200°C.	200-205°C.	205-210°C.	210-215°C.	215-220°C.	220-225°C.
100 d'aniline n° 1 donnent	. . . . .	5	92	3	"	"	"	"	"	"	"
—	2 — . . . . .	4	78	14	4	"	"	"	"	"	"
—	3 — . . . . .	3	28	61	8	"	"	"	"	"	"
—	4 — . . . . .	"	5	60	29	6	"	"	"	"	"
—	5 — . . . . .	"	4	9	64	16	7	"	"	"	"
—	6 — . . . . .	"	"	4	38	46	8	4	"	"	"
—	7 — . . . . .	"	"	"	5	54	29	8	4	"	"
—	8 — . . . . .	"	"	"	4	32	58	7	4	"	"
—	9 — . . . . .	"	"	"	"	5	62	24	6	3	"
—	10 — . . . . .	"	"	"	"	4	25	50	15	6	"
—	11 — . . . . .	"	"	"	"	"	6	52	29	8	5

*Séance du 2 juillet 1864.*

M. SCHAAR, président de l'Académie.

A. AD. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. d'Omalius d'Halloy, Wesmael, Kiekx, Stas, De Koninck, Van Beneden, A. De Vaux, Nyst, Gluge, Nerenburger, Liagre, Duprez, Brasseur, Dewalque, Ernest Quetelet, *membres*; Spring, *associé*; Donny, Montigny, *correspondants*.

M. Éd. Fétis, *membre de la classe des beaux-arts*, assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'intérieur fait connaître qu'un crédit de trois mille francs a été accordé par le Gouvernement, pour mettre l'Académie à même d'augmenter les prix des principales questions inscrites au programme du concours annuel.

— L'Académie royale des sciences de Madrid remercie l'Académie pour l'envoi de ses dernières publications.

— M. Élie de Beaumont, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Paris et associé de l'Académie belge, fait hommage de deux brochures contenant les *Données numériques qui fixent cent cinquante-neuf cercles du réseau pentagonal*. — Remercîments.

— La classe reçoit les ouvrages manuscrits suivants :  
1° *Monographie des Spénophyllum d'Europe*, par MM. Eug. Coemans, correspondant de l'Académie, et J.-J. Kickx, docteur en sciences naturelles. (Commissaires : MM. Spring et De Koninck.)

2° *Mémoires sur les vibrations des fils de verre attachés par une de leurs extrémités à un corps vibrant et libres à l'autre*, par M. H. Valérius, professeur à l'université de Gand. (Commissaires : MM. Melsens et Duprez.)

3° *Sur quelques effets curieux des forces moléculaires des liquides*, par M. J. Van der Mensbrugghe, répétiteur à l'École du génie civil, à Gand. (Commissaires : MM. Platteau et Duprez.)

4<sup>o</sup> *Note sur le dosage des minerais de zinc*, par M. L. Mathelin, élève à l'École spéciale des arts et manufactures, à Gand. (Commissaires : MM. Stas et Melsens.)

---

RAPPORTS.

---

*Élatérides nouveaux*, par M. Candèze.

**Rapport de M. C. Wesmael.**

« Sous le titre de *Monographie des Élatérides*, notre confrère, M. Candèze, a publié, dans les Mémoires de la Société royale des sciences de Liège, un des travaux entomologiques les plus importants de notre époque et qui ne comprend pas moins de quatre gros volumes in-8<sup>o</sup>, accompagnés de planches très-nombreuses. Non-seulement notre confrère n'a pas reculé devant les difficultés d'une entreprise aussi ardue, mais, grâce à son infatigable persévérance, il lui a suffi pour l'accomplir d'un espace de six ans, savoir de mai 1857 à mai 1865.

On sait qu'il est dans la nature de ces sortes de travaux de n'être jamais finis. Aussi, à peine M. Candèze avait-il publié son quatrième volume, que l'abondance de matériaux nouveaux, recueillis dans les contrées les plus diverses et récemment parvenus en Europe, l'a obligé de se préparer à la publication d'un volume supplémentaire.

C'est en quelque sorte la quintessence de ce futur volume dont M. Candèze présente à la classe des sciences le manuscrit, sous le titre de : *Élatérides nouveaux*. Il y a

résumé les noms, les diagnoses spécifiques et l'habitat de cent soixante-cinq espèces inédites.

Pour le moment, ce qui importe surtout à l'auteur, c'est de consacrer ses droits de priorité au moyen d'une publication aussi prompte que possible. J'ai donc l'honneur de proposer l'impression de son œuvre dans les recueils de l'Académie. »

—

**Rapport de M. de Selys-Longchamps.**

« Comme le dit notre honorable confrère M. Wesmael, il importe à l'auteur du mémoire sur les *Élatérides nouveaux* de publier de suite ses nouvelles découvertes, afin de consacrer ses droits de priorité. J'ajoute que la même célérité dans la publication importe encore davantage aux savants, et voici pourquoi.

Les quatre volumes publiés à Liège, de 1857 à 1865, ont refondu complètement et considérablement augmenté ce que l'on connaissait de la famille des Élatérides. Le public entomologique leur a fait un accueil qui prouve leur grand mérite, et l'on peut affirmer que maintenant on s'occupe dans les grandes collections et dans les musées publics à appliquer et à vérifier le travail de M. Candèze. Dans ces circonstances, l'Académie rendra un service signalé en mettant les entomologistes à même de profiter immédiatement des importantes additions qui nous sont présentées aujourd'hui.

C'est dire que j'adhère, avec empressement, aux conclusions formulées par mon honorable ami monsieur Wesmael. »

Conformément aux propositions des commissaires, la



classe vote l'impression du mémoire de M. Candèze dans le recueil in-octavo de ses Mémoires.

---

---

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

---

*Sur des échantillons de phosphate de chaux*; par M. d'Omalus d'Halloy, membre de l'Académie.

J'ai l'honneur de présenter à la classe, de la part de M. Dor, directeur des mines et usines de M. de Lamine, à Ampsin, près de Huy, des échantillons de phosphate de chaux que M. Dor a découvert dans la commune de Ramelot en Condroz.

Les analyses que M. Dor a faites de cette substance lui ont donné en moyenne les résultats suivants :

Phosphate de chaux . . . . .	0.6915
Carbonate de chaux . . . . .	0.0977
Fluorure de calcium. . . . .	0.0400
Peroxyde de fer . . . . .	0.0552
Argile et sable . . . . .	0.0965
Perte (eau, chlore, matière organique. . . . .	0.0411
	<hr/>
	1.0000

Elle est en fragments ordinairement anguleux, quelquefois mamelonnés, à texture compacte ou feuilletée, parfois bréchiforme et renfermant alors des fragments de quartz. Sa couleur dominante est le blanc-jaunâtre et elle se trouve engagée dans de l'argile jaunâtre qui renferme aussi de la limonite et des fragments quartzeux.

M. Dor a joint à sa communication deux coupes qui représentent le gisement de cette substance, et qui me paraissent annoncer qu'elle appartient aux dépôts de sable et d'argile qui sont si communs dans nos terrains anciens.

J'ai souvent eu l'occasion de faire connaître que je considère ces dépôts comme de puissants filons. Or, l'une des coupes de M. Dor vient à l'appui de cette manière de voir, car elle présente une disposition que j'ai déjà invoquée pour soutenir que la forme de couches que prennent quelquefois ces sables et ces argiles n'est pas un motif pour rejeter l'opinion que ces matières sont arrivées au jour par voie d'éjaculation, attendu qu'elle semble indiquer que le phosphate, après avoir rempli la cavité où se trouve la masse principale, s'est étendu horizontalement en dehors de cette cavité.

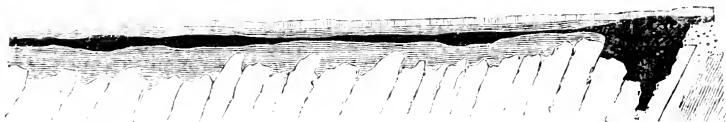
Je ferai remarquer aussi que la découverte de M. Dor vient à l'appui d'une opinion que Dumont avait émise dans ses dernières publications, c'est-à-dire que ces filons, ou du moins une partie d'entre eux, appartiennent à la période crétacée; car il n'est pas à ma connaissance que, dans nos contrées, on ait trouvé du phosphate de chaux ailleurs que dans le terrain crétacé.

M. Dor a entrepris des expériences pour juger du mérite de ce phosphate comme amendement, et il en fera connaître les résultats. Si le gîte qu'il a découvert paraît n'être pas assez puissant pour donner lieu à une exploitation importante, son existence permet de croire qu'il y en a d'autres dans nos terrains anciens, et que les recherches que l'on fera dans cette direction amèneront des résultats avantageux pour notre agriculture.

J'ai en conséquence l'honneur de proposer à la classe de remercier M. Dor de sa communication, et d'insérer

dans le *Bulletin* les renseignements qui précèdent ainsi que les deux coupes mentionnées ci-dessus.

*Coupe du nord-est au sud-ouest.*



*Coupe du nord au sud.*



Terre végétale. . . . .	
Sable . . . . .	
Argile . . . . .	
Phosphate de chaux. . . . .	
Calcaire. . . . .	
Schiste . . . . .	

*Note sur le gisement de la chaux phosphatée en Belgique ;*  
par G. Dewalque, membre de l'Académie.

Je crois pouvoir ajouter quelques mots aux renseignements que notre éminent collègue vient de nous fournir.

On sait, depuis les travaux de Dumont, que les bandes calcaires qui se montrent au jour en plus ou moins grand nombre dans le Condroz et l'Entre-Sambre-et-Meuse, résultent de plissements qui ramènent les mêmes assises plusieurs fois à la surface. Il y a cependant des exceptions à cette règle : M. J. Gosselet a fait voir que les trois bandes de calcaire carbonifère que l'on observe dans la coupe du Hoyoux, entre Barse et Modave, sont le résultat de deux failles parallèles à la direction des couches, qui mettent en contact le calcaire carbonifère supérieur et les schistes de Famenne. La direction de ces failles est d'environ soixante degrés, en comptant du nord vers l'est : comme celle des failles métallifères de notre pays est, en général, d'environ cent soixante degrés, on pouvait en conclure que l'époque de leur formation était différente. En effet, les dislocations du Hoyoux semblent contemporaines du plissement de notre terrain anthraxifère, c'est-à-dire de la fin de la période carbonifère, tandis que j'ai montré que celles qui renferment nos sulfures de fer, de zinc, de plomb, avec calcaire, barytine, etc., de Couvin à la frontière prussienne, semblent se rapporter par leur direction au système du Mont-Viso, et datent, par conséquent, de la fin du terrain crétacé inférieur, ce que confirment d'autres considérations.

De cette différence d'âge, on pouvait conclure à des différences probables dans le remplissage ; c'est ce qu'on

vient de vérifier. Des recherches effectuées sur l'une de ces failles du Hoyoux ont donné lieu à la découverte d'un gîte à Ramelot : on y a mis au jour, sur plus de deux cent cinquante mètres, un amas de contact formé d'argiles ferrugineuses très-pauvres en minerai de fer, mais on y a trouvé, en outre, une substance inconnue jusqu'à présent dans notre pays, la chaux phosphatée, apatite ou phosphorite.

Jusqu'à présent, cette substance, qui serait si utile à notre agriculture, ne paraît pas assez abondante pour être exploitée avec bénéfice; de nouvelles recherches ne tarderont pas à nous éclairer sur ce point. En attendant, je puis dire ici que j'ai constaté la présence d'une faible proportion de phosphate de chaux dans les concrétions argilo-calcaires de nos marnes herviennes à gyrolithes.

*Sur la présence du mercure dans les minerais de zinc.*

On a trouvé, il y a déjà quelque temps, une quantité assez forte de mercure à l'état métallique dans les canaux de condensation des fours à plomb de Corphalie. On avait reçu de Santander un minerai mixte, mélange de calamines et de blende et galène; ce minerai, passé à la préparation mécanique, fut classé en minerai de zinc et galène, et celle-ci fut traitée au demi-haut fourneau en même temps qu'une forte proportion de galènes et de céruses du pays. Le mercure se trouva dans les canaux de condensation, immédiatement sous les fours. Je n'ai pu obtenir aucun renseignement sur ce qui pourrait se trouver plus loin dans ces canaux.

Un de mes anciens élèves, M. Würth, ingénieur, a eu l'obligeance de me communiquer un fragment de ce mine-

rai d'Espagne, dans lequel il avait remarqué des taches rouges qu'il aurait désiré soumettre à l'analyse. La présence du mercure y a été constatée par M. Fr. Dewalque, répétiteur à l'école des mines de Liège. Le minerai consistait en un mélange intime de calamine et de smithsonite, renfermant des traces de céruse et des parties cloisonnées, rouges, qui contenaient du cinabre en même temps que de la calamine.

—

*Nouvelle méthode de mesure de l'indice de réfraction des liquides; par M. Montigny, correspondant de l'Académie.*

L'action des gaz et des liquides sur la lumière qui les traverse ne dépendant que de la nature de la substance, puisque l'influence de la structure se trouve éliminée dans l'état fluide, il est utile de multiplier les moyens d'observation qui permettent d'étudier, dans diverses circonstances, le mode d'action de la matière liquide ou gazeuse sur la lumière. C'est dans ce but que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'exposé d'une méthode propre à mesurer la réfraction des liquides, que j'ai tout lieu de croire nouvelle.

Ce procédé présente d'abord l'avantage de laisser émaner le rayon lumineux dans l'air à la surface *libre* du liquide, c'est-à-dire sans que ce rayon traverse forcément les parois latérales transparentes du vase contenant le liquide, comme cela a lieu dans la méthode ordinaire du *prisme-flacon* employé d'abord par M. Biot (\*), ainsi que dans le procédé du *réfractomètre* de MM. F. Bernard et Pichot, qui est fondé sur le phénomène du déplacement

---

(\*) *Traité de physique de Biot*, t. III, p. 220.

latéral. Or, on sait combien il est difficile de se procurer les glaces à faces parfaitement parallèles, qui sont nécessaires dans l'un et l'autre procédé. A la vérité, quand le défaut de parallélisme existe, on fait subir aux résultats des corrections déterminées à l'avance ; mais elles ne sont pas à l'abri de certains doutes dans le cas, par exemple, où le liquide et le vase sont soumis à des variations de température marquées.

A cette considération j'ajouterai, dès maintenant, qu'il n'est point tout à fait impossible que l'action exercée sur le rayon lumineux par les couches liquides très-voisines de la surface d'émergence ne soit, à la rigueur, sensiblement différente, selon que ces couches sont entièrement libres ou qu'elles sont en contact avec un autre milieu, tel que le verre, qui exerce sur elles des actions capillaires.

La méthode que je propose, et qui se partage en deux procédés distincts, a pour point de départ le phénomène connu du déplacement apparent qu'éprouve l'image d'un corps immergé au sein d'un liquide transparent, quand les rayons lumineux, arrivant à l'œil, sont sortis obliquement de la surface horizontale du liquide. Voici la première manière de procéder : concevons que nous ayons placé au fond d'un vase vide, dans une position parfaitement horizontale, une petite règle de verre R (*fig. 4*) sur laquelle se trouve tracée une droite divisée en millimètres. Plaçons dans le plan vertical passant par cette ligne, plan qui est aussi celui de la figure, un cercle gradué muni d'une lunette avec réticule, un cercle zénithal, par exemple. Réglons comme d'ordinaire, la position de l'instrument, puis inclinons la lunette sous un angle  $\alpha$  mesuré à partir de la verticale CP du centre du cercle, de manière à viser exactement au point de croisement ou centre du

réticule de la lunette, une division quelconque  $A$  tracée sur la règle posée au fond du vase vide. Si nous versons doucement alors le liquide dans celui-ci jusqu'à une certaine hauteur au-dessus de la règle, de manière à ne point la déplacer, il est évident que l'œil ne verra plus au centre du réticule, resté invariable, la division  $A$  de la règle, mais bien une division  $A'$  qui sera plus rapprochée de la verticale du cercle gradué. Notons que, pendant cette expérience, l'angle d'inclinaison  $\alpha$  de la lunette, qui est aussi l'angle d'émergence du rayon  $oC$ , n'a nullement varié.

Si nous connaissons l'angle de réfraction  $\alpha'$ , la valeur de l'indice  $n$  serait déterminée par la relation  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'}$ . Or il est aisé d'effectuer cette détermination si l'on remarque que nous avons successivement :

$$\text{tang } \alpha' = \frac{A'm}{om} = \frac{Am - AA'}{om}, \quad \text{et} \quad \text{tang } \alpha = \frac{Am}{om}.$$

Désignons par  $d$  le déplacement apparent  $AA'$ , et par  $e$  l'épaisseur de la couche liquide au-dessous de la lame; nous aurons finalement :

$$(1) \quad \text{tang } \alpha' = \text{tang } \alpha - \frac{d}{e}.$$

Nous obtiendrons l'expression immédiate de l'indice  $n$  en fonction des grandeurs  $\alpha$ ,  $d$ ,  $e$ , en multipliant par  $\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'}$  le dénominateur de la formule  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'}$ , de façon à avoir d'abord :

$$n = \frac{\sin \alpha}{\text{tang } \alpha'} \sec \alpha',$$

puis finalement, au moyen de l'expression (1) :

$$(2) \quad n = \sin \alpha \sqrt{1 + \frac{1}{\left(\text{tang } \alpha - \frac{d}{e}\right)^2}}.$$



Quant à la puissance réfractive du liquide, elle a pour valeur :

$$(5) \quad n^2 - 1 = \frac{\sin^2 \alpha}{\left( \operatorname{tang} \alpha - \frac{d}{e} \right)^2} - \cos^2 \alpha.$$

Il est à remarquer, pour la facilité des calculs au moyen de ces deux expressions, que  $\sin \alpha$  et  $\operatorname{tang} \alpha$  conserveront des valeurs constantes dans une série d'expériences sur un même liquide, lorsque l'inclinaison  $\alpha$  de la lunette restera invariable (\*).

Pour procéder expérimentalement, on place la règle divisée dans une cuvette vide, non sur le fond horizontal de celle-ci, car elle y serait exposée aux dérangements accidentels de ce fond, mais sur un étrier angulaire  $abc$ , soutenu par un support extérieur A, et qui maintient la règle à une certaine distance du fond de la cuvette, comme le montre la *fig. 2*. L'étrier  $abc$  est formé d'un fil métallique, ou mieux, d'un tube de verre contourné, pour le soustraire à toute action chimique de la part du liquide. Le sommet  $b$  de l'angle s'articule avec la tête du support. A la branche  $bc$  est adaptée une petite vis qui pénètre dans un écrou fixé en saillie sur le support; elle sert à imprimer un

(\*) Le parallélisme de la surface liquide BE et de la règle R supposée parfaitement horizontale, établit un rapprochement entre le procédé décrit et la méthode du réfractomètre, où le milieu liquide est limité par deux plans parallèles. La valeur de l'indice est déterminée dans cette méthode au moyen d'une expression susceptible d'être aisément ramenée à la forme (2), mais dans laquelle le déplacement mesuré à l'extérieur et comparé à  $d$  du procédé actuel, équivaut à  $d \cos \alpha$ , si l'épaisseur du liquide est aussi  $e$ , et l'angle d'émergence du rayon lumineux,  $\alpha$ . Le déplacement apparent prend ainsi une valeur moindre dans cette méthode que celui  $d$  mesuré sur la règle immergée au sein du liquide.

mouvement lent à l'étrier autour de l'articulation *b*, afin d'amener la règle divisée dans une position parfaitement horizontale. A cet effet, on place sur celle-ci un niveau à bulle d'air que trois tubes de verre déliés, formant pieds, soutiennent sur la règle au-dessus du liquide, comme la figure l'indique. L'extrémité supérieure du tube *t* est enchâssée, non dans le patin du niveau, mais dans une vis en cuivre formant prolongement du tube et qui taraude ce patin. Cette vis sert à régler à l'avance l'horizontalité du niveau, par la méthode ordinaire du retournement bout pour bout. Il conviendra de laisser le niveau reposer sur la règle divisée pendant certaines expériences, où elle serait exposée à être déviée de l'horizontalité absolue.

Le cercle divisé et sa lunette seront placés, comme on l'a vu, dans le plan vertical passant par la ligne de division de la règle, de manière à être éloigné de celle-ci à une distance qui soit en rapport avec la longueur focale de la lunette. Ainsi que dans toute mesure de réfraction, il convient de se servir d'un instrument qui permette de déterminer l'angle  $\alpha$  au moins à une minute près. Si l'on a à sa disposition un cercle zénithal répétiteur, on déterminera l'angle  $\alpha$  avec un grand degré d'exactitude par le procédé de la répétition, en prenant la division A pour point de départ.

L'épaisseur *e* de la couche liquide au-dessus de la règle divisée se mesure avec une grande exactitude au moyen d'un cathétomètre, sous la lunette duquel on a vissé verticalement une pointe effilée, plongeante, de métal ou mieux en verre. La distance des deux positions que la lunette occupe sur la colonne verticale de l'instrument, quand la pointe de la tige affleure d'abord la surface du liquide dans la cuvette sans action capillaire, puis la face

supérieure de la règle est précisément l'épaisseur  $e$  de la couche liquide au-dessus de celle-ci.

Si, pour opérer avec plus d'exactitude, la règle portait des divisions très-serrées et tracées à moins de un millimètre de distance, la lecture en deviendrait difficile sous une grande obliquité de la lunette. Cet inconvénient sera facilement évité en s'arrangeant de façon que, non-seulement la division  $A$  qui se voit à vide, mais la division quelconque  $A'$  que l'on verra par réfraction, apparaisse exactement au centre du réticule lorsque le liquide est placé dans la cuvette : alors la distance des divisions  $A$ ,  $A'$  ou  $d$ , sera exactement estimée par un nombre entier de millimètres. On établira aisément la coïncidence avec la division  $A'$  par l'addition ou par la soustraction d'une petite quantité de liquide, avant de mesurer l'épaisseur  $e$ , et mieux encore en faisant immerger plus ou moins dans le liquide un cylindre de verre, par exemple.

Le choix de la grandeur à donner à l'angle d'inclinaison  $\alpha$  ne doit-il point se porter, peut-on se demander, sur une certaine valeur qui réduise à sa moindre influence toute erreur commise sur la lecture de l'angle  $\alpha$  ou des mesures linéaires  $d$  et  $e$ ? Le calcul prouve que, dans l'un et l'autre cas, le rapport entre l'erreur qui en résulterait pour  $n^2 - 1$ , et l'erreur d'observation, est d'autant moindre que l'angle  $\alpha$  est plus grand. La difficulté de lire les divisions de l'échelle sous une trop grande obliquité doit limiter la grandeur de l'angle  $\alpha$  entre  $40^\circ$  et  $60^\circ$ , afin d'éviter cette autre cause d'erreur dans l'estimation de  $d$ .

Le second procédé de mesure de l'indice d'un milieu liquide est plus simple que le précédent, parce qu'il dispense de placer une règle divisée dans le vase au sein de ce milieu, comme on va le voir.

Avant de verser le liquide, laissons descendre dans le vase qui le contiendra, la tige verticale adaptée sous la lunette du cathétomètre, en abaissant l'équipage mobile, portant le tout, le long de la colonne graduée de l'instrument, que nous supposons d'ailleurs bien réglé dans sa position. Limitons cette descente au moment où l'image de la pointe de la tige coïncidera avec le centre du réticule dans la lunette du cercle gradué, qui sera inclinée sous un angle quelconque  $\alpha$ , comme précédemment. Soit  $a$  (fig. 5) le lieu où se trouve alors, à une certaine distance du fond du vase, la pointe sur la direction  $aoC$  de l'axe de la lunette inclinée. Si nous versons ensuite le liquide dans le vase jusqu'à ce que son niveau soit à plusieurs millimètres au-dessus de la pointe, l'image de celle-ci ne coïncidera plus avec le centre du réticule de la lunette, à cause de l'effet de réfraction que produit le liquide sur tout rayon lumineux qui émane de la pointe, et se présente obliquement à la surface d'émergence du liquide. Nous rétablirons la coïncidence apparente du centre du réticule avec l'image, en faisant descendre la pointe suivant la verticale de sa position première  $a$ , au moyen de l'équipage mobile du cathétomètre. La nouvelle coïncidence se présentera quand la pointe atteindra la position  $a'$ , pour laquelle le rayon lumineux émanant de ce lieu coïncidera, au dehors du liquide, avec le prolongement  $Co$  de l'axe de la lunette, en suivant la direction brisée  $a'oC$  sur tout son parcours.

Il est aisé de déterminer la valeur  $n$  de l'indice en fonction de l'angle d'émergence  $\alpha$  et des quantités  $ca$ ,  $ca'$ , dont la pointe se trouve enfoncée sous le niveau  $BE$  du liquide lors des deux coïncidences successives en  $a$  et  $a'$ . En effet, si  $\alpha$  désigne l'angle de réfraction, nous avons :

$$ca : ca' : : \cotang \alpha : \cotang \alpha'.$$

De cette proportion et de la relation connue  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'}$ , nous déduisons :

$$n = \frac{ca' \cdot \cos \alpha}{ca \cdot \cos \alpha'}$$

Désignons respectivement par  $e$  et  $e'$  les distances  $ca$  et  $ca'$ ; élevons au carré l'équation précédente, puis remplaçons  $\cos^2 \alpha$  par  $1 - \sin^2 \alpha$  et  $\cos^2 \alpha'$  par  $1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}$ , nous obtiendrons :

$$n^2 = \frac{e^2 \sin^2 \alpha + e'^2 \cos^2 \alpha}{e^2},$$

et finalement :

$$(5) \quad n = \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{e'^2}{e^2} \cos^2 \alpha}.$$

Quant à la puissance réfractive, elle a pour expression :

$$(4) \quad n^2 - 1 = \cos^2 \alpha \frac{e'^2 - e^2}{e^2}.$$

Si les observations sont effectuées sous un angle de  $45^\circ$ , les expressions précédentes deviennent :

$$n = 0,70711 \times \sqrt{\frac{e'^2 + e^2}{e^2}}, \quad \text{et} \quad n^2 - 1 = 0,5 \times \frac{e'^2 - e^2}{e^2}.$$

Résumons, sous le rapport des mesures cathétométriques, la marche à suivre dans ce second procédé. Après avoir réglé la position du cercle gradué et du cathétomètre, on note d'abord exactement le point qu'occupe, sur la colonne divisée du dernier, l'équipage mobile portant la tige quand l'image de sa pointe, abaissée dans le vase vide, coïncide avec le centre du réticule de la lunette

du cercle. On verse ensuite le liquide; la coïncidence précédente n'existant plus, on la rétablit en abaissant la pointe au sein du liquide au moyen du mouvement de descente de l'équipage : on note alors soigneusement cette seconde position. On finit l'opération en relevant l'équipage jusqu'au moment où la pointe de la tige, étant dégagée de toute action capillaire de la part du liquide, affleure exactement sa surface. Les distances des deux premières positions de l'équipage à ce troisième arrêt indiquent exactement les valeurs respectives  $e$  et  $e'$ . Il est entendu que dans les deux premières positions, la pointe doit rester d'une manière absolue sur la même verticale.

Le calcul indique qu'une erreur commise sur la lecture de l'angle  $\alpha$  a d'autant moins d'influence sur la valeur de  $n^2 - 1$ , dans ce second procédé, que l'angle  $\alpha$  est plus petit, et qu'au contraire plus l'angle  $\alpha$  est grand, moins la détermination de  $n^2 - 1$  serait affectée par une erreur de lecture commise à l'égard de  $e$  ou de  $e'$ . Il convient donc d'opérer en inclinant la lunette sous des angles compris entre  $40^\circ$  et  $60^\circ$  (\*).

Si nous comparons ensemble les deux procédés décrits, le second semble préférable à cause de sa plus grande simplicité; puisque, en outre du cercle divisé et du cathéto-

(\*) On doit se demander si, pour des angles d'émergence aussi grands, aucun effet de couleurs irisées ne se manifeste par l'action dispersive du liquide, au point de nuire à la netteté de perception soit des divisions tracées sur la règle horizontale dans le premier procédé, ou de la pointe de la tige dans le second, quand elles sont recouvertes de liquide. Dans les observations effectuées, sous un angle de  $50^\circ$ , sur l'éther et le sulfure de carbone, je n'ai remarqué aucune trace irisée apparente autour des divisions ni autour de la pointe, quoique ces liquides, le dernier surtout, jouissent d'un grand pouvoir dispersif.

mètre nécessaires dans les deux procédés, le premier exige qu'une règle divisée soit suspendue horizontalement sur un appareil spécial, au sein du liquide.

Chacune des deux méthodes jouit de l'avantage précieux de permettre les déterminations de la réfraction du liquide, dans les mêmes conditions, en nombre illimité, soit que l'on fasse varier successivement l'épaisseur de la couche liquide, soit que l'on modifie la grandeur de l'angle d'émergence  $\alpha$ , d'une série d'expériences à l'autre, avec la même substance. Je citerai les résultats suivants que j'ai obtenus en moyenne pour l'eau distillée, en opérant sous des angles de  $50^\circ$  et de  $60^\circ$ , afin de montrer que ces résultats, par leur rapprochement des valeurs déjà connues pour la réfraction de l'eau, deviennent des épreuves de contrôle entre les deux méthodes et par rapport aux autres procédés, eu égard toutefois aux conditions défavorables dans lesquelles les valeurs suivantes ont été déterminées.

GRANDEUR de l'angle d'émergence.	VALEUR DE L'INDICE DE RÉFRACTION DE L'EAU DISTILLÉE OBTENUE PAR	
	La première méthode.	La seconde méthode.
$60^\circ$ . . . . .	1,554872	1,554950
$50^\circ$ . . . . .	1,556010	1,556101

Les résultats figurant à la première ligne ont été obtenus moyennement à  $17^\circ,55$  de température de l'eau. Dans les deux séries d'expériences, sous l'angle  $50^\circ$ , la température du liquide est sensiblement restée à  $16^\circ,70$ .

Ces résultats concordent sensiblement entre eux et

s'écartent peu, leur moyenne 1,555485 surtout, de l'indice caractéristique de la raie E, qui est égal à 1,555851, à 18°,75, d'après Fraunhoffer. Cette raie est placée à la limite du jaune et du vert. Si la concordance entre ces résultats, supposés obtenus à la même température, avait été parfaite, ils eussent représenté l'indice *moyen* de l'eau, puisqu'ils ont été déterminés sans effet de dispersion apparent par ce liquide. Mais ces valeurs présentent de petites différences; elles nécessitent ici des explications qui sont appelées à justifier entièrement l'emploi des méthodes proposées.

La cause principale de ces écarts dérive incontestablement des défauts qui sont inhérentes à l'instrument que j'ai employé comme cathétomètre. Il importe de remarquer d'abord que les valeurs de  $e$  et  $e'$  doivent être relevées avec une grande précision, et qu'il faut éviter les erreurs plus encore à leur égard qu'à celui de l'angle  $\alpha$ . En effet, si nous supposons cet angle bien déterminé, et qu'il reste constant pendant une série d'observations sur le même liquide, les quantités  $e$  et  $e'$ , qui figurent à la seconde puissance dans les formules citées, seront seules variables. Si la mesure de l'une ou de toutes deux est entachée d'erreur, les valeurs de  $n$  seront sensiblement discordantes, malgré l'exactitude de la mesure de l'angle  $\alpha$ , pendant la même série d'expériences. Ajoutons que les résultats déduits de la seconde méthode, seront plus exposés à être affectés par des défauts de graduation du cathétomètre que ceux obtenus avec la première, parce que les mesures de  $e$  et  $e'$  se déduisent de trois positions de l'équipage mobile sur la colonne graduée de l'instrument; tandis que dans la première méthode, la mesure de  $e$  dépend de deux positions seulement de l'équipage, et que la



détermination de  $d$  est tout à fait indépendante de l'exactitude du cathétomètre, ainsi qu'on l'a vu plus haut.

Ces indications générales nous montrent combien il est nécessaire que les mesures cathétométriques soient prises avec précision. Or, il ne m'a pas été possible de satisfaire à cette condition, car l'instrument dont je me suis servi, en guise de cathétomètre, est un appareil de petite dimension, qui ne présente point toutes les garanties de précision voulue, comme je l'ai constaté, entre autres, à l'égard de la graduation de son vernier. En présence de ces conditions défavorables, je me crois en droit d'attribuer les écarts entre les résultats cités à ces vices de construction, et nullement à un défaut dépendant des méthodes proposées. Je suis persuadé que mes résultats eussent été en parfaite concordance sans cette privation d'un instrument convenable, qui a été cause, en partie, du retard que j'ai mis à publier des méthodes inventées depuis quelques années. Nul doute pour moi, que cette prévision de concordance parfaite ne se vérifie à l'égard d'un observateur qui opérera avec un bon cathétomètre, et en prenant les précautions convenables.

Quant à l'instrument à l'aide duquel j'ai mesuré l'angle d'émergence, c'est un excellent théodolite qui fait connaître les angles verticaux à 30'' près et qui avait été rectifié; on ne peut donc lui attribuer les écarts signalés, quoiqu'ils soient un peu plus prononcés entre les mesures prises sous des angles différents qu'entre les valeurs obtenues avec le même angle (\*).

---

(\*) Il est important de faire remarquer ici qu'il est possible de calculer exactement, au moyen des observations sur la réfraction du liquide elles-mêmes, l'erreur constante  $x$  qui, par défaut de réglage parfait du cercle

Malgré les précautions sur lesquelles je viens de m'étendre, les procédés décrits sont susceptibles d'une plus grande exactitude, me paraît-il, que la méthode de mesure de la réfraction des liquides dite du prisme-flacon, dans laquelle il faut mesurer deux angles, d'abord celui au sommet du prisme, puis l'angle de déviation *minimum* pendant l'observation. Or, les instruments tels que le goniomètre de M. Babinet, employés à cet usage, ne donnent le plus souvent les angles qu'à une minute près. Dans les procédés décrits, il n'y a qu'une seule mesure angulaire à prendre, et l'exactitude de sa détermination peut être

mesurant les angles d'émergence, affecterait la grandeur de ceux-ci dans le second procédé, pourvu que les mesures d'épaisseur de la couche liquide aient été prises exactement à l'aide d'un bon cathétomètre.

Soit  $\alpha$  l'angle fautif qui, avec les mesures cathétométriques exactes  $e, e'$ , doit servir à calculer la réfraction du liquide; si l'on connaissait l'erreur constante  $x$  résultant du défaut de réglage du cercle, la puissance réfractive serait calculée au moyen de la formule (4), qui est propre à la seconde méthode, et nous aurions exactement, mais sans préciser d'abord la valeur absolue du signe de  $x$  :

$$n^2 - 1 = \left( \frac{e'^2 - e^2}{e^2} \right) \cos^2 (\alpha + x).$$

Pour une seconde observation opérée sur le même liquide, sous un autre angle  $\alpha'$  entaché de la même erreur  $x$ , et à laquelle correspondraient les mesures cathétométriques précises  $a$  et  $a'$ , nous aurions aussi exactement :

$$n^2 - 1 = \left( \frac{a'^2 - a^2}{a^2} \right) \cos^2 (\alpha' + x).$$

Ces deux expressions sont rigoureusement égales, puisque les angles  $\alpha, \alpha'$  figurent avec la correction  $x$  et que les mesures cathétométriques sont exactes; nous aurons ainsi :

$$\cos (\alpha + x) = \cos (\alpha' + x) \frac{e}{a} \sqrt{\frac{a'^2 - a^2}{e'^2 - e^2}}.$$

poussée aussi loin que possible avec un cercle vertical ré-  
pétiteur, comme je l'ai dit plus haut. De plus, la réfraction  
s'effectuant à la surface libre du liquide, il n'y a aucune cor-  
rection variable à introduire dans les résultats obtenus,  
par suite du défaut d'égalité d'épaisseur des lames de verre,  
ou du non-parallélisme parfait entre les glaces qui limitent  
un milieu à faces parallèles.

Rappelons encore que le nombre de déterminations de  
l'indice du liquide, dans de mêmes conditions, étant illi-  
mité, selon que l'on fait varier successivement l'angle  $\alpha$  ou  
l'épaisseur  $e$ , les résultats particuliers obtenus seront sus-

Si nous représentons par  $q$  le facteur

$$\frac{e}{a} \sqrt{\frac{a'^2 - a^2}{e'^2 - e^2}},$$

dont la valeur numérique est exactement connue; si nous développons  
ensuite  $\cos(\alpha + x)$  et  $\cos(\alpha' + x)$ , nous obtiendrons aisément :

$$\text{tang } x = \frac{\cos \alpha - q \cos \alpha'}{\sin \alpha - q \sin \alpha'}.$$

Selon que la valeur numérique de  $\text{tang } x$  déduite de ce calcul sera posi-  
tive, négative ou nulle, la correction constante  $x$  sera additive, soustrac-  
tive ou tout à fait nulle. Dans ce dernier cas, les déterminations de  $\alpha$  et de  
 $\alpha'$  seront exactes.

Si, pour plus de sûreté dans la détermination de  $x$ , on combine les élé-  
ments d'une troisième observation avec ceux de la première ou de la  
seconde, et que l'on retrouve exactement ou à très-peu près la même valeur  
de  $\text{tang } x$ , c'est que l'erreur  $x$  a été réellement constante dans les trois  
observations. Dans le cas contraire, il faudra en conclure que l'erreur a  
varié, ou que, parmi toutes les mesures cathétométriques, il en est de fau-  
tives. Ce calcul particulier offrira donc un moyen précieux de retrouver  
l'origine d'écart sensible entre des résultats obtenus, pour une même  
substance.

ceptibles d'être traités par la méthode des moindres carrés, pour fixer ainsi la valeur rigoureuse du résultat final.

Mais la spéculation théorique est en droit d'élever une objection contre les méthodes nouvelles, en demandant à quelle couleur du spectre faudra-t-il rapporter un indice qui sera déterminé à l'aide de procédés où il ne se manifeste aucune dispersion apparente? Les avantages que je viens de faire valoir ne seraient-ils point pour ainsi dire illusoire, en présence des remarquables travaux de MM. Kirchhoff et Bunsen sur les raies du spectre, travaux qui ont accru l'importance de ces lignes, déjà choisies antérieurement comme des points de repère auxquels il convient de rapporter les indices des substances réfringentes? Cette objection perd beaucoup de sa valeur en présence de l'artifice que M. Plateau a bien voulu m'indiquer pour résoudre la difficulté qu'il souleva lui-même, lorsque je le consultai afin de m'assurer si déjà ma première méthode n'avait pas été proposée. Le moyen très-efficace indiqué par ce savant consistera à éclairer la règle divisée, suspendue au sein du liquide, en y projetant l'une ou l'autre couleur du spectre. On conçoit en effet que, dans la première méthode, si la division  $A'$  de la règle coïncide avec le centre du réticule quand elle est éclairée par la lumière blanche, il n'en sera plus ainsi lorsque, sans changer l'angle  $\alpha$  ou l'épaisseur de la couche liquide, on projettera la teinte rouge ou la teinte violette du spectre sur cette division. Dans le premier cas, la coïncidence aura lieu en deçà de la division  $A'$  par rapport à la division  $A$ , puisque les rayons rouges sont moins réfringibles; et dans le second cas, la coïncidence se présentera au delà de cette division, à cause de la réfrangibilité plus grande des rayons violets. Dans l'emploi du second procédé, on aura recours à un artifice

semblable, en terminant préalablement la tige du cathétomètre par une pointe de porcelaine blanche, que l'on éclairera successivement avec les diverses couleurs du spectre, lors des expériences.

Je terminerai en indiquant comme applications particulières des méthodes nouvelles, d'abord les recherches concernant l'influence de la température ou celle de diverses substances mélangées sur la réfraction des liquides pris en masse; ces sujets importants ont été déjà l'objet des travaux de plusieurs savants, mais entre certaines limites qu'il sera facile de dépasser maintenant. Il devient également plus aisé de mesurer la puissance réfringente de substances, telles que la cire, les graisses, l'acide stéarique, le soufre, qui, lorsqu'elles sont amenées à l'état liquide par l'action de la chaleur, jouissent, au voisinage de leur point de fusion et sous certaines limites d'épaisseur, d'une transparence suffisante pour leur appliquer le second procédé. Si l'on se rappelle une remarque que fit Newton sur la grandeur des puissances réfrangibles du diamant et des huiles, et d'après laquelle ce grand génie soupçonna la présence d'une matière combustible dans le diamant, il n'est pas indifférent aux progrès de la liaison théorique à établir entre les fluides calorifique et lumineux, de poursuivre les recherches sur l'action exercée à l'égard de la lumière par le plus grand nombre possible des substances combustibles.

Enfin, imaginons que l'on ait superposé dans un vase deux ou trois liquides qui ne se mêlent point, tels que le sulfure de carbone, l'eau et une huile ou une essence transparente et plus légère que l'eau; ces liquides constitueront des milieux terminés par des surfaces parfaitement parallèles et horizontales. Il sera utile de reconnaître,

par l'application de la seconde méthode, si l'indice de réfraction de deux substances liquides contiguës est alors rigoureusement égal au rapport de leurs indices absolus. Je soulève un doute, parce qu'ici les surfaces de deux de ces fluides superposés ne sont plus entièrement *libres*, comme elles le sont au contact de l'air; il s'exerce alors entre les couches infiniment minces, qui sont voisines des surfaces de séparation, des attractions de l'ordre des actions capillaires : or malgré la non-adhérence des liquides, ces attractions ne sont plus rigoureusement les mêmes que celles qui s'exercent à la surface libre d'un des fluides. Il n'est pas tout à fait impossible, me semble-t-il, que ces actions ne modifient différemment la densité des couches liquides indiquées, au point de rendre ces faibles modifications sensibles à l'expérience, par leur influence sur la lumière réfractée.

—

*Notice sur une nouvelle espèce de PECTEN et observations sur le PECTEN DUWELSII; par M. H. Nyst, membre de l'Académie.*

Les deux espèces dont il s'agit, le *Pecten Brummelii* et le *Pecten Duwelsii*, appartiennent l'un et l'autre au crag inférieur d'Anvers. La première, qui est nouvelle, y a été découverte par M. Brummel, à qui nous la dédions, ainsi que par M. l'adjutant-major Henne, qui sait si bien mettre à profit pour la science les moments de loisir que lui laisse son service.

Nous espérons que son zèle trouvera beaucoup d'imitateurs, car c'est aussi être utile à sa patrie que de faire connaître les richesses paléontologiques et autres qu'elle renferme.

## 1° PECTEN BRUMMELII Nob.

Cette espèce, qui fait partie de la section des *Janira Schümi* (*Neithea* Drouët), se distingue très-facilement de ses congénères fossiles des environs d'Anvers. Elle se rapproche par sa forme du *Pecten Westendorpii* et par ses autres caractères de notre *P. Duwelsii*, avec lesquels elle ne saurait cependant être confondue. Sa coquille est fortement inéquivalve. Sa valve inférieure est très-bombée, pourvue de quinze fortes côtes longitudinales très-saillantes et très-régulières, qui portent chacune quatre sillons fortement squamuleux; à interstices profonds et lisses, si ce n'est vers la base, où l'on voit trois stries médianes également longitudinales et finement écailleuses, comme celles du *Pecten Duwelsii*; mais ces écailles sont souvent tubiformes. Au contraire, la valve supérieure est très-plate, légèrement concave vers les crochets, couverte aussi de quinze fortes côtes, qui correspondent à celles de la valve inférieure, qui sont aussi couvertes de trois ou quatre et même quelquefois de cinq rangées de squamules longitudinales et tubiformes qui sont très-régulièrement espacées; les interstices des côtes sont, comme dans l'autre valve, profonds et lisses, si ce n'est aussi vers les bords de la coquille, où l'on aperçoit trois ou quatre stries longitudinales et très-finement écailleuses. Les oreillettes, à peu près égales, sont pourvues de nombreuses stries, dont quelquefois alternativement une fine et une autre plus prononcée.

Ce beau peigne mesure soixante et un millimètres de longueur, sur une largeur semblable, et dix-sept à dix-huit millimètres d'épaisseur.

2° PECTEN DUWELSH Nyst. — *Bulletins de l'Académie de Belgique*, vol. XII, n<sup>os</sup> 9 et 10, p. 202, I pl.

Nous ne connaissions jusqu'ici que la valve supérieure de cette espèce, et notre départ d'Anvers nous avait empêché de continuer nos recherches dans le but de découvrir sa valve inférieure.

C'est à l'obligeance de notre confrère, M. Dubus, que nous sommes redevable d'avoir pu combler cette lacune et heureux de lui en témoigner ici notre gratitude. La dissemblance entre ces deux valves est très-remarquable.

L'on sait que, dans certains pecten, et surtout dans ceux du sous-genre (*Janira Schümi*) *Neithea* Drouët, les deux valves diffèrent entre elles, en ce que l'une est généralement très-bombée, tandis que l'autre est très-plate. C'est ainsi que les choses se présentent dans les *P. Jacobaeus maximus* et *Ziczac* parmi les espèces vivantes, et chez les *P. grandis* et *P. complanatus*, qui sont probablement les analogues fossiles de ces deux premières espèces. Mais dans d'autres, faisant partie du sous-genre *Amusium* Megerle, la différence entre la valve supérieure et inférieure réside surtout dans leur mode de coloration; il en est ainsi dans les *P. pleuronectes* et *Japonicus*, où l'une des valves est entièrement brune et l'autre blanche. Enfin dans une troisième catégorie, la dissemblance des valves provient du mode d'ornementation.

C'est dans cette dernière subdivision que doit prendre place le *P. Duwelsii* à côté du *P. spinulosus* Münster (1), non M'Coy (2), qui est une espèce des terrains paléozoïques de

(1) Goldf., *Petref. Germ.*, pl. XCV, fig. 5 (1856).

(2) M'Coy, *Syn. of Ireland*, pl. XVII, fig. 1 (1844).



l'Irlande, qui a été désignée depuis, par d'Orbigny, sous le nom de *P. subspinulosus* (1), pour la différencier de celle du bassin tertiaire de Vienne.

Nous avons déjà dit, en décrivant le *Pecten Duvelsii*, que sa valve supérieure est pourvue de douze ou treize côtes légèrement convexes et assez larges, couvertes à leur tour d'autres petites côtes longitudinales et écailleuses, etc. Dans la valve inférieure, qu'il nous reste à décrire, les côtes varient de douze à quatorze, sont moins larges, plus saillantes, plus arrondies, et entièrement dépourvues des sillons longitudinaux et squamuleux qui caractérisent la valve supérieure. Dans les interstices des côtes, on en aperçoit une très-fine médiane, qui prend naissance vers le milieu de la coquille et se dirige vers les bords inférieurs de la valve, où elle est toujours plus prononcée. A la base des parties latérales de chaque grosse côte, une autre très-fine se dirige dans le même sens, en prenant naissance, comme la médiane, vers les deux tiers de la coquille. Ces trois fines côtes intermédiaires sont très-délicatement écailleuses. Enfin, toute la valve est recouverte de fines stries transversales produites par les accroissements de la coquille. L'exemplaire que nous avons sous les yeux mesure quatre-vingt-huit millimètres de longueur sur quatre-vingt-seize de largeur.

Ayant pu comparer avec notre espèce le *Pecten spinulosus* Münst., que nous tenons de l'obligeance de M. Hörnes, auteur du superbe travail sur les fossiles du bassin tertiaire de Vienne, et que M. d'Orbigny range parmi les fossiles du terrain falunien B, nous avons reconnu qu'il existe

---

(1) D'Orbigny, *Prodrome de paléontologie*, vol. I, p. 638 (1847).

de grands rapports entre ces deux peignes ; cependant une taille constamment beaucoup moindre, ainsi que l'absence dans le *P. spinulosus* de fines côtes à la base des grosses, nous autorisent, croyons-nous, à voir au moins dans le *Pecten Duwelsii* une variété locale de l'espèce décrite par l'auteur allemand.

C'est dans la partie supérieure du crag noir appartenant au système diestien, et dans les travaux de l'enceinte, que le *Pecten Duwelsii* a été recueilli à Anvers, en compagnie d'une huître à forme gryphoïde et à valve supérieure concave, que nous avons désignée dans notre collection sous le nom d'*Ostrea Waelii*, nom qu'elle porte aussi dans les listes de notre faune fossile qui figurent dans la septième édition de l'*Abrégé de géologie* de notre savant et honoré confrère M. d'Omalius d'Halloy.

Nous nous proposons de publier plus tard un travail supplémentaire sur les fossiles tertiaires de la Belgique, et nous y donnerons les figures des deux coquilles qui font l'objet de cette note.



*Sur les fouilles faites dans le Trou des Nutons, près de Furfooz ; par M. Van Beneden, membre de l'Académie.*

La classe a demandé dernièrement au Ministre de l'intérieur de vouloir bien mettre le docteur M. E. Du Pont à même d'explorer quelques-unes des nombreuses cavernes de la province de Namur.

M. le Ministre a compris toute l'importance de ces fouilles et il a mis M. Du Pont à même de mettre la main à l'œuvre.

Les fouilles ont été immédiatement entreprises, et la classe apprendra sans doute avec intérêt que le résultat des premiers travaux a dépassé toute attente.

M. Du Pont a commencé ses explorations par le *Trou des Nutons*, près de Furfooz, à deux lieues de Dinant.

Cette grotte s'ouvre dans la vallée de la Lesse, à quarante ou cinquante mètres au-dessus de l'étiage de cette rivière. Elle est orientée S. 20° O.

Le sondage a donné huit mètres de profondeur pour les sédiments à l'entrée, et deux mètres cinquante centimètres au fond.

A peine les premiers travaux de déblai avaient-ils eu lieu et après avoir fait sauter par la mine des stalagmites et quelques blocs qui gênaient les travaux, que divers objets d'un haut intérêt paléontologique et archéologique ont été mis au jour et faisaient espérer une abondante récolte.

Sur l'invitation de M. Du Pont, je me suis rendu sur les lieux, et c'est en son nom que je viens rendre compte à la classe du résultat des premiers travaux.

Nous espérons pouvoir publier plus tard en commun la description des pièces les plus importantes et obtenir la collaboration de M. Hauzeur, qui a fait faire un si grand pas à l'archéologie de la province de Namur.

Nous avons déjà reconnu des débris de plus de vingt espèces d'animaux, parmi lesquels nous citerons :

L'ours des cavernes, le renne, le grand cerf d'Écosse (*Megaceros hibernicus*), le cheval, le bœuf, un antilope, des sangliers, des chauves-souris, des *Arvicola amphibia*, le lièvre et quelques autres rongeurs, le renard, le putois, des *Felis*.

Une grande quantité d'os d'oiseaux et de vertèbres de poissons.

Les os qui abondent sont ceux de renne. L'ours n'y est représenté que par quelques os dont les épiphyses sont encore distinctes.

Sous le rapport archéologique, nous citerons parmi les objets les plus importants :

Des silex taillés, au nombre de plus de cent cinquante, la plupart sous forme de couteaux, et deux en forme de pointe de flèche ;

Une pointe de lance de bronze, un grain de collier gaulois, des médailles romaines, divers ustensiles des Francs, des monnaies, etc.

Nous n'avons trouvé ni ossements humains, ni coprolithes d'ours, ni mammouths, ni rhinocéros, et si l'absence de certains objets ne présente en général qu'un médiocre intérêt, il n'en sera pas de même ici dans le Trou des Nutons, puisque cette petite grotte sera explorée jusqu'au fond avec le plus grand soin. Pas un osselet, pas un caillou ne pourra échapper, et rien n'a été enlevé ni remué depuis que les silex travaillés y sont déposés.

Nous pourrons, par conséquent, signaler avec une exactitude absolue non-seulement le nombre d'individus de chaque espèce, mais même les membres ou les parties du corps qui ont été introduits successivement.



*Séance du 6 août 1864.*

M. SCHAAR, président de l'Académie.

M. AD. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. d'Omalus d'Halloy, Wesmael, Stas, De Koninck, Van Beneden, A. De Vaux, de Selys-Longchamps, Nyst, Liagre, Duprez, Brasseur, Dewalque, Ernest Quetelet, *membres*; Donny, Montigny, Candèze, *correspondants*.

M. Éd. Fétis, *membre de la classe des beaux-arts*, assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

---

L'Académie royale des sciences de Madrid fait parvenir ses dernières publications, parmi lesquelles on remarque deux volumes in-folio renfermant les ouvrages d'astronomie du roi don Alphonse X de Castille, connus sous le nom de *Tables Alphonsines*.

M. le Ministre de l'intérieur adresse un exemplaire de *l'Iconographie des helminthes ou des vers parasites de l'homme*, par M. Van Beneden, ainsi que le *Catalogue des collections composant le Musée royal d'antiquités, d'armures et d'artillerie de Bruxelles*. — Remerciments pour ces dons différents.

— M. A. Bellynck fait parvenir les résultats de ses observations sur les phénomènes périodiques des plantes observés à Namur pendant l'année 1863.

— M. Grischenko, étudiant à l'université de Gand, présente une notice manuscrite contenant le résultat de ses *Recherches alcalimétriques*. M. Stas est invité à examiner ce travail.

— M. le secrétaire perpétuel fait connaître qu'il a reçu, dès à présent, une réponse manuscrite à la question sur la composition chimique des aciers, pour le concours de la classe dont le terme fatal n'expire qu'au 20 septembre prochain.

— L'Institut libre de Francfort-sur-Main pour la propagation des sciences, des arts et de l'éducation générale

fait parvenir à l'Académie le prospectus d'une assemblée générale des savants allemands qui aura lieu à Giessen du 18 au 19 septembre prochain, et qui s'occupera de la *Supputation scientifique de la longueur de l'année*, à l'effet d'introduire une nouvelle réforme dans les calendriers Julien et Grégorien.

---

RAPPORTS.

---

*Sur l'eau minérale du puits artésien d'Ostende.*

*Rapport de M. De Koninck.*

M. le Ministre de l'intérieur ayant transmis à l'Académie une note que ce haut fonctionnaire avait reçue lui-même de l'administration communale d'Ostende, vous m'avez fait l'honneur de me nommer membre de la commission chargée d'examiner ce petit travail. Celui-ci, rédigé par MM. Sobry et Goffin, ne comprend que le résultat de l'analyse à laquelle les auteurs ont soumis l'eau du puits artésien d'Ostende et la comparaison de cette analyse à celle des eaux de Tœplitz, de Vichy, de Mont-Dore, de Spa (1) et de Seltz.

Suivant eux, l'eau d'Ostende *doit être classée parmi les eaux minérales alcalines et ferrugineuses et peut rivaliser*

---

(1) Il est à remarquer que MM. Sobry et Goffin semblent ignorer l'analyse de cette eau, faite avec le plus grand soin en 1850, par notre savant confrère M. Plateau et publiée dans le t. XVII de nos *Mémoires*, puisqu'ils adoptent dans leur tableau une analyse de Bergmann antérieure à celle-ci.

*avec celles qui sont le plus répandues et le plus en vogue.*

Je ne crois pas devoir discuter cette dernière opinion sur laquelle l'Académie de médecine serait bien plus compétente à se prononcer que ne l'est la classe des sciences.

Mais il est un autre point de ce travail que je ne puis pas laisser passer inaperçu.

Si je comprends bien le peu de mots que les auteurs consacrent aux propriétés des eaux analysées par eux, ils semblent croire que ces eaux sont potables et propres à tous les usages domestiques et culinaires.

Sous ce rapport, il m'est impossible d'être de leur avis, et il suffira d'avoir goûté une fois des eaux artésiennes d'Ostende pour être persuadé qu'elles ne sont pas plus potables que ne le sont celles de la mer dont elles sont si voisines.

La quantité considérable de matières fixes qu'elles renferment et qui, d'après mes propres analyses, se trouvaient être de 2<sup>gr</sup>,687, au mois de mars 1860, et s'élèvent actuellement jusqu'à 5<sup>gr</sup>,05, suffiraient d'ailleurs pour émettre cette opinion : c'était aussi celle de la commission qui a été chargée en 1860, par M. le Ministre de l'intérieur, de l'examen de ces eaux.

Ayant eu l'honneur de faire partie de cette commission, je me suis livré à d'assez longues recherches sur la nature des eaux artésiennes d'Ostende, et je les ai soumises à diverses analyses.

La première de ces analyses a été faite sur des eaux recueillies à la source même au commencement de l'année 1860. Elle a été exécutée avec tous les soins nécessaires et elle m'a fourni 2<sup>gr</sup>,687 de matières fixes par litre de liquide.

La moyenne de mes diverses opérations, qui d'ailleurs



ne différaient pas sensiblement les unes des autres, m'a donné :

Chlorure sodique . . . . .	gr. 1,565
Sulfate sodique . . . . .	0,605
Carbonate sodique . . . . .	0,651
Chlorure potassique . . . . .	0,025
Carbonate magnésique . . . . .	0,054
Alumine avec traces d'oxyde ferrique . . . . .	0,007
Silice . . . . .	0,005
Matière organique et perte. . . . .	0,001
	gr. 2,687 (1)

A cette époque, je n'ai pu reconnaître la présence d'aucune trace d'acide phosphorique, ni d'iode, ni de brome, quoique ces deux derniers corps eussent été signalés (à tort probablement) par un chimiste ostendais.

Quelque temps après, j'eus l'occasion de me procurer de l'eau recueillie par M. le docteur Verhaegen, en 1859, au moment où la sonde atteignit la première nappe jailissante.

Quoique cette eau eût la réputation d'être moins salée que celle des sources mélangées, elle me donna par litre un résidu de 2<sup>gr</sup>920, contenant :

Chlorure sodique. . . . .	gr. 1,215
Sulfate sodique . . . . .	0,472
Carbonate sodique, etc. . . . .	1,255

Vers la fin de l'année 1860, une certaine quantité d'eau

(1) Je crois devoir faire remarquer que des recherches faites au moyen des eaux mères, obtenues par l'évaporation de dix litres d'eau, ne m'ont fourni que des résultats négatifs sur la présence du *caesium* et du *rubidium* à l'aide du spectroscope.

ayant été puisée, par les soins de la commission, à une profondeur de 300 mètres, de manière qu'il ne pût s'y trouver mélangée qu'une minime quantité d'eau des sources supérieures, cette eau a laissé un résidu de 2<sup>gr</sup>,856 par litre.

Ce résidu était composé de :

Chlorure sodique. . . . .	1,710 <sup>gr</sup>
Sulfate sodique . . . . .	0,092
Carbonate sodique, etc. . . . .	1,054
Matière organique. . . . .	traces.

En 1862, des mesures ayant été prises pour arriver à l'isolement des eaux de chacune des trois sources qui avaient été rencontrées pendant le forage du puits, la première à 175 mètres, la seconde à 185 et la troisième à 298 mètres au-dessous de la surface du sol, un litre de chacune de ces eaux m'a fourni un résidu fixe :

I. . . . .	2,762 <sup>gr</sup>
II. . . . .	2,950
III. . . . .	3,428

D'où il résulte que la quantité de matière fixe contenue dans l'eau croît en raison directe de la profondeur à laquelle elle est puisée. Ceci n'a rien de bien surprenant, mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que la quantité de chlorures contenus dans ces diverses eaux s'accroît dans la même proportion, tandis que la quantité de carbonate sodique reste sensiblement la même pour chaque source.

En effet, un litre de chacune de ces eaux m'a fourni :

I. . . . .	0,715 <sup>gr</sup> de chlore correspondant à	1,177 <sup>gr</sup> de chlorure sodique.
II. . . . .	0,935 — — —	1,554 — —
III. . . . .	1,182 — — —	1,975 — —

En déduisant ces trois dernières quantités de chacun des résidus correspondants, on trouve :

I. . . . .	2,762	—	1,177	=	1,585
II. . . . .	2,930	—	1,554	=	1,416
III. . . . .	3,428	—	1,975	=	1,453

représentant les quantités de carbonates et de sulfates métalliques contenues dans les diverses sources.

Je ne serais pas entré dans tous les détails que je viens de vous communiquer, messieurs, si je n'avais pas cru qu'ils serviraient à démontrer que la commission à laquelle j'ai déjà fait allusion n'a rien négligé pour s'assurer des qualités des eaux artésiennes d'Ostende, et que son opinion sur l'impossibilité d'en faire usage comme boisson habituelle, même en isolant la source la moins chargée de matières salines, n'a pas été émise légèrement. Ces eaux peuvent tout au plus être employées à la cuisson des légumes et au lessivage.

L'analyse faite par MM. Sobry et Goffin, sur laquelle ces auteurs viennent de publier quelques détails dans le *Journal de pharmacie d'Anvers* et qui se rapproche beaucoup de la mienne, suffirait d'ailleurs pour prouver mon assertion.

La faible différence que l'on remarque entre les deux analyses peut provenir des changements subis par les eaux depuis l'époque à laquelle je les ai examinées. Toutefois MM. Sobry et Goffin me paraissent avoir négligé la recherche de l'alumine; j'en ai cependant bien positivement constaté la présence, quoique la quantité en fût très-minime, en même temps que celle de l'oxyde ferrique.

D'après ces auteurs, les eaux artésiennes d'Ostende fournissent un résidu fixe de 5<sup>gr</sup>,05 par litre de liquide.

Ce résidu est composé comme suit :

Acide carbonique en partie libre et en partie combiné 1<sup>er</sup>,12.

Chlorure sodique . . . . .	gr. 1,462
Sulfate sodique . . . . .	0,695
Carbonate sodique . . . . .	0,612
Chlorure potassique . . . . .	0,155
Carbonate magnésique . . . . .	0,065
Phosphate sodique. . . . .	0,015
Oxyde ferrique . . . . .	0,012
Silice . . . . .	0,010
Perte . . . . .	0,048
TOTAL. . . . .	gr. 5,050 (1)

Je conclus donc en proposant à l'Académie d'émettre l'avis : 1° Que les eaux artésiennes d'Ostende renferment une trop grande quantité de matières salines pour servir d'eaux potables ayant les qualités requises de salubrité et de fraîcheur (2);

2° Que, par leur nature, ces eaux doivent être classées parmi les eaux minérales alcalino-salines;

3° Que l'Académie n'est pas compétente pour apprécier les propriétés médicales de ces eaux. »

(1) En admettant que la quantité de matière fixe obtenue par MM. Sobry et Goffin soit exacte, on peut en conclure que les trois sources connues fournissent actuellement, chacune, à peu près la même quantité d'eau, puisque la moyenne des trois résidus obtenus par l'évaporation d'un litre d'eau de chacune s'élève à 5<sup>gr</sup>,047, contenant 1<sup>gr</sup>,561 de chlorure sodique. Comme on le voit, ces chiffres se rapprochent très-fort de ceux de 5<sup>gr</sup>,050 et 1<sup>gr</sup>,462, indiqués par les auteurs de la notice.

(2) Elles accusent généralement + 19° au thermomètre centigrade.

*Rapport de M. A. De Vaux.*

« Dès 1862, M. le docteur Van den Corput, chimiste du Musée de l'industrie, ayant procédé à l'analyse des sources rencontrées, à divers niveaux, dans le forage d'Ostende, a émis l'opinion que ces eaux paraissaient, vu leur composition, devoir être rangées au nombre des eaux minérales curatives.

La même idée reproduite récemment par MM. Sobry et Goffin constitue l'un des points sur lesquels la classe des sciences est consultée par M. le Ministre de l'intérieur. Les explications données par notre honorable confrère M. de Koninck, dans son rapport du 21 de ce mois, complètent à ce sujet tous les éléments que nous pouvons introduire dans la question et justifient pleinement la conclusion qui proclame notre incompétence pour décider, à priori, des propriétés médicales de ces eaux et pour les classer dans la liste des eaux minérales connues.

Quant à la question, qui nous est également soumise de savoir si ces eaux jouissent en même temps de l'avantage de pouvoir servir, sans inconvénient, à tous les besoins des ménages et notamment à l'usage de la table, il y est répondu négativement par notre savant rapporteur et par la commission gouvernementale dont il a rappelé les travaux (1), et cela par le motif que lesdites eaux renferment une trop forte proportion de matières salines pour

---

(1) Telle était aussi l'appréciation du docteur Van den Corput déjà citée.

pouvoir être considérées comme eaux potables ayant les conditions requises de salubrité et de fraîcheur.

Cette conclusion serait aussi la mienne, sans aucune restriction, si je ne tenais compte que du fait de l'impureté et de la saveur désagréable que je leur ai reconnue moi-même à plusieurs reprises de 1860 à 1862; mais je crois devoir faire remarquer qu'il existe ici un élément d'appréciation pratique et très-direct que l'on aurait tort de négliger : Depuis plus de trois ans, les eaux du puits artésien sont à la libre disposition des habitants; qu'on nous dise, en dehors de toute considération scientifique, si l'emploi en est de plus en plus recherché par le public? à quels usages et dans quelles limites elles lui servent? dans combien de ménages elles sont exclusivement choisies pour le service culinaire et comme boisson? enfin si, dans ces ménages, la Faculté n'a eu à constater aucune conséquence fâcheuse de ce changement de régime alimentaire?

On le voit, il ne s'agit ici que de faits dont la connaissance appartient à l'autorité locale et aux médecins de la ville.

Si les réponses étaient de tous points satisfaisantes, s'il était établi que l'emploi de ces eaux dans l'alimentation se propage sensiblement et sans aucun inconvénient pour la santé, j'espérerais, mais alors seulement, que l'on ne poursuit pas une chimère, et alors aussi, m'associant au but utile qu'il s'agirait d'atteindre, j'insisterais fortement pour que l'on mit en œuvre les moyens proposés par la commission gouvernementale ou tous autres, à l'effet d'opérer la séparation plus ou moins complète des sources, opération évidemment favorable aux deux conditions à

remplir, puisqu'elle renforcerait les propriétés médicales des eaux du fond en même temps qu'elle diminuerait l'impureté et abaisserait la température de celles des nappes supérieures. »

*Rapport de M. Dewalque.*

« La question sur laquelle M. le Ministre de l'intérieur consulte l'Académie a une origine dont je dois commencer par vous dire quelques mots.

MM. Sobry et Goffin, pharmaciens à Ostende, ont présenté à la Société de pharmacie d'Anvers un *Mémoire sur le puits artésien d'Ostende, son eau, ses propriétés*. Ce travail a paru récemment dans le *Journal* de cette société avec le rapport de M. De Smedt. Les auteurs font connaître d'abord le résultat de leur analyse : il en résulte que cette eau renferme par litre plus de trois grammes de matières fixes composées presque exclusivement de chlorure, de carbonate et de sulfate sodiques. J'aurais bien quelques inadvertances à signaler; par exemple, les nombres inscrits en regard des chlorures de sodium et de potassium se rapportent aux chlorhydrates de soude et de potasse; mais, somme toute, les résultats diffèrent peu de ceux que notre habile confrère, M. De Koninck, avait présentés à la commission gouvernementale du puits d'Ostende et qu'il vient de vous rappeler, ainsi que de quelques dosages que j'ai moi-même exécutés à cette époque et depuis. Je préfère donner ici le résultat d'une analyse faite tout récemment à mon laboratoire par M. Fr. De-

walque, mon frère, conservateur-répétiteur de minéralogie à l'université de Liège. Il y a trouvé par litre :

Résidu total desséché à 150° . . . . .	2gr,7810.
Chlorure sodique . . . . .	1,5266 <sup>gr.</sup>
Carbonate sodique. . . . .	0,7181
Sulfate sodique. . . . .	0,5082
Phosphate hydrobisodique . . . . .	0,0070
Sulfate potassique . . . . .	0,5279
Carbonate magnésique . . . . .	0,0515
Carbonate calcique . . . . .	0,0205
Oxyde ferrique avec traces d'alumine . . . . .	0,0065
Silice . . . . .	0,0116
TOTAL. . . . .	<u>2,7575<sup>gr.</sup></u>

Le fer s'y trouve à l'état de carbonate ferreux; il est dissous, ainsi que les carbonates terreux, par un excès d'acide carbonique que l'on n'a pas cherché à doser, parce que l'eau que nous avons reçue renfermait une notable végétation. Le caesium, le rubidium et le lithium n'ont pu y être découverts jusqu'ici, pas plus que dans des eaux examinées il y a déjà quelques années.

MM. Sobry et Goffin ont ensuite comparé la composition de l'eau artésienne d'Ostende à celle de quelques-unes des eaux minérales les plus en vogue, Tœplitz, Vichy, le Mont-Dore, Spa et Seltz. Ils trouvent qu'elle peut hardiment rivaliser avec elles; et l'honorable rapporteur semble croire qu'elle est appelée à nous affranchir des eaux minérales étrangères. Néanmoins, si je comprends bien le peu que ces messieurs en disent, ce beau résultat ne les empêche pas de considérer l'eau d'Ostende comme potable.



Cette idée est clairement exprimée dans un résumé de leur travail, adressé par MM. Sobry et Goffin à l'administration communale d'Ostende. Selon eux, elle finira par convaincre les plus incrédules qu'elle est bonne pour les usages domestiques et culinaires. Copie de cette communication a été adressée par l'administration communale à M. le Ministre de l'intérieur, qui nous prie de lui faire connaître notre avis.

La première question à examiner est donc celle de savoir si l'eau fournie par le puits artésien d'Ostende peut être considérée comme une eau minérale : on peut hardiment y répondre par l'affirmative. Sa composition la range parmi les eaux alcalines-chlorurées sodiques ; la quantité de carbonate alcalin qu'elle renferme permet même de croire qu'elle possède une notable énergie ; mais je ne m'arrêterai pas sur ce sujet qui nous entraînerait dans l'examen de problèmes pour lesquels l'Académie royale de médecine serait plus compétente.

La seconde question est celle de savoir si cette eau est potable : on peut y répondre tout aussi nettement par la négative. La quantité de sels alcalins qu'elle renferme, et surtout celle du carbonate, s'opposent absolument à une autre conclusion : proposer pour l'alimentation d'une ville une eau à laquelle on reconnaît d'actives propriétés médicales ne me viendra jamais à l'esprit ; d'ailleurs sa température et sa saveur désagréable ont suffi pour que les habitants d'Ostende, qui l'estiment cependant pour d'autres usages domestiques, aient évité de se soumettre indistinctement à un traitement altérant. Aussi je maintiens l'opinion émise, à l'unanimité, par la commission gouvernementale.

Je conclus donc en proposant, comme vos deux autres commissaires, de faire connaître à Monsieur le ministre :

1° Que l'eau artésienne d'Ostende est une véritable eau minérale, qui doit être rangée parmi les eaux alcalines-chlorurées sodiques;

2° Que sa composition, indépendamment de sa température, ne permet pas de la considérer comme potable;

3° Que la classe des sciences n'est pas compétente pour apprécier ses propriétés médicales, ses indications et contre-indications. »

La classe décide que les rapports de MM. les commissaires seront communiqués à M. le Ministre de l'intérieur.

---

*Sur quelques effets curieux des forces moléculaires des liquides; par M. G. Vander Mensbrugghe.*

**Rapport de M. Plateau.**

« Le fait exposé par mon fils, et qui consiste en ce que l'eau de savon étalée dans l'air en nappe mince se convertit spontanément en bulles, diminue beaucoup l'importance d'une objection présentée contre l'hypothèse de l'état vésiculaire de la vapeur visible; mais on pouvait répondre que si ces vésicules existent, elles sont formées d'eau pure et non d'eau de savon, et mon fils n'avait pas réussi avec l'eau pure. Or M. Vander Mensbrugghe, en se plaçant dans des conditions plus favorables, c'est-à-dire en lançant le liquide d'une fenêtre élevée de sa maison, a vu parfaitement l'eau pure se façonner en bulles. Il a en outre es-

sayé d'autres liquides, l'alcool, l'huile de pétrole, etc., et il a encore obtenu le même résultat, ce qui porte à croire que tous les liquides sont susceptibles de s'arrondir en bulles creuses complètes.

L'auteur de la note décrit ensuite quelques expériences qu'il a faites au moyen de globules de mercure qu'il parvient à faire flotter sur l'eau; il regarde ces globules comme donnant le moyen le plus propre à constater les attractions et répulsions apparentes des petits corps flottants.

La note de M. Vander Mensbrugge me paraît intéressante, et j'espère que la classe voudra bien en ordonner l'insertion aux *Bulletins*. »

Ce rapport, auquel souscrit le second commissaire, M. Duprez, est adopté par la classe et l'impression du travail de M. Vander Mensbrugge est votée.

—

*Monographie des SPHÉNOPHYLLUM d'Europe; par*  
MM. Eugène Coemans et J.-J. Kickx.

**Rapport de M. Spring.**

« Profitant d'un séjour qu'ils ont fait près des riches collections paléontologiques de l'université de Bonn, MM. Eugène Coemans et J.-J. Kickx ont soumis à une révision le genre *Sphenophyllum*, qui n'a pas survécu à l'époque houillère. Après avoir exposé l'histoire botanique du genre, ils en établissent les caractères et la position dans le système. Successivement rangés parmi les palmiers, les conifères et les marsiléacées, par leurs prédécesseurs, les *Sphenophyllum* paraissent à nos auteurs

constituer un type à part dont la place serait parmi les Dicotylédones gymnospermes, conformément à l'opinion déjà émise par M. Ad. Brongniart : c'étaient, selon eux, des végétaux aquatiques ou tout au moins des plantes de marais.

Ils réduisent le nombre des espèces d'Europe décrites à six seulement, en faisant intervenir avec raison, à côté des caractères morphologiques, la considération de l'*habitat*.

Chaque espèce est décrite avec soin et sur des matériaux authentiques. La synonymie, si importante dans cette sorte de travaux, est exposée dans toute son abondance, de même que l'iconographie. Enfin, les lieux de provenance sont indiqués pour chaque espèce.

Deux planches, représentant les six espèces sont jointes au texte et faciliteront dorénavant la recherche des caractères botaniques. Si nous devons exprimer un regret, c'est que les auteurs n'aient pas eu l'occasion d'analyser et de figurer, au moins pour une espèce, les organes de fructification.

J'ai l'honneur de proposer à la classe de publier la monographie présentée par MM. Coemans et Kickx, en y comprenant les planches. »

---

**Rapport de M. De Koninck.**

« Le genre *Sphenophyllum* dont MM. E. Coemans et J.-J. Kickx ont soumis les espèces européennes à une nouvelle investigation critique, offre un véritable intérêt scientifique.

En effet, les botanistes ne sont pas encore bien d'accord sur la place qu'il convient de lui assigner dans le règne végétal. Les uns le rangent parmi les Cryptogames, les autres parmi les Dicotylédones gymnospermes. C'est néanmoins cette dernière opinion, émise d'abord par M. Ad. Brongniart, que les auteurs adoptent. Je regrette qu'il ne leur ait pas été possible d'étayer cette opinion sur des preuves définitives, et qu'ils ne soient pas parvenus à observer le fruit des végétaux qu'ils ont décrits avec méthode et talent. En outre, il eût été à désirer que les auteurs, avant de terminer leur travail, eussent eu l'occasion de visiter les collections de plantes fossiles de l'université de Liège et du musée de Mons. En étudiant, dans la première, la plupart des échantillons figurés par Sauveur et recueillis aux environs de Liège par lui et par Courtois; et, dans la seconde, les nombreux échantillons recueillis dans le Hainaut par Toilliez, ils auraient pu fixer définitivement les noms des espèces de *Sphenophyllum* figurées par Sauveur, et donner de meilleures indications sur les localités dans lesquelles ces plantes ont été découvertes en Belgique.

Je me joins à mon savant confrère, M. Spring, pour demander l'impression de l'excellente monographie de MM. Coemans et Kickx. »

Conformément au jugement de ses commissaires, la classe ordonne l'impression du mémoire de MM. Coemans et Kickx.

*Sur un nouveau chronoscope électrique à cylindre tournant, fondé sur l'emploi du diapason; par M. H. Valérius, professeur à l'université de Gand.*

**Rapport de M. Melsens.**

« La note de M. Valérius renferme la description d'un projet de chronoscope fondé sur l'emploi du diapason; elle n'est rédigée, comme l'auteur le déclare, qu'en vue de prendre date.

M. Valérius se propose de faire exécuter un appareil d'après les données de sa note, et compte mettre complètement hors de doute la valeur pratique des deux procédés qu'il décrit.

J'attendrai pour me prononcer que les appareils, avec tous leurs accessoires, soient construits et expérimentés pratiquement, ou prêts à servir aux expériences balistiques, fidèle en cela au principe qui a guidé les commissaires de l'Académie dans le rapport qu'ils lui ont présenté sur l'appareil de M. le lieutenant P. Le Boulengé.

L'auteur a cru devoir faire précéder les modifications qu'il propose d'une critique de l'appareil de M. le capitaine E. Schultz, de l'artillerie française; nous ne possédons aucun moyen d'apprécier cette critique et nous lui en laissons toute la responsabilité; nous ferons remarquer cependant que M. Schultz poursuit ses expériences depuis 1859, qu'il est à notre connaissance que son appareil donne des résultats pratiques exacts, fait qui nous a été assuré par des savants français. Déjà M. Froment, l'habile constructeur, en a exécuté plusieurs modèles pour des puissances transatlantiques.

Nous devons faire observer aussi que les critiques de M. Valérius portent sur un projet d'appareil qui a reçu d'importantes modifications depuis sa publication en 1859, et peut-être même depuis janvier 1862, époque à laquelle MM. E. Schultz et Lissazons ont présenté, à la Société d'encouragement, un des modèles construits par M. Froment.

M. Valérius ne revendique pas, comme de juste, l'application du diapason aux expériences balistiques; elle est incontestablement due à M. le capitaine Schultz, comme la mesure de temps infiniment courts au moyen des corps vibrants est due à Thomas Young (1), bien qu'on l'attribue souvent à d'autres savants dans la plupart des traités de physique. Cet illustre physicien, après avoir décrit un appareil analogue à celui de M. Duhamel, composé d'un cylindre vertical auquel on peut imprimer simultanément un mouvement de rotation et un mouvement vertical, ajoute (2) : « Cet instrument peut servir à mesurer sans » difficulté le nombre (*frequency*) des vibrations des corps » sonores, en leur appliquant un style qui décrira une

(1) Voir *A course of lectures on natural philosophy and the mechanical arts*. London, 1807, t. I<sup>er</sup>, p. 190.

(2) *By means of this instrument we may measure without difficulty, the frequency of the vibrations of sounding bodies, by connecting them with a point, which will describe an undulated path on the roller. These vibrations may also serve in a very simple manner for the measurement of the minutes intervals of time; for a body of which the vibrations are of a certain degree of frequency, be caused to vibrate during the revolution of the axis and to mark its vibrations on the roller, the traces will serve as a correct index of the time occupied by any part of the revolution and the motion of any body may be very accurately, compared with the number of alternations marked, in the same time, by the vibrating body.*

» trace ondulée sur le cylindre. Ces vibrations peuvent  
 » servir aussi, d'une manière bien simple, à mesurer de  
 » minimes intervalles de temps; car si l'on fait vibrer un  
 » corps dont les vibrations ont une certaine fréquence  
 » pendant que le cylindre tourne, et qu'on fasse mar-  
 » quer ses vibrations sur le cylindre, ces traces consti-  
 » tueront un index correct du temps occupé par une  
 » partie de la révolution, et le mouvement d'un corps  
 » quelconque peut être comparé avec le nombre des alter-  
 » nations marquées pendant le même temps par le corps  
 » vibrant. »

L'Académie me permettra d'ajouter quelques mots qui me sont personnels. Dans la séance du 6 février 1864, j'ai prié l'Académie d'ouvrir et de conserver dans ses archives un billet cacheté déposé le 5 mars 1859, contenant le principe de l'application du diapason à la mesure de la vitesse des projectiles, mesure qui se rattachait à mon travail sur la poudre. Mon but, à l'époque où je me suis occupé de cette question, consistait à prendre date sur le principe, en me ménageant dans l'avenir la possibilité de m'occuper de la question sans me placer sur un terrain que d'autres pouvaient choisir vers cette époque.

Le projet imprimé de M. Schultz a paru dans les premiers jours du mois de mars 1859; il avait donc été rédigé depuis quelque temps et présenté au comité de l'artillerie à Paris.

Les droits du savant capitaine français me paraissent incontestables.

Je rappelle le fait qui me concerne pour montrer tout l'intérêt qu'il y aurait à réaliser un appareil balistique exact et simple fondé sur l'emploi du diapason.

C'est ce motif qui m'engage à penser que la note de



M. Valérius mérite d'être imprimée dans les *Bulletins*. J'eusse cependant désiré voir disparaître quelques faits connus, ainsi que les observations critiques sur un appareil que les auteurs n'ont pas encore décrit avec les détails qu'il comporte. »

Je partage l'avis de M. Melsens, dit M. J. Duprez, sur la note de M. Valérius relative à un projet de construction d'un chronoscope à cylindre tournant, fondé sur l'emploi du diapason, et j'adhère aux conclusions de son rapport.

La classe décide que la note de M. Valérius sera imprimée et insérée dans le recueil des *Mémoires* in-octavo.



*Sur les vibrations des fils de verre attachés par une de leurs extrémités à un corps vibrant et libres à l'autre;*  
par M. H. Valérius, professeur à l'université de Gand.

**Rapport de M. Melsens.**

« L'auteur décrit dans son mémoire les expériences qu'il a faites sur les vibrations qui sont communiquées aux fils de verre, etc., par les corps sonores et principalement par les diapasons.

Les expériences paraissent avoir été faites avec soin et peuvent, comme le propose l'auteur, être projetées de manière à les montrer à un auditoire; la projection de l'image permet de mesurer la distance des nœuds avec facilité et avec une exactitude qui dépasse de beaucoup celle que l'on peut espérer d'atteindre par des mesures directes, auxquelles l'auteur a dû renoncer.

L'enchaînement des expériences, leurs modifications, leurs interprétations paraissent parfaitement logiques; la discussion entre les résultats du calcul et les faits observés sont de nature à faire admettre les conclusions du mémoire.

Comme application, l'auteur fait, entre autres, connaître les règles à suivre pour la détermination de la meilleure longueur à donner aux styles destinés au tracé des vibrations; il explique les difficultés qu'on rencontre lorsqu'on veut obtenir le tracé des vibrations de la membrane du phonautographe de M. Scott, exécuté par M. Koenig, l'habile fabricant d'appareils d'acoustique.

Je n'ai pu vérifier toutes les données du mémoire, mais M. Valérius m'a montré les expériences principales, qui sont aussi intéressantes que faciles à répéter.

Je n'hésite donc pas à proposer à l'Académie d'ordonner l'impression du mémoire de M. Valérius dans l'un de ses recueils.

L'auteur se propose de poursuivre cette étude, et je prie l'Académie de vouloir bien lui adresser des remerciements pour son intéressante communication. »

Mon opinion, dit M. Duprez, sur le travail de M. Valérius est conforme à celle de mon honorable confrère, et j'ai l'honneur de proposer à l'Académie, conjointement avec lui, l'insertion de ce travail dans les *Bulletins*.

La classe décide que le travail de M. Valérius sera imprimé dans les *Mémoires in-octavo*.

---

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

---

M. Van Beneden fait une communication sur une pince de *homard*, d'une taille gigantesque, trouvée dans une pierre de *septaria* de l'argile de Rupelmonde (argile rupelienne). Cette découverte a été faite par le docteur Percy, de Rupelmonde, et la pièce a été communiquée à M. Van Beneden, par le docteur Van Raemdonck, de Saint-Nicolas.

Le même membre communique ensuite un troisième appendice au Mémoire sur les Bdellodes et les Trématodes, faisant suite aux recherches sur le même sujet, qu'il a communiquées précédemment. Ces recherches, qui sont communes à MM. Van Beneden et Hesse, de Brest, seront insérées dans le recueil des Mémoires, ainsi que la planche qui les accompagne.

M. Van Beneden fait connaître qu'il a découvert récemment à Ostende un ver trématode sur le *Squatine ange*, d'une organisation toute particulière, qui devra constituer un genre nouveau.

---

*Monographie des SPHENOPHYLLUM d'Europe*; par M. Eugène Coemans, correspondant de l'Académie royale de Belgique, et M. J.-J. Kickx, D<sup>r</sup> en sciences naturelles.

Bonn, 25 juin 1864.

La nécessité d'une révision critique de la plupart des genres de la flore fossile est aujourd'hui si généralement reconnue, qu'il est inutile, croyons-nous, de l'établir. Depuis longtemps, c'est le vœu qu'expriment tous les paléontographes de notre époque.

Mais le champ est si vaste et l'exécution de cette entreprise offre tant de difficultés, nécessite surtout tant de voyages, qu'il est pour ainsi dire impossible de produire un travail d'ensemble. La voie des monographies séparées est dès lors préférable : elle offre l'avantage d'une répartition du travail et permet une étude plus approfondie de ces végétaux primitifs, si précieux pour la géologie, mais en même temps si difficiles à connaître, puisque nous n'avons que des fragments pour les reconstituer et les décrire.

Nous avons profité d'un séjour de quelques mois à Bonn, pour entreprendre la monographie critique des *Sphenophyllum* d'Europe. Nous avons préféré ce genre, puisqu'il est particulièrement bien représenté dans le musée de l'université de cette ville, ensuite parce qu'il nous était proposé par M. le docteur Andrae, professeur de paléontologie. Il a eu l'obligeance non-seulement de mettre à notre disposition les collections de l'université et sa riche bibliothèque, mais encore de nous procurer un grand nombre de types classiques de différentes localités. Aussi sommes-nous heureux de pouvoir le remercier ici des marques d'amitié et des savants conseils que nous avons reçus de lui.

---

## I.

En 1709, J.-J. Scheuchzer décrivit et figura, dans son *Herbarium diluvianum*, une petite plante aux feuilles verticillées et arrondies au sommet, en la comparant au *Galium mollugo* de nos prairies. C'est la première indication que nous trouvions chez les anciens paléontologistes, relativement au genre *Sphenophyllum*. D'après la figure de Scheuchzer, la première espèce trouvée en Europe doit avoir été le *Sphenophyllum Schlotheimii*.

Quelques années plus tard (1720), la plante de Scheuchzer, d'abord trouvée seulement en Angleterre, fut indiquée aussi en Silésie (Volkmann, *Silesia subterranea*, p. 112).

Du temps de Scheuchzer et de Volkmann, la nomenclature scientifique n'existait pas encore : ce ne fut qu'en 1820 que von Schlotheim créa pour les plantes dont nous nous occupons le genre *Palmacites* (*Petrefactenkunde*, p. 596), qui ne comprenait alors qu'une seule espèce le *Palm. verticillatus* ou *Sphenophyllum Schlotheimii* d'aujourd'hui.

Peu après (1820-1825), le comte de Sternberg publia les quatre premiers fascicules de son *Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt*. Il avait trouvé quelques espèces nouvelles et les décrivit sous le nom de *Rotularia*. Les quatre plantes qu'il mentionne se rapportent au *Sphen. Schlotheimii*, au *Sphen. erosum* et à sa variété *Saxifragaefolium*, tels qu'on le comprend de nos jours.

La paléontologie végétale devenait une véritable science : en 1822 et 1828 parurent deux ouvrages remarquables de Brongniart, sa *Classification des végétaux fossiles* et son

*Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles.* Dans la première de ces publications, nous trouvons la figure typique d'une belle variété du *Sphen. emarginatum*; dans la seconde, l'énumération de toutes les espèces connues à cette époque, avec l'indication des localités de provenance. Brongniart avait d'abord substitué au nom générique créé par Sternberg celui de *Sphenophyllites*; dans son *Prodrome*, il proposa celui de *Sphenophyllum*, qui est resté dans la science. L'année même de la publication du *Prodrome* de Brongniart, les professeurs Germar et Kaulfuss, de Halle, nous firent connaître, sous l'ancien nom de *Rotularia* deux *Sphenophyllum* nouveaux, les *Sphen. oblongifolium* et *dichotomum* (*Act. Ac. Nat. Cur.*, t. XV, part. II, pp. 225-227); ce dernier ne constitue pas cependant une véritable espèce.

Après la mort de Kaulfuss, Germar continua à s'occuper des *Sphenophyllum*. En 1857 (*Isis*, 1857, pp. 426, 427), il décrivit et figura le *Sphen. longifolium*, dont une petite forme avait déjà été nommée *Sphen. majus* par Bronn; plus tard, en 1845, il nous donna, dans son ouvrage sur les fossiles de Wettin et de Löbejün, un beau travail sur les *Sphenophyllum* de ces localités classiques. Parmi eux se trouve une espèce nouvelle, le *Sphen. angustifolium* que le docteur Andrae avait fait connaître à son maître.

Pendant ce temps, Lindley et Hutton (*Fossil Flora of Great Britain*, 1851-1855) et Bunbury (*Quart. Journ. of geol. Soc.*, t. III, 1847) décrivirent et figurèrent les espèces d'Angleterre, les *Sphen. erosum* et *Schlotheimii*; mais c'est sans doute le *Sphen. emarginatum* qu'ils ont désigné sous ce dernier nom.

Pour faciliter l'étude de la paléontologie végétale, T. Un-

ger publica, en 1848, son *Synopsis plantarum fossilium*, dans lequel il énuméra sept espèces de *Sphenophyllum*. Cet ouvrage fut suivi (1850) du *Genera et species plantarum fossilium*, manuel classique qui renferme la description de quatorze espèces de *Sphenophyllum*, dont onze appartiennent à l'Europe. Nous verrons qu'on peut les réduire à six espèces et deux variétés.

Dans ces dernières années, Constantin von Ettingshausen s'occupa spécialement du genre *Sphenophyllum* (1851, *Monographia Calamitarum fossilium in Haiding. Naturw. Abhand.*, pars IV; 1852, *Flora v. Radnitz.* et *Flora v. Stradonitz*). Le savant paléontologiste de Vienne n'admet que quatre espèces en Europe : les *Sphen. emarginatum*, *dichotomum*, *oblongifolium* et le *Sphen. Schlotheimii*, auquel il réunit, comme variétés, toutes les autres espèces. Nous n'avons pu le suivre dans cette voie, ainsi qu'on le verra dans la partie descriptive de cette monographie.

Dans le travail de Geinitz sur le bassin houiller de Hainichen (1854) et dans son grand ouvrage sur la flore houillère de Saxe (1855) se trouvent un grand nombre de magnifiques dessins de *Sphenophyllum*. Au point de vue de l'histoire générale du genre, nous dirons seulement ici que l'admission de deux espèces nouvelles, les *Sphen. microphyllum* et *furcatum*, proposée par l'infatigable géologue de Dresde, n'est certainement pas agréée par la généralité des paléontographes.

Le dernier auteur dont il nous reste à parler est A. Roemer, qui, récemment (1860, *Beiträge z. geol. Kenntn. d. Nordw. Harzgeb.*), a décrit une espèce nouvelle le *Sphen. Osnabrugense*. C'est pour nous qu'une forme plus petite du *Sphen. emarginatum* var. *Brongniartianum*.

## II.

## GEN. SPHENOPHYLLUM Brong., Emend.

*Plantae herbaceae, caulibus simplicibus vel ramosis, sulcatis, sulcis internodiorum non alternantibus; articulis inflatis; foliis cuneatis, sessilibus, verticillatis, nervo medio destitutis; nervulis autem aequalibus, dichotomis. Spicae cylindricae, squamis fructibusque verticillatis.*

Ainsi caractérisé, le genre *Sphenophyllum* forme un groupe très-naturel qui mériterait certainement de constituer à lui seul une petite famille distincte. Sans mentionner les caractères tirés des épis floraux, il s'éloigne des *Annularia* et des *Asterophyllites*, par ses feuilles dépourvues de nervure médiane, tandis que les sillons de sa tige, qui n'alternent pas d'un méridien à l'autre, permettent de le distinguer des jeunes *Calamites* de l'époque houillère ordinairement privés de feuilles.

Dans la flore actuelle, il n'y a aucun type auquel on puisse convenablement comparer le genre *Sphenophyllum*. Schlotheim le rapproche des palmiers, Lindley et Hutton (*Fossil Flora*, t. I, p. 86) des conifères et notamment du *Salisburia*, Karl Müller (*Bot. Zeit.*, 1856, p. 580) assimile le *Sphen. Schlotheimii* au *Phyllocladus Trichomanoides*, et Brongniart (*Prodrom. d'une hist. des vég. foss.*, pp. 67 et 68) lui trouve des analogies avec les *Marsilea* et les *Ceratophyllum*. Tous ces rapprochements nous paraissent peu naturels : les *Sphenophyllum* constituent un type propre à l'époque houillère et sans analogue dans les périodes suivantes.

Il nous est même impossible de décider si ce groupe de plantes doit être rangé parmi les Cryptogames ou parmi les Dicotylédones gymnospermes. Cette dernière opinion, émise



par Brongniart, dans son travail sur les différentes périodes de végétation qui se sont succédé à la surface de notre globe (*Ann. des sc. nat.*, 1849), se base sur le port de la plante et la nature probable de ses organes de fructification, et nous paraît sinon prouvée du moins très-vraisemblable.

Les *Sphenophyllum* étaient sans doute des végétaux aquatiques ou des plantes de marais : plusieurs espèces, notamment les *Sphen. emarginatum* et *Saxifragaeifolium*, à côté des feuilles typiques nous en montrent d'autres, inférieures et plus ou moins profondément découpées, à peu près comme on l'observe aujourd'hui sur plusieurs espèces du genre *Batrachium*. Comme dans ce dernier cas, ces feuilles modifiées des *Sphenophyllum* étaient probablement submergées, et cette observation, qui n'avait pas encore été faite, nous semble d'une grande valeur pour déterminer le milieu dans lequel vivaient autrefois ces plantes.

Si le genre *Sphenophyllum* est limité d'une manière naturelle, il n'en est pas de même des espèces dont il se compose. La position des épis floraux est certainement de première importance, mais ce caractère n'est malheureusement applicable qu'à deux espèces, toutes les autres n'ayant été trouvées jusqu'ici qu'à l'état stérile. Le nombre des feuilles de chaque verticille et la longueur relative de ces feuilles et des entre-nœuds n'offrent rien de constant. Restent, comme caractères employés par les auteurs, la forme des feuilles et la nature de leurs bords. Nous avons fait usage en outre du nombre et de la disposition des nervures, caractère qui, quoique un peu subtil, permet le plus souvent de se décider dans les cas douteux. Le nombre de ces nervures pris au sommet de la feuille coïncide toujours avec celui des dents.

En 1845, von Gutbier (*Gaea von Sachsen*, p. 72) proposa une classification des *Sphenophyllum* en trois groupes :

- a. Nervures les moins ramifiées placées sur les bords de la feuille :  
*Sphen. Schlotheimii*, *Sphen. majus*, *Sphen. longifolium*.

- b. Nervures les moins ramifiées placées au milieu de la feuille :  
*Sphen. emarginatum*.
- c. Nervures géminées égales : *Sphen. bifidum*, *Sphen. quadrifidum*.

Ces caractères en apparence très-simples n'offrent cependant pas une base solide de classification, parce que, dans toutes les espèces à feuilles entières, aussi bien chez le *Sphen. emarginatum* que chez le *Sphen. Schlotheimii*, les nervures externes sont ordinairement les plus simples, et dans les espèces à feuilles divisées, les nervures suivent invariablement les segments et les dents en nombre et en direction : leur gémiation n'offre rien de constant.

Avec des caractères aussi restreints que ceux dont nous venons de parler, il est presque inutile de dire que les auteurs n'ont pu être d'accord sur le nombre d'espèces à admettre dans le genre *Sphenophyllum*. Unger, dans son *Genera et species plantarum fossilium*, décrit dix espèces européennes; von Ettingshausen, par contre, n'en admet que quatre. L'étude scrupuleuse d'échantillons nombreux et provenant presque toujours des localités classiques nous a déterminés à reconnaître six espèces. Il eût été certainement plus facile de réunir toutes les formes présentant quelques analogies que de les séparer et de les caractériser laborieusement; mais la répartition géographique de ces formes et la limitation constante de quelques-unes d'entre elles à des bassins particuliers ont été pour nous une considération importante pour éviter de réunir témérairement ce que la nature semble avoir séparé.

**1. *Sphenophyllum Schlotheimii* Brong.**

Brong. *Prodr.* p. 68.

*S. foliis integris, late cuneatis, apice obtusissime rotundatis, leviter crenatis, nervis numerosis (15-20, raro 25-50) ad basim in nervum unicum non confluentibus, verticillis*

6-9 *phyllis*; *spicis axillaribus, verticillis spicurum normaliter hexacarpis*.

1709. Scheuchzer, *Herbar. diluv.*, pp. 19-20 (édit. Leyd.).  
 1720. Volkmann, *Silesia subterr.*, p. 112?  
 1804. Schlotheim, *Beitr. zur Flor. der Vorwelt.*, I Abth., p. 57.  
 1820. — *Petrefactenkunde*, p. 596 (*Palmacites verticillatus*).  
 1820-25. Sternberg, *Versuch. einer geogn. bolan. Darstell. der Flora der Vorwelt*, II Heft, p. 50 (*Rotularia Marsileaefolia*) et p. 55.  
 1822. Brongniart, *Prodrom. d'une hist. des végét. foss.*, p. 68 (*Sphenophyllum Schlotheimii*).  
 1857. Gernar, in *Iside* (1857), p. 425 (*Sphenophyllites Schlotheimii*).  
 1858. Sternberg, *Versuch d. Flor. d. Vorwelt*, V, VI Heft., p. 55 (*Volkmania Gracilis*, pr. p.).  
 1858. Presl, in *Verhand. d. Gesell. d. Vaterländ. Museums in Böhmen* (1858) pp. 29, 50 (*Rotularia Marsileaefolia*).  
 1845. Geinitz und Guthier, *Gaea von Sachsen*, p. 71.  
 1845. Gernar, *Verstein. d. Steinkohl. von Wettin und Löbejün*, II Heft, pp. 15-16 (*Sphenophyllites Schlotheimii*).  
 1845. Unger, *Synopsis*, p. 115.  
 1848. Goepfert, in *Bronn Ind. palaeon.*, p. 1166  
 1850. Andrae, in *Jahresb. d. Naturw. Verein. in Halle* (1850) p. 121 (*Sphenophyllites Schlotheimii*).  
 1850. Unger, *Genera et spec. plant. fossil.*, p. 69.  
 1851. Von Ettingshausen, in *Haiding. Naturw. Abhand.*, IV, p. 84 (*Sphenophyllum Schlotheimii*  $\alpha$  *genuinum*).  
 1852. Von Ettingshausen, *Steinkohlenflora von Radnitz*, p. 50.  
 1852. Giebel, *Deutschlands Petrefacten*, p. 50.  
 1855. Geinitz, *Verstein. d. Steinkohl. form. in Sachsen*, p. 12 (cum *Sphen. emarginato* et *eroso* confus.)

#### REVUE ICONOGRAPHIQUE.

1. Scheuchzer, *Herb. diluv.*, tab. IV, fig. 1, assez bonne.
2. Volkmann, *Siles. subter.*, tab. XV, fig. 5; feuilles beaucoup plus étroites que dans le *Sphenophyllum Schlotheimii* typique, par conséquent, figure douteuse.
3. Schlotheim, *Beitr. zur Flor. d. Vorw.*, tab. II, fig. 24; figure typique, quoique les crénelures de la partie supérieure du limbe ne

soient pas marquées, par oubli du graveur, comme l'avoue Schlottheim lui-même.

4. Germar, in *Iside* (1857), V Heft, tab. II, fig. 1, a et b; figure grossière d'un bout de tige fructifère.
5. Presl, *Verhand. d. Gesel. d. Vat. Mus.* (1858), tab. II, fig. 2, 3, 4; épis fructifères. Quoique ces figures soient rapportées par tous les auteurs au *Sphen. emarginatum*, elles ne représentent que le *Sphen. Schlotheimii*, dont les feuilles un peu ébréchées paraissent garnies de dents. Les échantillons de Presl proviennent de Wettin, où le *Sphen. emarginatum* ne se trouve pas.
6. Sternberg, *Versuch*, V, VI Heft.; tab. XV, fig. 5; jeune épi fructifère. Quelques auteurs ont rapporté dubitativement le *Volkmania gracilis* figuré par Sternberg, soit au *Sphen. emarginatum*, soit au *Sphen. Schlotheimii*; d'autres, comme Unger et Geinitz, l'en ont tout à fait éloigné. Nous croyons pouvoir le réunir au *Sphen. Schlotheimii* avec d'autant plus de fondement que la collection de l'université de Bonn possède un épi fructifère du *Sphen. Schlotheimii* entouré de feuilles, provenant de Wettin, et représentant exactement la plante dessinée par Sternberg. Quant aux tiges feuillées (tab. XV, fig. 1 et 2) que Sternberg rapporte au *Volkmania gracilis*, elles appartiennent certainement au genre *Asterophyllites*.
7. Germar, *Verstein.*, II Heft., tab. VI, fig. 1, 2, 4; divers états stériles et fertiles du *Sphen. Schlotheimii*. L'interprétation du n° 3 de la même planche offre une certaine difficulté : il semble représenter en effet une belle tige du *Sphen. Saxifragaefolium* de laquelle naîtraient deux rameaux du *Sphen. Schlotheimii*. Cela porterait à réunir ces deux espèces, et von Ettingshausen a créé pour cette seule figure une nouvelle variété de *Sphen. Schlotheimii* qu'il a nommée *varians* (*Haidingers Naturw. Abhandl.*, IV, p. 84). Heureusement M. le professeur Andrae possède le dessin original de la figure précitée et a bien voulu nous le communiquer. La tige principale n'y montre pas les feuilles caractéristiques du *Sphen. Saxifragaefolium*, mais des fragments de feuilles inférieures submergées du *Sphen. Schlotheimii*; ce que l'examen de l'échantillon authentique appartenant au musée de Halle est venu pleinement confirmer depuis lors. Un exemplaire du *Sphen. Schlotheimii*, provenant de Wettin et conservé dans la collection de Bonn, porte également un verticille de feuilles profondément divisées qui semble faire partie de la même plante.
8. Sauveur (1848), *Végétaux foss. d. terr. houill. de Belg.*, tab. LXIV,

fig. 5 et 5. La figure 5, pour laquelle Sauveur crée une espèce nouvelle, le *Sphen. quadriphyllum*, ne représente qu'un *Sphen. Schlotheimii* incomplet à verticille tétraphylle, comme cela se voit encore dans beaucoup d'autres cas. Les échantillons authentiques, reproduits par Sauveur dans les figures 5 et 5, manquent dans la collection de l'université de Liège (1), et nous doutons beaucoup qu'on ait trouvé le *Sphen. Schlotheimii* en Belgique.

9. Von Ettingshausen, *Steinkohlenflora von Radnitz*, tab. XII, fig. 5. Ce dessin représente sans doute la partie inférieure, submergée, d'un *Sphen. Schlotheimii*.
10. Geinitz, *Verstein. d. Steinkohlenform. in Sachsen*, tab. XX, fig. 2 et 7 (*Sphen. emarginatum*). Ces figures reproduisent un échantillon stérile et un autre fructifère.
11. *Icon nostra*, pl. I, fig. 1, 1A.

*Lieux de provenance.* — Tous les échantillons que nous avons examinés proviennent de Wettin en Saxe ou d'Ibbenburen en Westphalie; mais ceux de cette dernière localité ont tous des feuilles sensiblement plus petites et des nervures moins nombreuses que ceux de Wettin. Les flores de Saarbrücken, d'Eschweiler et de Bochum, que nous avons pu étudier spécialement, ne possèdent point cette espèce. Le *Sphen. Schlotheimii* est en outre indiqué à Löbejün en Saxe par Germar et Andrae; en Thuringe par Schlotheim; à Waldenburg en Silésie par Brongniart; à Zwickau et à Oberhohndorf en Saxe par von Ettingshausen et par Geinitz; à Radnitz en Bohême par Sternberg. Cette dernière localité est douteuse, en ce que Sternberg a constamment confondu les *Sphen. Schlotheimii* et *emarginatum*. Enfin, Sauveur l'indique en Belgique, mais le manque de texte dans son ouvrage, aussi bien que l'absence de figures amplifiées, laisse toujours des doutes sur la valeur de ses indications.

---

(1) M. Dewalque, répétiteur à l'École des mines, a bien voulu nous donner, au sujet de la collection de l'université de Liège, tous les renseignements demandés. Nous nous faisons un devoir et un plaisir de lui en offrir ici nos sincères remerciements.

11. *Sphenophyllum emarginatum* Brong. (*Sensu latiore*).

*S. foliis angustioribus, arcte cuneatis, integris, truncatis, obtuse dentatis, nervis haud numerosis (8-12) ad folii basim confluentibus, verticillis 6-9 phyllis. Spicae nondum repertae.*

1851-55. Lindley and Hutton, *The fossil Flora of Great Britain.*, vol. I, pp. 85-87. ? (sub nom. *Sphen. Schlotheimii*).

1847. Bunbury, in *Quart Journ. of geol. Soc.*, vol. III, p. 450. ? (sub nom. *Sphen. Schlotheimii*).

1855. Geinitz, *Verstein. d. Steinkohlenform. in Sachsen*, p. 12 (*pro aliqua parte*).

Les paléontologistes ne paraissent pas avoir connu le type que nous venons de caractériser. C'est généralement une variété dont nous parlerons plus tard, qu'ils ont décrite sous le nom de *Sphen. emarginatum*, et même, pour la plupart d'entre eux, ce *Sphen. emarginatum* est une espèce polymorphe, comprenant les formes les plus distinctes : ainsi Unger et von Ettingshausen lui assignent comme synonyme le *Rotularia Marsileaefolium* de Sternberg, qui est à son tour, pour celui-ci, synonyme du *Sphen. Schlotheimii*. Ces deux mêmes auteurs citent en outre comme *Sphen. emarginatum* la plante fertile figurée par Presl (*Verhand. d. Vaterländ. Mus.*, 1858, tab. II, fig. 2-4) et qui doit certainement être rapportée au *Sphen. Schlotheimii*. Geinitz élargit encore le cercle de cette espèce et comprend sous le nom d'*emarginatum* non-seulement la plante que Brongniart avait appelée ainsi, mais même les *Sphen. Schlotheimii* et *erosum*. La synonymie devient, par suite, extrêmement laborieuse et presque inextricable.

REVUE ICONOGRAPHIQUE.

1. Lindley et Hutton, *Fossil Flora*, vol. I, tab. 27. Quelques auteurs rapportent cette planche au *Sphen. Schlotheimii*, d'autres à l'*emarginatum*. Nous admettrons l'opinion de ces derniers, tout en exprimant nos doutes à cet égard. Dans la figure citée, la forme

souvent subarrondie des feuilles et leur crénelure rappellent le *Sphen. Schlotheimii*, mais la nervuration est celle du *Sphen. emarginatum*. La feuille amplifiée que donne le botaniste anglais est d'ailleurs inexactement dessinée : les nervures y aboutissent toutes entre les crénelures de la feuille, ce qui est tout à fait contraire à ce qu'on observe chez les *Sphenophyllum*. Cette citation est donc douteuse et il en est, par conséquent, de même de celle de Bunbury mentionnée ci-dessus, puisque cet auteur déclare sa plante en tout semblable à celle de Lindley.

- 2 Geinitz, *Verstein. d. Steinkohlenform. in Sachsen*, tab. XX, fig. 1, 3, 4. Ces figures, quoique peu typiques, ne peuvent représenter que le *Sphen. emarginatum*.
3. *Icon nostra*, pl. I, fig. 2, 2A; pl. II, fig. 1, 2, 3.

*Lieux de provenance.* — Le *Sphen. emarginatum* se trouve à Saarbrücken en assez grande abondance. Nous l'avons reçu aussi de Saint-Guislain. Geinitz l'indique comme provenant encore d'Oberhohndorf en Saxe, et les échantillons douteux figurés et décrits par Lindley et par Bunbury sont originaires du Somerset et du cap Breton en Angleterre. Nous n'avons jamais trouvé cette espèce que sur le sphérosidérite argileux du schiste houiller.

Richard Andree (*Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Paleontol.*, 1864, de Leonhard et Geinitz, Heft II, p. 163), indique encore le *Sphen. emarginatum* près de Stradonitz; mais comme les figures de Brongniart (*Class. des vég. fossil.*, tab. II, fig. 8) et de von Ettingshausen (*Fl. v. Stradonitz*, tab. VI, fig. 6, pr. part.), que cite Andree, représentent deux plantes différentes, on ne peut rien conclure de cette citation.

### β. BRONGNIARTIANUM Coem. et J.-J. Kx.

Var. *Foliis superioribus minoribus, apice subrotundatis, medio incisus, obtuse dentatis, foliis inferioribus varie lobatis.*

1822. Brongniart, *Classif. des végét. fossil.* dans les *Mém. du Mus.*, t. VIII, p. 254 (*Sphen. emarginatum*).

1822. Brongniart, *Prodr.*, pp. 68 et 172.

- 1855-57. Bronn, *Lethaea geognostica*, p. 52 (*Sphen. emarginatum*).  
 1858. Presl, *Verhand. d. Gesellsch. d. Vaterländ. Mus.*, p. 50 (*Rotularia Brongniartiana*).  
 1845. Geinitz und v. Gutbier, *Gaea von Sachsen*, p. 72 (*exclus. syn. Sternbergii*).  
 1860. A. Roemer, *Beiträg. z. geol. Kenntn. d. nordwest. Harzgebirges*, p. 21 (*Sphen. Osnabrugense*, n. sp.).

Cette variété, aussi bien que le type auquel nous la rattachons, semble avoir été confondue par beaucoup d'auteurs avec des espèces diverses. En 1858 cependant, Presl avait fait remarquer le port tout particulier de cette plante et avait proposé de lui donner le nom de *Sphen. Brongniartianum*. Nous avons conservé ce nom pour notre variété, que nous aurions volontiers considérée comme type spécifique, si nous n'avions tenu la forme à feuilles entières pour plus parfaite que celle à feuilles divisées; c'est pour le même motif que nous envisageons le *Sphen. erosum* comme type du *Sphen. Saxifragaeifolium*.

#### REVUE ICONOGRAPHIQUE.

1. Brongniart, *Class. des vég. foss.*, tab. XII, fig. 8; figure excellente et typique.
2. Bischoff, *Die kryptogam. Gewäch.*, IV, LYCOPOD., tab. XIII, fig. 1.
3. Bronn, *Lethaea geognostica*, tab. VIII, fig. 10. Cette figure paraît reproduire l'échantillon déjà représenté par Brongniart.
4. Vogt, *Lehrbuch d. Geol. u. Petrefactenkunde*, fig. 158.
5. Naumann, *Lehrbuch d. Geognosie*, p. 845, fig. 18, A. Cette figure, comme la précédente, n'est qu'une copie de celle de Bronn.
6. A. Roemer, *Beiträge z. geol. Kenntn. d. nordw. Harzgebirges*, tab. V, fig. 2 (*Sphen. Osnabrugense*). La plante que représente Roemer n'est certainement pas une espèce nouvelle : elle se rapporte très-bien à la forme du *Sphen. emarginatum* dessinée par Brongniart, et n'en diffère qu'en ce que ses feuilles sont beaucoup plus petites. Nos échantillons provenant de Saarbrücken ont également les feuilles plus grandes que la plante de Roemer.
7. *Icon nostra*, pl. I, fig. 5, 5A, 5B.

*Lieux de provenance.* — Le *Sphenophyllum emarginatum*



var. *Brongniartianum* n'est pas une forme très-répandue : c'est à Saarbrücken seul qu'on le trouve en assez grande abondance. Roemer l'indique en outre à Piesberg près d'Osnabrück, et Brongniart à Bath en Angleterre et à Wilkesbarre en Pensylvanie. Contrairement à ce que nous avons dit de l'espèce, que nous n'avons trouvée que sur le sphérosidérite argileux, la variété se rencontre à la fois sur cette dernière roche et sur le schiste argileux lui-même.

### III. *Sphenophyllum longifolium* Germar.

Germar, in *Iside* (1857), pp. 426, 427.

*S. caule crassiusculo; foliis magnis (2,5 vel 4 centim. longis), elongato-cuneatis, aliquando magis dilatatis, apice bifidis, lobis indivisis vel fissis, dentatis; dentibus validiusculis, ovato lanceolatis, acutiusculis; nervis numerosis (14-20) ad basim non confluentibus; verticillis 6-9 phyllis. Spicae nondum repertae.*

1828. Bronn, in *Bischoff. krypt. Gewäch.*, IV, Lycopod., p. 151, tab. 15, fig. 2a. (*Rotularia major*).
- 1855-57. Bronn, in *Lethaea geognostica*, t. 1, p. 52 (exclus. syn. *Rotularia dichotoma*) (*Sphenophyllum majus*).
1857. Germar, in *Iside*, pp. 426 et 427 (*Sphenophyllites longifolius*).
1845. Geinitz u. Gutbier, *Gaea von Sachsen*, pp. 71, 72 (exclus. syn. *Rotularia Saxifragaefolia* Sternb.) (*Sphen. majus* et *Sphen. longifolium*).
1845. Germar, *Verstein.*, Heft II, pp. 17, 18 (*Sphenophyllites longifolius*).
1848. Goeppert, in *Bronn Ind. pal.*, p. 1166 (*Sphenophyllum majus* et *Sphen. longifolium*).
1850. Andrae, in *Jahresb. d. Naturwiss. Ver. in Halle*, p. 122.
1850. Unger, *Genera et species pl. foss.*, p. 70.
1851. Von Ettingshausen, in *Haiding. naturw. Abhand.* (sep. Abdr.), p. 21 (*Sphen. Schlotheimii* var. *longifolium*).
1852. Giebel, *Deut. Petrefact.*, p. 50.
1852. Von Ettingshausen, *Steinkohlenfl. v. Stradonitz*, p. 7 (*Sphenophyllum Schlotheimii* var. *longifolium*).
1855. Geinitz, *Verstein.*, p. 15.

1860. A. Roemer, *Beiträge z. geol. Kenntn. d. nordwest. Harzgeb.*, p. 22.

Nous tenons le *Sphen. longifolium* pour une espèce distincte, bien caractérisée, contrairement à l'opinion de von Ettingshausen, qui en fait une variété du *Sphen. Schlotheimii*. Nous avouons que, dans ces deux plantes, les nervures présentent de grandes analogies, sous le rapport de leur nombre, de leur dichotomie et de la manière dont ils sortent de la tige; mais l'aspect de cette tige elle-même, la forme des feuilles et de leurs dents, ainsi que le port général de deux espèces, nous offrent des caractères qui s'opposent à leur réunion.

Dans la description du *Sphen. longifolium*, nous avons dit que ses fruits sont inconnus; en effet on n'a pas jusqu'à présent trouvé d'épi adhérent aux parties foliacées de cette espèce. Nous ne pouvons cependant passer sous silence que le docteur Andrae, en décrivant le *Volkmannia major* (dans *Germ., Verstein.*, p. 92, tab. XXXII, fig. 5, 6, 7), remarque que ce *Volkmannia* pourrait bien n'être que l'épi du *Sphen. longifolium*.

De même que pour le *Sphen. Schlotheimii*, le *Sphen. erosum* et sa variété *Saxifragae-folium*, nous conservons à l'espèce décrite le nom le plus répandu, de préférence au nom le plus ancien; la dénomination de *Sphen. majus* pourrait en outre donner lieu à des erreurs, puisque certains auteurs ont séparé le *Sphen. majus* Bronn du *Sphen. longifolium* (Germ.).

Ici encore comme dans les *Sphenophyllum* précédemment décrits, nous rencontrons des feuilles inférieures profondément découpées; c'est donc un fait acquis pour l'histoire de ce genre, que les plantes dont il se compose portent des feuilles de deux formes distinctes, comme les *Batrachium*, quelques ombellifères et d'autres plantes aquatiques de la flore actuelle.

#### REVUE ICONOGRAPHIQUE.

1. Bronn, in *Bischoff. krypt. Gew.*, IV, Lycorob., tab. XIII, fig. 2, *a* et *b*; figure peu typique.

2. Bronn, *Lethaea geogn.*, tab. VIII, fig. 9; reproduction de la figure précédente.
3. Germar, in *Iside* (1857), tab. II, fig. 2. *a* et *b*; forme typique.
4. — *Verstein.*, Heft II, tab. VII, fig. 2; même type, mais à dents trop pointues.
5. Geinitz, *Verstein.*, tab. XX, fig. 15, forme typique; fig. 16, forme à feuilles élargies; fig. 17, verticille à feuilles profondément découpées.
6. *Icon nostra*, pl. I, fig. 4, 4 A.

*Lieux de provenance.* — Les échantillons que nous avons étudiés proviennent de Wettin, de Zwickau, de Saarbrücken et de Werden (Westphalie). La plante figurée par Bronn a été trouvée à Saint-Ingbert, dans la Bavière rhénane. Le *Sphen. longifolium* est indiqué en outre à Löbejün par Germar, à Oberholndorf par Geinitz et à Piesberg, près d'Osnabruck, par Roemer. Récemment nous l'avons rencontré dans le bassin houiller de Mons.

#### IV. *Sphenophyllum erosum* Lindl. et Hutt.

Lindley and Hutton, *Fossil Flora of Great Britain*, t. I, pp. 41-44.

*S. foliis latiusculis, integris, apice truncatis et dentatis, dentibus regularibus, brevibus et acutis; nervis haud numerosis (6-12), ad basim folii confluentibus; verticillis 6-12 phyllis. Spicae ignotae.*

- 1820-25. Sternberg, *Versuch*, II Heft, p. 50 (*Rotularia Asplenioides*); p. 53 (*Rotularia cuneifolia*). — *Tentamen florae primordialis*, p. 52 (*Rotularia pusilla*).
1828. Brongniart, *Prodrome*, pp. 68 et 172 (*Sphenophyllum dentatum*).
- 1851-55. Lindley and Hutton, *Fossil Flora*, pp. 41-44.
1845. Unger, *Synops.*, p. 115 (*Sphenophyllum dentatum*); p. 114 (*Sphenophyllum erosum*).
1846. Bunbury, *Quart. Geol. Journ.*, vol. III, p. 450.
1850. Unger, *Gener. et spec. pl. foss.*, p. 70 (*Sphenophyllum dentatum* et *erosum*).
1851. Von Ettingshausen, in *Haiding. Naturwis. Abhand.* (Separ. Abdruck.), pp. 21-22.

1852. Giebel, *Deutschl. Petrefacten.*, p. 50 (*Sphenophyllum dentatum*).
1852. Von Ettingshausen, *Steinkohlenfl. von Radnitz*, pp. 50 et 51 (*Sphenophyllum Schlotheimii*, var. *dentatum* et var. *erosum*).
1852. Von Ettingshausen, *Steinkohlenfl. v. Stradonitz*, p. 7, 8 (*sub iisdem nominibus*).
1855. Geinitz, *Verstein. d. Steinkohlenform. in Sachsen*, p. 12 (*Sphenophyllum emarginatum*).

Bien que la priorité porte à appeler l'espèce décrite *Sphenophyllum Asplenoides* (Stern.), et que même le nom de *dentatum* exprime mieux encore que celui d'*erosum* le caractère de la plante, nous avons conservé ce dernier, pour respecter une dénomination généralement reconnue et adoptée dans toutes les collections, de préférence aux quatre autres noms qu'avait déjà portés l'espèce.

Il arrive que le *Sphen. erosum* ait les dents tantôt un peu plus longues, tantôt un peu plus courtes, presque nulles quelquefois. Pour exprimer ces différences, von Ettingshausen a admis deux variétés, l'une *dentatum*, l'autre *erosum*, que Unger a même élevées au rang d'espèces distinctes. Nous préférons ne pas tenir compte de ces variations, car les échantillons à dents peu marquées sont en général de mauvaises empreintes, et von Ettingshausen avoue lui-même (*Flor. v. Stradonitz*, p. 8) que les deux formes coexistent parfois sur une même tige.

Nous n'avons pas indiqué comme synonyme le *Sphen. truncatum* Brong., parce que cette espèce n'a jamais été ni décrite ni figurée; il est cependant probable, comme le pense aussi Lindley (*Foss. Flor.*, l. c.), qu'elle se rapporte à l'une ou à l'autre des formes du *Sphen. erosum*.

#### REVUE ICONOGRAPHIQUE.

1. Sternberg, *Versuch*, IV Heft, tab. XXVI, fig. 4a et 8; échantillon à dents peu marquées.
2. Bischoff, *Krypt. Gew.*, pars VI, tab. XIII, fig. 5; copie de la figure précédente 4a de Sternberg.

5. Lindley and Hutton, *Fossil Flora*, t. 1, tab. XIII; figure typique pour le port, quoique le caractère des dents y soit peu exprimé.
4. Bunbury, *Quart. Geol. Journ.*, vol. III, tab. XXIII. Cette planche donne très-bien les caractères du *Sphen. erosum*. Le verticille inférieur montre le passage à la variété *Saxifragæfolium*.
5. Sauveur, *Végét. foss. de Belg.*, t. LXIV, fig. 4; quelques verticilles bien marqués (*Sphen. pusillum*).
6. Von Ettingshausen, *Steinkohlenfl. v. Radnitz*, tab. XI, fig. 2; échantillon dégradé.
7. Von Ettingshausen, *Steinkohlenfl. v. Stradonitz*, tab. VI, fig. 6; bonne figure.
8. *Icon nostra*, pl. I, fig. 5, 5A, 5B.

*Lieux de provenance.* — Le *Sphen. erosum* se trouve en Belgique, tant dans le bassin houiller de Mons que dans celui de Liège; il est largement représenté à Eschweiler, localité qui à elle seule nous en a fourni une trentaine d'échantillons. Il est également assez commun dans le bassin de Westphalie, à Niedermeningen, à Gelsenkirchen, Kamen et Essen. Brongnart le mentionne à Newcastle, Anzen et Geislautern; Bunbury au cap Breton; Sternberg à Radnitz et von Ettingshausen, outre cette dernière localité, cite encore Stradonitz en Bohême.

#### β. SAXIFRAGÆFOLIUM Sternb.

*Var. Foliis angustioribus et magis elongatis, apice profunde dentatis vel fissis, dentibus segmentisque acutis, nervis paucioribus (4-8).*

Cette variété s'éloigne surtout du type par ses feuilles profondément dentées et même découpées à des degrés variables. Ces segments, ordinairement étroits et divisés à leur tour, présentent parfois une sorte de dichotomie qui a engagé quelques auteurs à distinguer une espèce particulière sous le nom de *Sphen. dichotomum* (Germ. et Kaulf.).

Les tiges de cette variété sont souvent plus fortes que dans l'espèce et offrent fréquemment des entre-nœuds très-courts, comme ceux du *Sphen. angustifolium*. On serait tenté de supposer que la forme *Saxifragæfolium* représente les feuilles

inférieures du *Sphen. erosum*, quoique nous n'ayons vu aucun échantillon montrant leur coexistence sur une même tige; mais ce qu'il est important de noter, c'est que les deux formes se rencontrent d'ordinaire dans les mêmes localités et que nous ne connaissons aucun échantillon de la variété représentant une terminaison de tige, contrairement à ce qui a lieu souvent pour le type.

- 1820-23. Sternberg, *Versuch*, Heft IV, p. 42 (*Rotularia polyphylla*); p. 42 (*Rotularia Saxifragae-folia*).
1828. Brongniart, *Prodrom.*, pp. 68 et 172 (*Sphen. quadrifidum* et *Sphen. fimbriatum*).
1828. Germar und Kaulfuss, *Act. Acad. Nat. Curios.*, vol. XV, pars II, p. 226 (*Rotularia dichotoma*).
1857. Germar, in *Iside* (1857), pp. 426, 427.
1845. Geinitz und Guthier, *Gaea von Sachsen*, p. 72 (*Sphen. quadrifidum*).
1845. Germar, *Verstein.*, Heft II, p. 17 (*Sphenophyllites Saxifragae-folius*).
1845. Unger, *Synopsis*, p. 115 (*Sphenophyllum fimbriatum*, *Sphen. quadrifidum*).
1845. Goepfert, *Foss. Fl. v. Schles.*, p. 200.
1848. Goepfert, in *Bronn. Ind. pal.*, vol. I, p. 1166 (*Sphenophyllum fimbriatum*, *Sphen. quadrifidum*, *Sphen. Saxifragae-folium*).
1850. Andrae, in *Jahresb. d. Nat. Ver. in Halle*, p. 120.
1850. Unger, *Genera et species plant. foss.*, pp. 70, 71 (*Sphenophyllum fimbriatum*, *Sphen. quadrifidum*, *Sphen. dichotomum*).
1851. Von Ettingshausen, in *Haiding. Naturw. Abhand.* (Sep. Abdr.), pp. 21-25 (*Sphenophyllum Schlotheimii*, var. *Saxifragae-folium* et var. *fimbriatum* et *Sphen. dichotomum*).
1852. Giebel, *Deutschl. Petref.*, p. 50 (*Sphenophyllum Saxifragae-folium*, *Sphen. fimbriatum*, *Sphen. dichotomum*).
1852. Von Ettingshausen, *Steinkohlenfl. v. Radnitz*, p. 51 (*Sphenophyllum Schlotheimii* var. *fimbriatum* et var. *Saxifragae-folium*).
1852. Von Ettingshausen, *Steinkohlenfl. v. Stradonitz* (sub iisdem nominibus).
1854. Geinitz, *Flora d. Hainichen-Ebersdorfer u. d. Flochaer Kohlenbassins*, p. 57.
1855. Geinitz, *Verstein.*, p. 15 (exclus. syn. *Sphen. majus* Bronn).
1860. A. Roemer, *Beiträge z. Kenntniss d. nordwest Harzgeb.*, p. 22.

A la rigueur, on pourrait diviser la variété dont nous nous occupons en deux sous-variétés : l'une, à feuilles assez étroites, à découpures peu nombreuses et marquées de quatre ou six nervures, serait la vraie forme *Saxifragae-folium* ; l'autre, à feuilles plus étalées, à segments étroits et allongés, montrant souvent huit nervures, constituerait le *Sphen. fimbriatum* de Brongniart. Ces deux formes ne méritent point cependant d'être séparées systématiquement : nous les avons souvent trouvées ensemble sur une même tige, spécialement sur les nombreux échantillons que nous avons étudiés à Eschweiler, et nous avons cru remarquer en même temps que la dernière des deux formes est particulièrement propre aux parties les plus inférieures des tiges.

Plusieurs auteurs ont relevé une certaine analogie entre la variété *Saxifragae-folium* et le *Sphen. majus* Bronn (*Lethaea*, p. 52, tab. VIII, fig. 9) ; Geinitz (*Verstein.*, p. 15) réunit même ces deux plantes. Nous croyons cependant que la figure du *Lethaea* ne se rapporte point au *Sphen. Saxifragae-folium*, mais bien au *Sphen. longifolium*, comme le prouvent la largeur des segments et la nature des dents de la feuille. Ces dents, il est vrai, sont très-obtuses et, comme Geinitz le remarque avec raison, les nervures ne s'accordent pas avec celles du *Sphen. longifolium* ; mais elles sont loin aussi d'avoir la même disposition que dans le *Saxifragae-folium*. Leur nombre rappelle le *Sphen. longifolium*, et leur trop grand éloignement peut être attribué à une inexactitude du dessinateur.

#### REVUE ICONOGRAPHIQUE.

1. Sternberg, *Versuch*, Heft IV, tab. L, fig. 4 ; verticille profondément découpé se rapportant au *Sphen. fimbriatum* Brong. Nous ferons remarquer en passant que Unger (*Gener. et spec. plant. foss.*, p. 70), qui s'est servi de cette figure pour diagnostiquer le *Sphen. fimbriatum*, lui attribue vingt feuilles, quoiqu'il n'en compte en réalité que dix.
2. Sternberg, *Versuch*, Heft IV, tab. LV, fig. 4 ; même forme que la précédente.

3. Germar et Kaulfuss, *Act. Acad. Nat. Cur.*, t. XV, pars II, tab. LXVI, fig. 4; feuilles profondément découpées, régulièrement dichotomes (*Rotularia dichotoma*).
4. Germar, *Versteinerungen*, Heft II, tab. VII, fig. 1; plantes à feuilles n'ayant que des dents profondes (*Sphen. Saxifragaeifolium* Germ.)
5. Sauveur, *Végét. foss. de Belg.*, pl. LXIV, fig. 1 et 2; quelques verticilles de la forme à feuilles profondément découpées pour laquelle il crée une espèce nouvelle : *Sphenophyllum multifidum*.
6. Von Ettingshausen, *Steinkohlenfl. v. Radnitz*, tab. XI, fig. 1 et 5; tab. XII, fig. 1, 2, 5; formes diverses du *Sphen. fimbriatum* Brong. La figure 2 de la dernière planche offre des feuilles singulièrement élargies.
7. Geinitz, *Flor. d. Hainichen-Elberd. Kohlenbas.*, tab. XIV, fig. 7 et 8. Tiges nues et feuillées, à feuilles profondément découpées.
7. Geinitz, *Verstein.*, tab. XX, fig. 5, 6, 8, 9, 10; tiges et verticilles à feuilles diversement découpées.
- C. *Icon nostra*, pl. 1, fig. 6, 6A, 6B, 6C.

*Lieux de provenance.* — La variété *Saxifragaeifolium* est richement représentée à Saarbrücken, à Eschweiler et en Westphalie (Dortmund, Kamen, Herbide, Werden, Essen). Sauveur l'indique en outre en Belgique, Sternberg à Swina, Geinitz et Gutbier à Zwickau, Brongniart à Terasson, Germar et Kaulfuss à Saint-Ingbert, Goepfert dans plusieurs localités de la haute et de la basse Silésie, Giebel à Stangalpe en Styrie, von Ettingshausen à Sommersert en Angleterre, à Radnitz en Bohême et à Reschitza en Hongrie, Geinitz près de Flocha et d'Oberhohndorf, enfin Roemer à Poppenberge près d'Ilfeld.

**V. *Sphenophyllum angustifolium* Germ.**

Germar, *Verstein.*, Heft II, pp. 18, 19.

*S. foliis elongatis, angustis, apice 2, 3, 4 fissis, laciniis linearibus, acutis, nervis raris (2-4); verticillis ordinariè 6 phyllis; internodiis saepe brevissimis; spicis terminalibus; verticillis spicurarum normaliter octocarpis.*

1845. Germar, *Verstein.*, Heft II, pp. 18 et 19 (*Sphenophyllites angustifolius*).



4848. Goepfert, in *Bromn Ind. Pal.*, t. 1, p. 1166.  
 1850. Andrae, in *Jahresb. d. Naturw. Ver. in Halle*, p. 121 (exclus. syn. *Rotularia dichotoma*).  
 1850. Unger, *Gen. et spec. pl. fos.*, p. 71.  
 1851. Von Ettingshausen, in *Haiding. Naturw. Abhand.*, IV, p. 21 (sep. Abdr.) (*Sphenophyllum Schlotheimii* var. *angustifolium*).  
 1852. Giebel, *Deutschl. Petref.*, p. 50 (exclus. syn. *Rotularia dichotoma*).

Cette espèce, trouvée d'abord seulement à Wettin, par Gernar et le professeur Andrae, est parfaitement caractérisée, et ne peut en aucune façon être considérée comme simple variété du *Sphenophyllum Schlotheimii*; elle s'en distingue par plusieurs caractères, entre autres par la position de ses épis, qui terminent toujours en rameau au lieu d'être axillaires, comme dans cette dernière espèce. Si l'on veut rapprocher le *Sphen. angustifolium* de quelque autre type du même genre, c'est avec le *Sphen. Saxifragae-folium* de Gernar qu'on lui trouvera le plus de ressemblance; mais il sera toujours facile à reconnaître à ses feuilles allongées, étroites, à pointes terminales linéaires et aiguës, qui lui donnent un facies tout particulier.

On décrit généralement le *Sphen. angustifolium* comme ayant des mérithalles extrêmement courts : nous avons vu des échantillons de Wettin et de Mannebach qui en avaient d'assez allongés, sans néanmoins atteindre la longueur de la feuille.

Après avoir soigneusement examiné les épis de cette espèce, nous croyons pouvoir indiquer que le chiffre normal des fruits est de huit dans chaque verticille; il se pourrait toutefois que l'on trouvât des épis à verticilles hexa- ou tétracarpes : les plantes de notre époque nous offrent souvent des irrégularités analogues.

#### REVUE ICONOGRAPHIQUE.

1. Gernar, *Verstein.*, Heft II, tab. VII, fig. 4, 5, 6, 7; tiges stériles et fructifères. Quant à la figure 8, qui représente une tige privée de feuilles et que Gernar rapporte à la même plante, elle pour-

rait très-bien ne représenter qu'une tige d'*Asterophyllites*; il est au reste assez inutile de s'arrêter à de pareils fragments.

2. *Icon nostra*, pl. I, fig. 7, 7A, 8B.

*Lieux de provenance.* — Nos échantillons proviennent des deux localités classiques Wettin en Saxe et Mannebach en Thuringe. Le *Sphen. angustifolium* est indiqué encore par von Ettingshausen à Radnitz en Bohême et à Reschitza en Hongrie.

#### VI. *Sphenophyllum oblongifolium* Germ.

Germar, *Act. Acad. Nat. Cur.*, t. XV, pars II (1851), pp. 225, 226.

*S. foliis parvis, lanceolato-obovatis, bifidis, lobis dentatis, nervis paucioribus (4-8); verticillis hexaphyllis; spicis grande bracteatis, spicarum verticillis probabiliter tetracarpis.*

1828. Germar und Kaulfuss, *Act. Ac. Nat. Cur.*, t. XV, pars II, pp. 225, 226 (*Rotularia oblongifolia*).

1845. Geinitz und Gutbier, *Gaea von Sachsen*, p. 72 (*Sphenophyllum bifidum*).

1845. Germar, *Versteinerungen*, Heft II, p. 18 (*Sphenophyllites oblongifolius*).

1848. Goepfert, in *Bronn. Ind. pal.*, t. I, p. 1166 (*Sphenophyllum bifidum*).

1850. Andrae, in *Jahresb. d. Naturw. Ver. in Halle* (1850), p. 121 (*Sphenophyllum bifidum*).

1850. Unger, *Gen. et spec. pl. foss.*, pp. 70 et 71.

1851. Von Ettingshausen, in *Haiding. Naturw. Abhand.*, IV, p. 22. (Separ. Abdr.).

1852. Giebel, *Deutschl. Petref.*, p. 50.

1855. Geinitz, *Verstein.*, p. 12 (excl. syn. *Sphenophyllum angustifolium*).

1860. Roemer, *Beiträge z. Geol. Kenntn. d. nordw. Harzgeb.*, p. 22.

Les feuilles de cette espèce peuvent avoir quelque ressemblance avec celles du *Sphen. Saxifragaelifolium*, qui sont peu profondément divisées; mais elles s'en distinguent toujours cependant par leur forme oblongue. Elle n'a, au contraire, au-

cune analogie avec le *Sphen. angustifolium*, qui a des feuilles cunéiformes étroites tout à fait caractéristiques; aussi ne concevons-nous pas pourquoi Geinitz a réuni ces deux espèces.

Le géologue de Dresde est le seul auteur qui ait bien connu la forme des feuilles et des dents du *Sphen. oblongifolium*; cela provient de ce que ces feuilles ne se rencontrent d'ordinaire pas étalées, mais convexes ou concaves, d'après la face supérieure ou inférieure que l'on considère, de manière que les dents sont généralement cachées dans le schiste. Ce n'est que sur un échantillon conservé dans les grès schisteux des environs de Zwickau que nous avons pu les étudier, et, chose singulière, c'est dans la même roche que Geinitz a trouvé les feuilles complètes dont il s'est servi pour la description. Le même auteur remarque encore avec raison que les nervures et les dents se partagent souvent irrégulièrement, en nombre inégal, de chaque côté de l'incision des feuilles. Celles-ci étaient probablement assez coriaces, puisqu'elles ont conservé leur forme bombée, malgré la pression qu'elles ont subie; elles offrent fréquemment des plis longitudinaux qu'il faut se garder de confondre avec les nervures.

Geinitz enfin a fait connaître l'épi fructifère de cette espèce; malheureusement il se trouve dans un mauvais état de conservation, et l'on ne peut voir s'il est terminal ou axillaire. Il est court et possède de grandes bractées allongées, bifides et creusées en sac à la base. Le fruit, que Geinitz appelle sporange, est relativement gros, et l'épis ne saurait en renfermer plus de quatre par verticille.

#### REVUE ICONOGRAPHIQUE.

1. Germar u. Kaulfuss, *Act. Ac. Nat. Cur.*, t. XV, pars II, tab. LXV, fig. 5. Le port de la plante est bien représenté dans cette figure; mais les dents y manquent.
2. Germar, *Versteinerungen*, Heft II, tab. VII, fig. 5. Même remarque que pour la figure précédente.

5. Geinitz, *Versteinerungen*, tab. XX, fig. 11, 12, 13, verticilles et feuilles typiques; fig. 14, débris de feuilles et d'épis.  
 4. *Icon nostra*, pl. 1, fig. 8, 8A, 8B.

*Lieux de provenance.* — Les échantillons de cette espèce sont rares dans les collections. Ceux du Musée de Bonn proviennent de Wettin et de Zwickau. Geinitz indique encore le *Sphen. oblongifolium* à Hainichen, Germar à Altenkirchen, et Roemer à Ilfeld.

---

### III.

#### ESPÈCES DOUTEUSES.

---

Comme espèces douteuses, viennent en premier lieu les *Sphenophyllum truncatum* et *dissectum* de Brongniart, qui sont colportés depuis près de quarante ans dans la science sans avoir reçu jamais de détermination certaine. N'ayant pas eu l'occasion de voir les échantillons authentiques, nous ne pouvons que les enregistrer ici avec le signe du doute; nous croyons cependant qu'ils ne constituent pas des espèces distinctes, mais qu'ils peuvent, au contraire, se rapporter à des types déjà connus. Quoi qu'il en soit, nous espérons pouvoir lever prochainement ce doute.

Quant au *Sphenophyllum furcatum* Lind., *Spec.* (voir Geinitz, *Flora d. Hainichen-Ebersd. u. Floehaer Kohlenbass.*, pp. 56, 57), nous ferons remarquer d'abord que la plante de Lindley et celle de Geinitz sont certainement des types différents. Le *Solenites furcata* Lindley et Hutton n'appartient pas, comme l'échantillon de Geinitz, au terrain houiller, mais à la formation jurassique et probablement à l'oolithe. La plante de Geinitz elle-même (*loc. cit.*, tab. I, fig. 10, 11, 12; tab. II, fig. 1 et 2) ne saurait être considérée comme *Sphenophyllum*

sans dégrader un genre qui offre des caractères d'ensemble si prononcés. Sauf la fig. 12 (tab. I), les dessins de Geinitz (surtout la fig. 10, tab. I) nous semblent, par l'irrégularité de la dichotomie, représenter plutôt des rhizomes analogues à ceux de l'*Asterophyllites Equisetiformis* que nous avons eu occasion d'étudier à Eschweiler.

Il est vrai que si l'on prend les plantes de Geinitz (surtout tab. I, fig. 10, et tab. II, fig. 1 et 2) pour des axes aériens, on ne peut les adjoindre ni aux *Asterophyllites* ni au *Calamites*; ce serait peut-être une raison pour en faire un genre nouveau, mais non pour les accoler aux *Sphenophyllum*. L'*Asterophyllites elegans* (?) Goepf., que Geinitz cite encore ici comme synonyme, est aussi une tout autre plante : la parfaite alternance des stries, d'un mérithalle de la tige à un autre, indique, dans ce cas, qu'on a affaire à un *Calamites*.

Reste enfin le *Sphenophyllum microphyllum* Stern., *Spec.* (in Geinitz, *Verstein.*, p. 15), pour lequel il nous faut répéter ce que nous avons dit plus haut : le *Bechera delicatula* Stern. (*Versuch*, Heft IV, tab. XLIX, fig. 2) et le *Myriophyllites microphyllus* Stern. (*Versuch*, Heft III, tab. XXXV, fig. 5) nous paraissent être deux plantes différentes. La première est probablement un *Asterophyllites*; la seconde, qui n'est figurée que sous forme d'un bout de tige, garni de racines ou de feuilles finement dichotomées, ne peut être soumise à aucune détermination : von Ettingshausen la rapporte au *Calamites communis*, Unger la conserve parmi les Haloragées fossiles, et il se pourrait qu'elle ne fût qu'un simple rhizome d'*Asterophyllites*.

Nous résumons donc ce dernier chapitre en disant que, en dehors des six espèces décrites plus haut et de leurs variétés, nous croyons que le genre *Sphenophyllum* ne possède pas d'autre représentant connu en Europe.

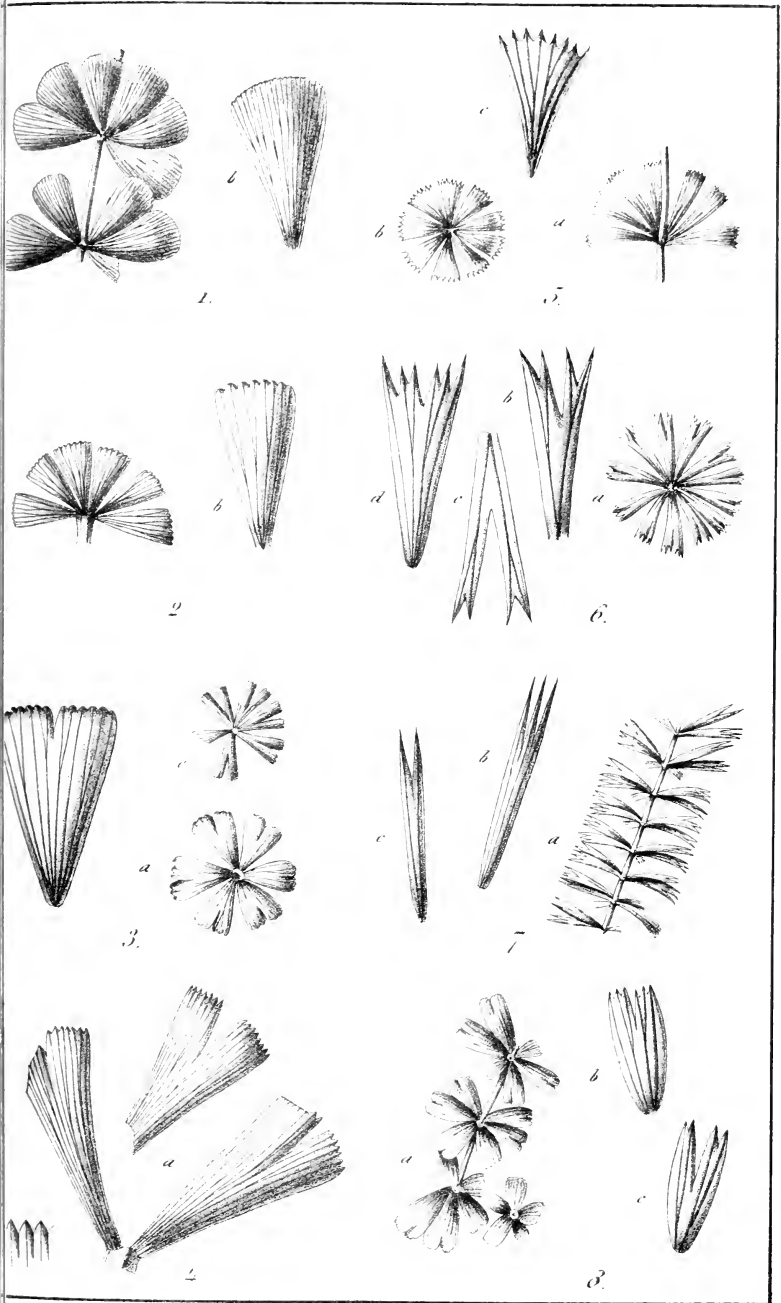
EXPLICATION DES PLANCHES.

—  
PLANCHE I.

- Fig. 1. A. *Sphenophyllum Schlotheimii* Brong. — De Wettin.  
B. Feuille amplifiée.
- Fig. 2. A. *Sphenophyllum emarginatum* Brong. — De Saarbrück.  
B. Feuille amplifiée.
- Fig. 5. A. *Sphenophyllum emarginatum*  $\beta$  *Brongniartianum*. — De Saarbrück.  
B. Feuille amplifiée.  
C. Verticille inférieur, à feuilles profondément découpées.
- Fig. 4. A. *Sphenophyllum longifolium* Germar. — De Wettin.  
B. Dents amplifiées.
- Fig. 5. A. *Sphenophyllum erosum* Lindl. et Hutt. — D'Eschweiler.  
B. Échantillon de la même espèce, mais à feuilles plus larges. — D'Eschweiler.  
C. Feuille amplifiée.
- Fig. 6. A. *Sphenophyllum erosum*  $\beta$  *Saxifragae-folium* (Stern.) d'Eschweiler.  
B. et C. Feuilles amplifiées à découpures profondes.  
D. Feuille amplifiée à découpeure moins profonde, montrant le passage de la variété au type *erosum*.
- Fig. 7. A. *Sphenophyllum angustifolium* Germ. — De Wettin.  
B. et C. Feuilles amplifiées, l'une bifide, l'autre trifide.
- Fig. 8. A. *Sphenophyllum oblongifolium* Germ. — De Wettin.  
B. et C. Feuilles amplifiées, à découpures de longueur différente.

PLANCHE II.

- Fig. 1. *Sphenophyllum emarginatum* Brong. — De Landsweiler-Thal, près de Saarbrück.
- Fig. 2. Échantillon de la même espèce, mais plus robuste que le précédent. — De Saarbrück
- Fig. 5. Feuille amplifiée.
-





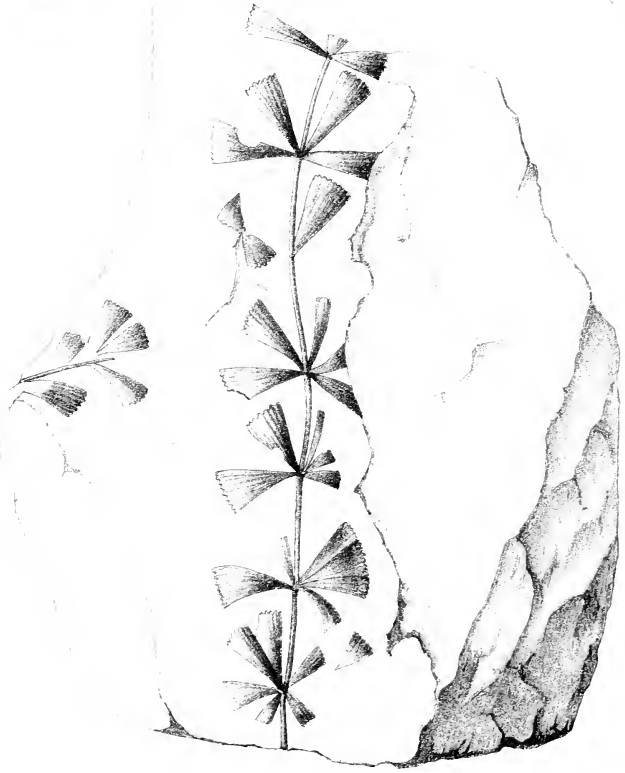




3.



2.



1.



*Sur quelques effets curieux des forces moléculaires des liquides*; par G. Vander Mensbrugghe, répétiteur à l'École du génie civil à Gand.

1. *Formation de bulles liquides dans une condition particulière.*

En météorologie, la question de l'état de la vapeur des nuages est loin d'être définitivement résolue; l'hypothèse des vésicules, quoique fort combattue, n'est pas encore renversée. L'un des principaux arguments qu'on fait valoir contre elle consiste, on le sait, en ce que l'on ne peut concevoir le mode de formation de ces vésicules pleines d'air. Or nous connaissons maintenant un fait intéressant qui montre comment un liquide supposé en lamelle ouverte de courbure quelconque peut prendre la forme de sphère creuse : cette expérience a été décrite par M. Félix Plateau (1), fils de l'illustre physicien; seulement l'auteur n'a opéré que sur l'eau de savon, de manière qu'à la rigueur, on pourrait ne pas admettre l'application de ce fait à l'eau pure. Mais j'ai pu, grâce à des circonstances spéciales, constater que l'eau pure se comporte à peu près comme l'eau de savon. Voici comment je l'ai observé :

Ayant lancé, d'une fenêtre située à douze mètres au-dessus du sol, de l'eau pure contenue dans une tasse, j'ai vu la nappe liquide se transformer en sphères creuses dont le diamètre maximum était d'environ quatre centimètres ;

---

(1) *Sur un mode particulier de production de bulles de savon* (BULLETINS DE L'ACADÉMIE, 2<sup>me</sup> série, t. XIII, p. 286).

après un trajet de huit à dix mètres, les bulles ont crevé et se sont éparpillées en une infinité de gouttelettes.

J'ai reproduit le phénomène un grand nombre de fois avec de l'eau distillée, en prenant des vases de formes diverses et en changeant le mode de projection; j'ai presque constamment réussi; seulement les bulles variaient de beaucoup en nombre et en diamètre: les plus grosses n'avaient pas plus de cinq à six centimètres. La résolution de la nappe liquide en sphères creuses s'effectuait d'autant plus vite que cette nappe était moins large et à courbure plus forte. Il est aisé d'expliquer cette particularité en remarquant que la pression moléculaire, dirigée toujours vers la partie concave de la nappe, augmente avec la courbure de la surface du liquide.

Les meilleurs résultats peuvent s'obtenir comme suit: On prend une tasse d'environ dix centimètres de largeur et remplit aux trois quarts; on lance l'eau avec une vitesse modérée en faisant mouvoir la main de gauche à droite, par exemple, afin que les bulles qui se forment ne puissent pas s'empêcher mutuellement d'être aperçues: il convient de se placer à six mètres au moins au-dessus du sol; car, sans cette condition, la lame n'a pas le temps de se résoudre en sphères creuses, ou, si ces sphères se produisent, il est impossible de les observer et d'assister à leur rupture.

Cette expérience confirme pleinement la conclusion énoncée par M. Félix Plateau et consistant à rejeter, comme condition nécessaire de la formation de vésicules, l'agglomération simultanée des molécules liquides en enveloppes fermées de toutes parts; il suffit d'admettre la génération de lamelles ouvertes et de courbure quelconque, génération qui assurément n'a rien d'impossible. Sans doute, il

reste à résoudre la question de la durée des bulles : les plus grosses éclatent en moins d'une seconde, il est vrai ; mais en est-il de même des plus petites sphérules ? C'est ce que je n'ai pu constater, à cause de la difficulté de juger si ces petites sphères sont pleines ou creuses, difficulté d'autant plus grande que l'enveloppe est bien plus épaisse que celle des bulles d'eau de savon.

Abstraction faite de la question de météorologie, il m'a paru intéressant d'appliquer le procédé décrit plus haut à différents liquides. Et d'abord j'ai essayé l'eau de savon : j'ai constaté que les bulles se forment très-bien, mais que leur diamètre n'est pas considérable et que, de plus, elles crèvent aussi rapidement qu'avec l'eau pure. Si ces résultats diffèrent de ceux que décrit M. Félix Plateau, cela provient seulement de ce que, au lieu de lancer le liquide en tournant rapidement sur moi-même, je le projetais simplement avec une vitesse relativement modérée, de façon que la nappe était beaucoup moins large et plus épaisse. C'est pourquoi j'ai essayé aussi une vitesse très-grande, de manière à rendre la nappe très-mince : alors j'ai obtenu un très-grand nombre de petites sphères accompagnées de quelques bulles très-légères, plus ou moins grosses et assez durables ; il m'est même arrivé de produire par une vive projection, avec une dissolution de savon qui s'était prise en gelée, trois bulles dont la plus grosse avait au moins vingt-cinq centimètres de diamètre, et les deux autres, huit à dix centimètres : elles ont persisté pendant une demi-minute environ.

Avec l'alcool, mon procédé réussit très-bien ; seulement les bulles crèvent très-vite. Parmi les huiles volatiles, j'ai opéré avec succès sur l'huile de térébenthine et particulièrement sur l'huile de pétrole ; avec une huile grasse (je

n'ai pris que l'huile d'olive), la réussite est un peu plus difficile; les bulles formées sont très-petites, à cause de la viscosité qui empêche le liquide de s'épanouir en large nappe. Enfin j'ai obtenu de bons résultats avec plusieurs dissolutions salines.

Je n'ai pas essayé le mercure; mais cela m'a paru d'autant moins nécessaire que l'on connaît depuis longtemps la jolie expérience au moyen de laquelle M. Melsens (1) a réalisé des bulles de mercure, en employant, à la vérité, une méthode toute différente.

Quand le liquide sur lequel on opère est en grande masse, on peut aisément le forcer à prendre la forme d'une nappe à courbure déterminée : il suffit de le lancer au moyen d'une pompe foulante à travers des tuyaux terminés par des ajutages convenables. Pour appliquer ce procédé, j'ai fait construire deux ajutages ayant la forme d'un petit canal héli-cylindrique pour l'un, héli-conique pour l'autre; la longueur de ce canal était d'environ cinquante millimètres, et la section d'écoulement était l'aire comprise entre deux demi-circonférences concentriques dont la plus grande avait vingt millimètres de rayon et la plus petite dix-sept. Je me suis servi d'eau de puits et d'eau de savon. L'ajutage héli-cylindrique a donné, avec l'eau de puits, une multitude de bulles de trois à quatre centimètres de diamètre et crevant après un trajet de quelques mètres, et, avec l'eau de savon, un grand nombre de bulles creuses flottant dans l'air. Quant à l'ajutage héli-conique, il a produit, avec l'eau ordinaire, une nappe devenant de plus en plus large et plus mince, et se résol-

---

(1) *L'Institut*, 1843, p. 207

vant en une pluie de petites bulles creuses qui éclataient au bout de peu d'instants; avec l'eau de savon, il s'est formé une infinité de sphérules dont un grand nombre à enveloppes très-minces.

J'ai également employé des ajutages plus étroits que trois millimètres, mais ils m'ont donné des résultats beaucoup moins développés que les précédents.

En résumé, toutes ces expériences me paraissent prouver que la plupart des liquides, sinon tous, épanchés en nappe d'une largeur et d'une épaisseur convenables, peuvent affecter la forme de sphères creuses.

## 2. *Globules de mercure flottants. — Attractions et répulsions produites par ces globules.*

Depuis quelque temps, les physiciens se sont beaucoup occupés de la forme globulaire affectée par un liquide, même aux températures ordinaires, à la surface du même liquide ou d'un liquide différent; il ne sera donc pas hors de propos de faire connaître, sur le même sujet, une expérience que je crois nouvelle et qui, tout en montrant d'une manière remarquable les effets des actions moléculaires des liquides, offre, en outre, le moyen de prouver élégamment les attractions et les répulsions capillaires: c'est l'expérience des globules de mercure flottant sur l'eau. J'opère comme suit :

Je remplis d'eau distillée une large capsule, puis, au moyen de l'extrémité de la lame d'un couteau ou d'un canif, je prends un globule de mercure d'environ 0<sup>mm</sup>,5 de diamètre, et je l'amène près de la surface du liquide, en inclinant la lame aussi peu que possible; alors je tourne très-doucement celle-ci autour du tranchant de manière à

mettre le globule, placé très-près de ce tranchant, en contact avec l'eau; quand ce contact est établi, je soulève le canif avec précaution, et le globule mercuriel flotte. J'ai assisté ainsi au spectacle assez curieux d'une sphère liquide flottant à la surface d'un autre liquide treize fois et demie moins dense qu'elle-même.

Ce phénomène donne lieu à plusieurs remarques. Et d'abord, pourquoi le globule n'est-il pas mouillé par le liquide? Je crois que ce fait est dû à la couche d'air condensée à la surface de ce globule; cela me paraît d'autant plus probable que j'ai pu le faire séjourner pendant plus d'un quart d'heure dans l'eau et le faire flotter immédiatement après; au contraire, quand un globule a été plongé, par exemple, pendant une heure, la couche d'air est chassée, du moins en partie, et l'on ne parvient plus à le mettre en équilibre à la surface du liquide.

En second lieu, pour expliquer le phénomène actuel, suffit-il de dire que le poids du globule mercuriel est égal à celui de l'eau déplacée, en y comprenant, bien entendu, la dépression formée autour du mercure? ne faut-il pas tenir compte de ce fait que l'eau étant concave immédiatement au-dessous du globule, la pression capillaire y doit être moindre que tout autour? ou bien s'exerce-t-il, dans ce cas, un effet spécial de la cohésion, par exemple, une résistance opposée par le liquide ambiant à la déformation de sa surface? J'ai fait bon nombre d'expériences et de calculs pour résoudre ces questions d'une manière décisive, mais jusqu'à présent je n'ai pas réussi.

Comme je l'ai déjà dit, l'expérience décrite ci-dessus fournit un moyen très-commode pour montrer nettement les attractions et les répulsions capillaires. En effet, à l'instant où l'on soulève la lame du canif, on observe que le



globule éprouve une vive répulsion : c'est évidemment un effet capillaire dû à l'élévation de l'eau le long de la lame et à la dépression de ce liquide autour du mercure : les bords de la capsule exercent aussi une répulsion énergique. Pour constater l'attraction, je fais flotter deux globules mercuriels en tâchant de les obtenir au repos à environ vingt millimètres de distance mutuelle; au bout de quelques moments, ils se mettent en mouvement l'un vers l'autre, la vitesse étant d'abord très-faible, mais allant en augmentant avec rapidité à mesure que leur distance devient moindre. Aussitôt après le contact, les deux globules se réunissent en un seul : c'est que la couche d'air adhérente à chacun d'eux est vivement refoulée par suite de leur choc, et devient ainsi de plus en plus mince jusqu'à permettre à la cohésion d'exercer son effet. Cette réunion des globules ne se fait aisément que si le mercure est suffisamment pur et qu'à la surface de l'eau il n'y ait ni petits filaments ni corpuscules quelconques; car ces derniers gênent considérablement les actions capillaires et rendent la distance entre les surfaces mercurielles en regard assez grande pour empêcher l'attraction moléculaire de se manifester.

Ce qui me paraît donner de l'intérêt à ces expériences, c'est que les actions capillaires s'y font sentir à des distances bien plus grandes (20<sup>mm</sup> à 25<sup>mm</sup>) qu'avec les corps dont on se sert habituellement dans les cours de physique; j'ajouterai que, malgré la petitesse des masses réagissant entre elles, on peut suivre avec beaucoup de facilité tous les mouvements, à cause de la grande quantité de lumière réfléchie par les zones non immergées.

Grâce à l'effet de la cohésion sur deux sphérules juxtaposées, j'ai pu accroître graduellement le volume du glo-

bule initial : il a suffi pour cela de faire flotter successivement de très-petites sphères qui toutes allaient se réunir au premier globule ; j'ai pu ainsi chercher expérimentalement le diamètre maximum des sphères pouvant se maintenir à la surface de l'eau distillée : j'ai trouvé  $0^{\text{mm}},87$ , à très-peu près. Avec de l'eau de puits, j'ai obtenu un millimètre environ pour diamètre maximum.

J'ai essayé également de faire flotter des gouttelettes de mercure sur l'huile d'olive ; j'ai parfaitement réussi, seulement les globules n'avaient qu'un tiers de millimètre au plus de diamètre (1).

Enfin j'ai soumis à l'expérience plusieurs dissolutions salines, entre autres celles du chlorure de sodium, du nitrate de baryte et du carbonate de soude : il m'a paru que le diamètre maximum augmentait d'abord avec le degré de concentration, mais que cette augmentation avait une limite au delà de laquelle le diamètre maximum diminuait. Je me propose d'examiner ce point de plus près.

---

(1) Ces expériences m'ont suggéré l'idée de faire flotter de petites sphères solides d'une grande densité ; je ne citerai qu'un seul cas, celui du platine : une sphérule de ce métal, ayant  $0^{\text{mm}},5$  à  $0^{\text{mm}},4$  de diamètre, a très-bien pu flotter à la surface de l'eau.

*Séance du 8 octobre 1864.*

M. SCHAAR, président de l'Académie.

M. AD. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. d'Omalius d'Halloy, Wesmael, Stas, De Koninck, Van Beneden, A. De Vaux, de Selys-Longchamps, Nyst, Gluge, Nerenburger, Melsens, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, Ernest Quetelet, *membres*; Schwann, *associé*; Donny, Montigny, Morren, Steichen, *correspondants*.

---

## CORRESPONDANCE.

---

La classe apprend avec douleur la perte qu'elle vient de faire, presque en même temps, de deux de ses membres, M. Kickx et M. Timmermans, professeurs à l'Université de Gand, décédés tous deux à un jour d'intervalle, le 2 et le 3 septembre dernier. M. le secrétaire perpétuel a prononcé les paroles suivantes sur la tombe de M. Kickx, et M. Poelman, absent lors des funérailles, a promis d'écrire sur ce membre une notice biographique, destinée à l'Annuaire de l'Académie :

« Je viens, au nom de l'Académie royale de Belgique, exprimer les douloureux regrets et les sentiments de profonde affliction que lui inspire la mort si imprévue d'un savant éminent, d'un homme de bien, d'une de ces organisations d'élite qui allient à la supériorité de l'intelligence les délicatesses du cœur !

» J'ai peut-être quelques titres particuliers à être, en cette pénible circonstance, l'interprète des confrères et des amis de Kickx ; peut-être puis-je mieux que la plupart d'entre eux indiquer les rares qualités de celui qui n'est plus et qui le faisaient tout à la fois aimer et estimer de tous. En effet j'ai connu, observé et aimé Kickx dès sa plus tendre jeunesse ; comme professeur, j'ai pu apprécier, en outre, les qualités qui devaient illustrer sa carrière et j'ai assisté en quelque sorte à ses premiers débuts.

» Chargé par notre Académie, en 1822, d'aller avec son respectable père décrire la grotte de Han, j'assistai aux premiers travaux du jeune savant et je fus assez heureux pour pouvoir dès lors y applaudir et l'encourager.

» Bientôt les prix remportés aux concours universitaires montrèrent ce qu'on pouvait attendre du jeune botaniste, et, lors du décès de son père, sa place se trouvait déjà si bien marquée dans le domaine de la science, que notre Académie l'appela à recueillir l'héritage paternel.

» Il ne m'appartient pas de parler ici des travaux académiques accomplis par notre confrère, pendant vingt-sept ans, avec tant d'équité et de conscience, de savoir et de modestie ; une voix plus autorisée que la mienne indiquera le rang que Kickx avait su conquérir comme naturaliste. Sa supériorité était d'ailleurs reconnue et admise par tous, lui seul semblait l'ignorer.

» Qu'il me soit pourtant permis de rappeler qu'après tant de communications dont il vint successivement enrichir nos publications, il lui fut accordé d'introduire son fils dans le domaine où il s'était illustré et de sourire aux heureux essais de ce jeune continuateur de son nom et de ses travaux.

» Kickx venait de mettre le couronnement à tant d'œuvres justement estimées, en achevant son grand travail sur la flore cryptogamique; et, par une coïncidence fatale, la mort le frappait au moment même où il venait de conclure, avec un éditeur, en présence d'un de ses plus anciens amis, les arrangements pour la publication de ce monument scientifique. Un tel travail ne sera sans doute pas perdu et ne restera point ignoré : des mains fidèles le mettront pieusement au jour. Mais rien, hélas! ne saurait plus nous rendre ni l'intelligence qui a fait éclore une telle œuvre ni l'homme excellent, juste, consciencieux, dont le caractère était si parfaitement à la hauteur du talent.

» Adieu, cher et aimé confrère, ton souvenir ne s'éteindra pas parmi nous : il subsistera dans nos cœurs avec des larmes et d'inconsolables regrets ! »

— M. Duprez avait prononcé, la veille, les derniers adieux sur le cercueil de M. Timmermans; il les reproduira avec une notice biographique dans l'Annuaire de l'Académie.

— M. le Ministre de l'intérieur fait parvenir, pour la bibliothèque de l'Académie, le tome XVI des *Annales de l'Observatoire royal*, le tome VIII des *Documents statistiques du royaume*, les tomes I et III de la *Statistique générale du royaume pour la période décennale de 1850 à*

1860, et le tome II de la série nouvelle des *Annales des universités de la Belgique*.

— L'Académie reçoit aussi pour sa bibliothèque un grand nombre d'ouvrages, comprenant entre autres les publications de l'Académie des sciences de Madrid, de la Société silésienne de Breslau, de la Réunion de Francfort-sur-Main pour les sciences physiques, de l'Institution smithsonienne de Washington, de l'Institut géologique de Calcutta, etc.

— La commission nommée pour élever, à Pavie, un monument à la mémoire du célèbre géomètre Bordoni, fait connaître que la fondation a eu lieu le 8 septembre dernier.

— L'Académie royale Léopoldo-Caroline des Curieux de la nature à Iéna annonce qu'elle célébrera, le 2 novembre prochain, le cinquantième anniversaire de l'entrée en fonctions du docteur Carus comme professeur de l'art obstétrical.

— M. Parent, de Waleffe, transmet le résultat des observations météorologiques faites, par lui, dans cette localité pendant l'année 1865.

— M. Achille Brachet, de Paris, fait parvenir quatre nouvelles notices manuscrites sur différents sujets de physique. (Commissaires : MM. Plateau et Duprez.)

— M. d'Omalius est invité à examiner deux notices manuscrites de M. Malaise, sur des sujets de géologie, et un mémoire, avec deux planches, sur la carte géologique des environs de Dinant, par M. Édouard Dupont.

CONCOURS DE 1864.

---

La classe des sciences avait mis au concours quatre questions ; elle n'a reçu qu'un mémoire en réponse à la troisième question, conçue dans les termes suivants :

*Les recherches effectuées, dans ces dernières années, sur la composition chimique des aciers, ont fait naître des doutes qu'il importe d'éclaircir : l'Académie demande qu'on établisse, par des expériences précises, quels sont les éléments essentiels qui entrent dans la constitution de l'acier, et qu'on détermine les causes qui impriment aux différents aciers produits par l'industrie leurs propriétés caractéristiques.*

Le mémoire présenté porte pour épigraphe : *Citiùs emergit veritas ex errore quam ex confusione.*

Les commissaires nommés pour en faire l'examen sont MM. Stas, De Koninck et Dewalque.

---

RAPPORTS.

---

*Sur le dosage des minerais de zinc ; par M. Mathelin, élève de l'École spéciale des arts et manufactures à Gand.*

**Rapport de M. Stas.**

« Il existe plusieurs méthodes d'analyse des minerais de zinc ; la plupart d'entre elles exigent beaucoup de

temps, de soin et d'habileté pour être exécutées convenablement. Une seule fait exception : c'est celle qui repose sur la réduction de l'oxyde de zinc et la volatilisation du métal produit. Telle qu'elle est généralement pratiquée, cette méthode laisse encore à désirer, tant sous le rapport de l'économie de temps que sous le rapport de l'exactitude du résultat. M. Mathelin s'est efforcé de la simplifier, en réduisant à la fois le temps nécessaire à l'exécution de l'opération et en changeant radicalement les appareils. Le système qu'il a imaginé se compose d'un cylindre creux de terre réfractaire, couvert d'une plaque mobile de terre percée de trous et d'une pipe de terre réfractaire. Le fourneau de la pipe sert de creuset et le tuyau est utilisé pour l'introduction de l'air et du gaz, servant successivement au grillage du minerai et à la réduction des oxydes métalliques. Le tout est chauffé à l'aide de quelques becs de Bunzen. Il n'y a aucun doute que ce système ne réalise parfaitement le but proposé, c'est-à-dire l'analyse par voie sèche, aussi exactement que la nature de cette méthode le permet. Les résultats concordants de quelques analyses de minerais de zinc faites par cette méthode prouvent la bonté de ces dispositions. Je ne doute aucun instant que cet appareil, si simple qu'il paraisse, ne rende des services réels dans *l'analyse métallurgique* des minerais de zinc.

En conséquence, j'ai l'honneur de proposer à l'Académie d'imprimer la note de M. Mathelin dans le bulletin de la séance et de voter des remerciements à l'auteur pour sa communication. »

Conformément à cet avis, que partage M. Melsens, second commissaire, la classe ordonne l'impression de la



notice de M. Mathelin dans le recueil des *Bulletins*, et elle vote des remerciements à l'auteur pour sa communication.

---

## COMMUNICATIONS ET LECTURES.

---

*Sur l'Observatoire royal de Bruxelles*; par M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie.

L'idée de fonder un observatoire en Belgique a été émise, dans l'Académie dès l'année 1825. Ce corps savant jugeait nécessaire qu'un établissement de ce genre fût spécialement destiné pour les sciences d'observation et surtout pour l'astronomie. Une députation chargée de faire une démarche à cet effet s'adressa à M. Falck, alors Ministre de l'intérieur et l'un des hommes les plus éclairés que le gouvernement eut à la tête des affaires. Le respectable commandeur de Nieupoort, à cette époque directeur de l'Académie, et quelques-uns de ses confrères se rendirent au ministère afin de faire des recommandations spéciales qui furent favorablement accueillies. Dans cette même année, l'un des membres les plus jeunes de l'Académie fut chargé d'aller à Paris pour se mettre au courant de l'astronomie; il se rendit ensuite dans différents pays considérés comme étant les plus avancés dans les sciences, afin d'adopter un mode d'observations et d'arrêter les plans qu'il aurait à soumettre à cet égard.

En effet ces plans ont été formés d'après ceux des observatoires les plus célèbres, et conformément à l'opinion des hommes les plus compétents. Ils furent adoptés en 1826, et les premières dépenses furent faites en commun par le

Gouvernement et la ville de Bruxelles, à laquelle appartenait cet établissement, mais dont le personnel devait être nommé par l'État. La révolution de 1830 arrêta les travaux, qu'on reprit quelque temps après, et qui ne furent entièrement achevés qu'en 1853. Plus tard, de nouvelles difficultés surgirent, et l'observatoire fut cédé à l'État en même temps que les Musées et la Bibliothèque de la ville.

Dès l'année 1827, des instruments de précision de premier ordre avaient été commandés à divers constructeurs, Gambey, de Paris, Throughton et Simms, de Londres, Kessel, d'Altona, etc.; afin que l'observatoire pût figurer parmi les principaux de l'Europe. La révolution belge respecta les traités conclus, et les instruments furent mis en place, en 1853, par l'obligeant intermédiaire de Gambey, membre de l'Institut.

A partir de 1853, eurent lieu les premières observations *météorologiques* régulières : des soins spéciaux furent donnés, en même temps, à la détermination exacte de la longitude et de la latitude de Bruxelles. On commença, plus tard, un vaste travail ayant pour but la détermination des étoiles à mouvement propre; mais il fallut l'abandonner pour s'occuper d'autres travaux urgents qui n'existaient point encore et que notre observatoire, par sa position, pouvait seul entreprendre.

Il fallut aussi se livrer au développement des travaux de *météorologie* que le manque d'observations nécessitait pour notre pays. A cet effet et pour compléter ces recherches, le Gouvernement prêta des instruments aux savants belges qui consentaient à y donner leur concours. C'est dans les *Annales de l'Observatoire* et dans les *Mémoires de l'Académie* que ces documents ont paru. Les savants étrangers ont bien voulu nous aider à étendre ce système

sur toute l'Europe et reconnaître que, sous ce rapport, nous avons fini par marcher en première ligne avec les plus habiles, quoique nos commencements eussent été tardifs.

Non-seulement l'Observatoire de Bruxelles s'occupa avec l'ardeur la plus vive des travaux météorologiques, mais il donna tous ses soins à une étude nouvelle qui compte encore peu d'adeptes : celle de la *physique du globe*. Les variations de température à différentes profondeurs dans le sol et à différentes hauteurs dans l'atmosphère, les variations diurnes et annuelles de l'électricité de la terre, soit statique, soit dynamique ; les valeurs absolues et relatives du magnétisme du globe ; les variations que subit cet élément comparativement aux autres pays ; l'étude assidue des étoiles filantes, à laquelle nous avons été des premiers à prendre part ; les époques de la feuillaison et de la floraison des plantes ; celles de leur fructification et de leur effeuillaison ; les migrations des oiseaux et la périodicité des insectes, etc., firent l'objet d'une étude particulière qui a été publiée dans ces derniers temps.

Tous ces travaux relatifs aux variations physiques dans notre partie du globe nous menèrent très-loin et exigèrent beaucoup de temps. Vers le milieu de 1855, une maladie violente me mit à deux pas de la mort, au moment où, après avoir terminé les observations météorologiques et de la physique du globe, je me proposais de revenir enfin vers l'astronomie.

Le gouvernement, pour me soutenir dans mes entreprises, voulut bien m'adjoindre mon fils, qui était officier du génie dans notre armée. Je suis heureux de pouvoir remercier de cet appui l'un de nos confrères, M. De Decker, alors Ministre de l'intérieur.

Je pus continuer ainsi mes travaux, tandis que mon

fil, secondé par mes deux aides MM. Mailly et Horemann, s'adonna entièrement au catalogue des étoiles à mouvement propre déjà commencé précédemment, mais il put le faire avec plus d'ordre et de régularité. Les observations aux instruments méridiens ont également été poussées avec une nouvelle activité depuis 1855. Le volume que j'ai l'honneur de vous offrir est le seizième de la collection; il contient les observations astronomiques de 1859 et de 1860, en même temps que les observations de la météorologie et de la physique du globe pour les mêmes années.

Mon fils ne tardera pas à vous présenter la première partie du Catalogue dont il s'occupe pour les étoiles douées d'un mouvement propre; il continuera à vous soumettre successivement, mais sous une forme plus large, les travaux que j'avais en vue d'exécuter. Pendant ce temps, je pourrai achever la mise en ordre d'un travail que je crois important pour la science dans notre royaume et dont j'aurai bientôt, j'espère, l'occasion de vous entretenir.

—

*Sur les observations des étoiles filantes du 10 août 1864, à Bruxelles, et sur les extrêmes de température observés depuis trente ans; par M. A. Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie.*

Le ciel n'a guère été favorable à l'observation des étoiles filantes périodiques du milieu du mois d'août dernier : les nuages, par leur quantité et leur épaisseur, le couvraient à peu près constamment. Dans la soirée du 10 août cependant, il se découvrit quelques instants, et je pus, avec mon fils, observer à peu près les deux tiers de sa surface, du-

rant l'intervalle de près de vingt minutes, entre 10<sup>h</sup>20<sup>m</sup> et 10<sup>h</sup>58<sup>m</sup>40<sup>s</sup>. Le ciel se recouvrit ensuite et l'observation devint impossible.

Le nombre des étoiles filantes aperçues durant cette durée fut de seize, ce qui donnerait quarante-huit étoiles filantes par heure. Ces météores étaient généralement brillants; ils se montraient presque tous dans la voie lactée en se dirigeant vers le sud-sud-ouest, à travers le Cygne, le Dragon, l'Aigle, la Lyre : plusieurs laissaient des traînées brillantes d'étincelles.

Les conditions ont été probablement plus défavorables encore dans les localités d'où les observateurs voulaient bien me transmettre précédemment leurs recherches, car je n'ai reçu jusqu'à présent aucune communication à ce sujet; j'ai vu cependant, par les journaux, que le ciel n'a pas été complètement couvert dans toutes les contrées.

Mon fils m'a remis le tableau suivant sur les extrêmes de température, observés depuis la fondation de l'observatoire royal. Depuis trente ans, les gelées n'ont jamais commencé aussitôt que cette année, et jamais aussi le maximum de température pendant l'été n'est resté aussi bas.

D'après ce tableau on peut remarquer que la plus longue période de gelée a eu lieu pendant l'hiver de 1860 à 1861 : elle a commencé le 2 novembre pour finir le 20 avril, soit durant cent soixante et dix jours. L'apparition la plus hâtive de la gelée s'est faite, cette année, au 5 octobre.

Le maximum de température s'est fait sentir en 1846 : il a été de 54°,2; et le plus fort minimum, à la hauteur où se trouve le thermomètre qu'on observe habituellement, soit à 59 mètres d'altitude, a été de — 16°,9 pendant l'hiver de 1860 à 1861.

ANNÉES.	PREMIER JOUR de gelée.	DERNIER JOUR de gelée.	NOMBRE de jours de la période de gelée.	MAXIMUM observé pendant l'année	MINIMUM observé pendant l'année
1852-1853	?	26 mars.	?	?	— 9,5 C.
1853-1854	9 novemb	19 mars.	151	28,7 C.	— 4,0
1854-1855	15 novemb.	17 avril.	156	33,1	— 5,0
1855-1856	19 octobre.	24 février.	128	29,8	—11,7
1856-1857	29 octobre.	15 avril.	169	30,1	— 9,8
1857-1858	15 novemb.	17 avril.	154	29,7	—18,8
1858-1859	21 novemb.	11 avril.	142	30,8	— 9,3
1859-1860	30 octobre.	5 avril.	159	32,9	—12,8
1860-1861	26 novemb.	2 mars.	97	27,6	—12,9
1861-1862	16 novemb.	17 avril.	153	28,8	—12,6
1862-1863	6 novemb.	14 avril.	160	32,6	— 5,7
1863-1864	10 novemb.	21 mars.	153	33,8	— 9,1
1864-1865	30 novemb.	22 mars.	113	30,6	—15,0
1865-1866	4 novemb.	15 mars.	150	32,7	— 5,2
1866-1867	8 novemb.	16 avril.	160	34,2	—12,6
1867-1868	19 novemb.	8 mars.	111	32,1	—13,7
1868-1869	10 novemb.	18 avril.	160	30,5	— 9,7
1869-1870	22 novemb.	30 mars.	129	32,8	—15,6
1870-1871	25 octobre.	10 mars.	139	30,9	— 5,3
1871-1872	5 novemb.	21 avril.	169	29,4	— 4,9
1872-1873	1 décembre.	30 mars	120	32,9	— 8,0
1873-1874	19 novemb.	25 avril.	158	30,8	—13,8
1874-1875	19 novemb	25 avril.	156	31,2	—16,6
1875-1876	20 novemb.	20 avril.	155	29,4	—13,2
1876-1877	27 octobre.	24 mars.	149	30,5	— 8,8
1877-1878	15 novemb.	14 avril.	151	34,5	—10,2
1878-1879	31 octobre.	1 avril.	155	34,4	—10,1
1879-1880	11 novemb.	13 mars.	124	31,2	—12,4
1880-1881	2 novemb.	20 avril.	170	27,8	—16,9
1881-1882	31 octobre.	15 avril.	163	29,5	—10,2
1882-1883	20 novemb.	1 avril.	153	26,9	— 5,8
1883-1884	10 novemb.	9 avril.	152	29,9	—10,8
1884-1885	5 octobre.	?	?	27,1	?
MOYENNES.	11 novemb.	5 avril.	144	30,9	— 10,6

*Sur les fouilles faites dans le Trou des Nutons près de Furfooz, par M. Édouard Dupont. Communication de M. Van Beneden, membre de l'Académie.*

M. Van Beneden met sous les yeux de ses confrères des os travaillés que M. Dupont a trouvés dans le Trou des Nutons, depuis sa dernière communication faite à l'Académie. Dans le nombre se trouve la partie inférieure d'un tibia de bouquetin ou de chèvre, dans lequel une forte entaille a été pratiquée à l'aide d'un couteau de silex qui en fait une flûte. Les enfants font encore aujourd'hui le même instrument, mais de bois et avec cette différence que l'ouverture est plus loin de l'embouchure que dans le tibia. C'est probablement à cause de la fragilité de l'os, qui est d'autant plus solide qu'on approche davantage de l'articulation. Les autres os sont des astragales, qui ont évidemment servi à un jeu d'osselets : leurs surfaces sont polies à force d'être usées ; ils ne sont pas de même grandeur et proviennent de deux espèces distinctes. Les habitants du Trou des Nutons jouaient donc au même jeu que nos enfants. Ces objets, ajoute M. Van Beneden, seront figurés dans un travail qui sera publié plus tard.

—

*Observations de l'inclinaison magnétique faites à l'observatoire de Christiania pendant les années 1855 à 1864 ; par M. Christian Hansteen, associé de l'Académie. Lettre à M. Ad. Quetelet, Secrétaire perpétuel.*

« Depuis le mois d'avril 1855, j'ai commencé à observer l'inclinaison magnétique, vers le milieu de chaque mois, au moins pendant quatre jours et quelquefois jusqu'à dix

jours, en faisant une observation à l'époque du maximum de la journée, à dix heures avant midi, et une autre à l'époque du minimum, soit une demi-heure avant le coucher du soleil. Les observations simultanées du bifilaire sont toujours faites par un aide.

» Le tableau suivant représente la valeur moyenne de chaque mois pour le matin et pour le soir, leur différence, c'est-à-dire la variation moyenne diurne du mois, et enfin la moyenne entre le maximum et le minimum. La colonne *n* indique le nombre des observations partielles employées dans la moyenne. Toutes les observations faites pendant les jours où le bifilaire a montré des variations irrégulières ou plus grandes que cent parties de l'échelle ont été négligées, ainsi que celles faites pendant les jours où l'aurore boréale a été visible : ces observations sont marqués par un astérisque. Il est très-vraisemblable que chaque anomalie dans la direction et l'intensité de la force magnétique est combinée avec ce phénomène, quoiqu'on ne puisse le voir qu'après le coucher du soleil et lorsque le ciel est découvert.

## I.

MOIS.	Matin.	Soir.	Variation.	Moyenne.	<i>n</i>
1855. Avril . . .	71°29,14	71°26,72	+ 2,42	71°27,95	10*
Mai . . .	27,51	24,79	+ 2,52	26,05	8
Juin . . .	27,51	24,75	+ 2,56	26,05	18
Août . . .	26,51	25,17	+ 1,54	25,84	14
Septembre .	27,65	26,81	+ 0,84	27,25	9
Octobre . .	27,20	26,25	+ 0,97	26,72	8
Novembre .	26,54	26,20	+ 0,34	26,57	4
Décembre .	»	»	»	25,55	4
MOYENNES.	71°27,58	71°25,95	+ 1,45	71°26,44	75



MOIS.	Matin.	Soir.	Variation.	Moyenne.	"
1856. Janvier . . .	71°26,04	71°25,65	+ 0,41	71°25,85	8
Février . . .	26,10	26,09	+ 0,01	26,09	10
Mars . . .	25,92	25,58	+ 0,54	25,65	11
Avril . . .	25,44	25,80	+ 1,64	24,62	10
Mai . . .	25,11	22,56	+ 2,55	25,85	14
Juin . . .	24,58	22,62	+ 1,96	25,60	16
Juillet. . .	25,08	22,56	+ 2,72	25,72	10
Août . . .	24,57	25,16	+ 1,21	25,61	20
Septembre. .	25,61	25,71	+ 1,90	24,66	12
Octobre . .	26,25	24,45	+ 1,78	25,54	12
Novembre. .	24,41	25,68	+ 0,75	24,05	11 *
Décembre. .	24,58	24,28	+ 0,10	24,16	8
MOYENNE.	»	»	»	71°24,596	142
1857. Janvier . . .	71°25,77	71°25,00	+ 0,77	71°25,38	6
Février . . .	24,46	24,01	+ 0,45	24,25	8
Mars . . .	24,55	25,99	+ 0,54	24,16	21 *
Avril . . .	24,86	25,10	+ 1,76	25,98	10
Mai. . . .	25,94	22,64	+ 5,50	24,29	25 *
Juin . . .	24,01	21,58	+ 2,45	22,76	20
Juillet. . .	24,50	21,97	+ 2,55	25,15	16
Août . . .	24,84	22,71	+ 2,15	25,78	16
Septembre. .	26,08	24,58	+ 1,70	25,61	22
Octobre . .	25,15	24,57	+ 0,78	24,77	12
Novembre. .	25,57	24,15	+ 1,44	24,85	12
Décembre. .	25,65	25,29	+ 0,54	25,46	14
MOYENNE.	»	»	»	71°24,009	180

MOIS.	Matin.	Soir.	Variation.	Moyenne.	"
1858. Janvier . . .	71°25,72	71°25,18	+ 0,54	71°25,45	14°
Février . . .	24,45	25,78	+ 0,65	24,11	10
Mars . . .	25,57	25,59	+ 1,78	24,48	10
Avril . . .	25,28	22,85	+ 2,45	24,06	12
Mai . . .	24,57	21,59	+ 5,18	22,98	8°
Juin . . .	24,52	20,51	+ 4,01	22,52	14°
Juillet . . .	25,47	20,85	+ 2,62	22,16	12
Août . . .	22,67	20,54	+ 2,55	21,51	12
Septembre . . .	25,99	21,94	+ 2,05	22,97	12
Octobre . . .	25,05	22,51	+ 2,54	25,78	8
Novembre . . .	25,06	22,54	+ 0,72	22,70	8
Décembre . . .	25,95	22,87	+ 1,06	25,40	8
MOYENNE.	»	»	»	71°25,565	128
1859. Janvier . . .	71°22,89	71°22,65	+ 0,24	71°22,77	6
Février . . .	22,81	22,84	- 0,05	22,82	8
Mars . . .	25,60	21,79	+ 1,87	22,75	8
Avril . . .	24,95	20,64	+ 4,29	22,78	6°
Mai . . .	22,98	18,88	+ 4,10	20,95	8°
Juin . . .	25,16	19,17	+ 3,99	21,17	10°
Juillet . . .	22,67	18,91	+ 3,76	20,79	10°
Août . . .	22,87	20,11	+ 2,76	21,49	4°
Septembre . . .	25,75	21,81	+ 3,92	25,77	6°
Octobre . . .	25,80	25,16	+ 0,64	25,48	6°
Novembre . . .	25,75	22,10	+ 1,65	22,91	6
Décembre . . .	25,50	19,91	+ 3,59	21,61	2
MOYENNE.	»	»	»	71°22,456	80

MOIS.	Matin.	Soir.	Variation.	Moyenne.	"
1860. Janvier . . .	71°22',54	71°20',78	+ 1,56	71°21',56	6
Février . . .	21,89	21,61	+ 0,28	21,75	2*
Mars . . .	25,52	21,64	+ 3,88	23,58	5*
Avril . . .	24,04	19,98	+ 4,06	22,01	4*
Mai . . .	23,78	18,91	+ 4,87	21,55	4*
Juin . . .	23,12	18,23	+ 4,89	20,67	6
Juillet . . .	25,20	18,27	+ 5,02	20,78	4
Août . . .	21,99	19,58	+ 2,41	20,78	2
Septembre . . .	25,87	21,95	+ 1,92	22,91	6*
Octobre . . .	22,72	20,75	+ 1,97	21,74	4
Novembre . . .	22,20	21,13	+ 1,07	21,66	4
Décembre . . .	21,11	21,38	- 0,27	21,25	4
<b>MOYENNE.</b>	»	»	»	71°21',670	51
1861. Janvier . . .	71°19',92	71°20',44	- 0,52	71°20',18	4
Février . . .	22,28	20,58	+ 1,90	21,53	6
Mars . . .	23,53	20,25	+ 3,28	21,89	6
Avril . . .	21,43	18,03	+ 3,40	19,73	4*
Mai . . .	19,12	17,60	+ 1,52	18,36	6*
Juin . . .	20,62	17,53	+ 3,29	18,98	4*
Juillet . . .	22,17	16,71	+ 5,46	19,44	8*
Août . . .	21,57	18,44	+ 3,13	20,00	8
Septembre . . .	22,15	19,14	+ 3,01	20,64	10*
Octobre . . .	20,60	18,92	+ 1,68	19,76	6
Novembre . . .	20,24	20,25	- 0,01	20,25	6
Décembre . . .	20,21	18,81	+ 1,40	19,51	8
<b>MOYENNE.</b>	»	»	»	71°20',006	76

MOIS.	Matin.	Soir.	Variation.	Moyenne.	n
1862. Janvier . .	71°19,56	71°18,47	+ 1,09	71°19,02	6
Février . .	19,95	19,51	+ 0,62	19,62	10
Mars . . .	20,69	20,12	+ 0,57	20,41	8
Avril . . .	21,68	17,06	+ 4,62	19,57	9
Mai. . . .	20,88	15,41	+ 5,47	18,14	12*
Juin . . .	18,55	14,27	+ 4,26	16,40	11
Juillet. . .	20,76	16,16	+ 4,60	18,46	10
Août . . .	21,47	18,06	+ 3,41	19,77	8*
Septembre. .	20,91	17,84	+ 3,07	19,58	10
Octobre . .	21,47	19,69	+ 1,78	20,58	7
Novembre. .	19,84	20,18	— 0,54	20,01	6*
Décembre. .	20,95	20,95	0,00	20,95	8
MOYENNE.	»	»	»	71°19,341	105
1863. Janvier . .	71,20,71	71°19,55	+ 1,18	71°20,12	8
Février . .	20,21	19,29	+ 0,92	19,75	4*
Mars . . .	20,11	17,85	+ 2,27	18,98	7*
Avril . . .	21,55	17,88	+ 3,45	19,61	6*
Mai. . . .	19,56	16,15	+ 3,25	17,74	7*
Juin . . .	20,06	15,52	+ 4,54	17,79	6*
Juillet. . .	19,87	16,04	+ 3,85	17,95	8*
Août . . .	20,57	17,02	+ 3,55	18,67	12*
Septembre. .	20,82	18,57	+ 2,25	19,69	8
Octobre . .	20,60	18,51	+ 2,09	19,55	6*
Novembre. .	19,15	19,57	— 0,22	19,26	6*
Décembre. .	16,66	17,74	— 1,08	17,20	8
MOYENNE.	»	»	»	71°18,811	56

MOIS.	Matin.	Soir.	Variation.	Moyenne.	n
1864. Janvier . .	71°18,00	71°18,05	- 0,05	71°18,02	8
Février . . .	17,65	17,67	- 0,02	17,66	8
Mars . . . .	18,71	17,77	+ 0,94	18,24	8
Avril . . . .	17,92	14,92	+ 3,00	16,42	6*
Mai . . . . .	17,15	14,25	+ 2,92	15,69	10
Juin . . . . .	18,17	14,57	+ 3,60	16,37	10*
Juillet . . . .	18,79	14,97	+ 3,82	16,88	14
Août . . . . .	18,56	15,61	+ 2,95	17,08	10
Septembre . .	18,08	16,67	+ 1,41	17,38	10

» En combinant l'inclinaison moyenne pour chaque année entre 1856 et 1865, soit :

ANNÉE.	Inclinaison.
1856,5. . . . .	71°24,596
1857,5. . . . .	24,009
1858,5. . . . .	25,565
1859,5. . . . .	22,456
1860,5. . . . .	21,670
1861,5. . . . .	20,006
1862,5. . . . .	19,295
1863,5. . . . .	18,811

On trouve que la diminution annuelle est = 0',85. Entre les années 1828 et 1848, elle a été = 2',12; il est donc clair que l'inclinaison, à Christiania, se rapproche d'un minimum, qui vraisemblablement arrivera avant les dix dernières années du siècle actuel.

» On voit, dans la table I, que chaque année l'inclinaison moyenne a deux maxima vers les équinoxes de mars-avril et de septembre-octobre, et deux minima vers les solstices, de juin-juillet et de décembre-janvier; l'incli-

naison minimum de décembre est un peu plus grande que l'inclinaison minimum de juin, remarque qui a déjà été faite par M. le général Sabine.

» Si l'on prend la différence entre l'inclinaison moyenne de chaque année et les deux maxima et minima, on aura :

	Max. 1.	Min. 1.	Max. 2.	Min. 2.
1856 . . . . .	+ 1,05	- 1,00	+ 0,84	- 0,44
1857 . . . . .	+ 0,15	- 1,25	+ 1,60	- 0,55
1858 . . . . .	+ 1,12	- 0,24	+ 0,42	- 0,02
1859 . . . . .	+ 0,52	- 1,26	+ 1,54	- 0,82
1860 . . . . .	+ 1,91	- 1,00	+ 1,24	- 0,42
1861 . . . . .	+ 1,88	- 1,05	+ 0,65	- 0,50
1862 . . . . .	+ 1,12	- 1,02	+ 1,19	+ 1,64
1863 . . . . .	+ 0,44	- 1,02	+ 0,51	- 1,61
MOYENNE . . . . .	+ 1,017	- 1,211	+ 0,971	- 0,540

» La différence entre le maximum et le minimum, dans le premier semestre, est presque deux fois aussi grande que dans le second. "

» En calculant la valeur moyenne de la variation diurne de chaque mois, on trouve pour :

Janvier . . . . .	+ 0,580
Février . . . . .	+ 0,551
Mars . . . . .	+ 1,719
Avril . . . . .	+ 3,109
Mai . . . . .	+ 3,462
Juin . . . . .	+ 3,586
Juillet . . . . .	+ 3,794
Août . . . . .	+ 2,599
Septembre . . . . .	+ 2,256
Octobre . . . . .	+ 1,581
Novembre . . . . .	+ 0,596
Décembre . . . . .	+ 0,525

» On remarque que cette valeur moyenne a un minimum vers le solstice d'hiver et un maximum vers le solstice d'été,

et que son accroissement est assez régulier. Dans cette période (1855-1864), elle est un peu plus grande qu'entre 1850 et 1855. Elle a toujours été positive, excepté pendant quelques jours extraordinaires près du solstice d'hiver.

## II.

» La table suivante renferme les observations exclues de la table I, à cause de perturbations irrégulières ou de l'apparition d'une aurore boréale. On y trouve l'inclinaison observée le matin et le soir avec l'heure moyenne de l'observation. Depuis le mois de mai 1857, la position du bifilaire est marquée par chaque inclinaison. La table donne aussi la variation de l'inclinaison =  $\Delta i$  et du bifilaire =  $\Delta b$ . L'inclinaison est seulement observée une fois avant midi; l'après-midi, elle est quelquefois observée à différentes reprises, quand le bifilaire a montré des variations irrégulières.

1855. Avril	9.	10 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> , 71°51',55; 5 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> , 71°25',79, $\Delta i = + 3',54$ . Aurore boréale visible.
1856. Novemb.	18.	4 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> , 71°24',77, trace d'aurore boréale.
1857. Mars	10.	10 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> , 71°25',61, 658,8; 10 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> , 71°24',90, 655,1; 5 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> , 71°22',06, 743,5; 6 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> , 71°17',07, 791,5. Plus grande variation $\Delta i = + 8',54$ , $\Delta b = - 158,2$ .
Mars	17.	Aurore boréale le soir.
1858. Janvier	15.	10 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> , 71°26',22, 679,1; 2 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> , 71°27',02, 687,1; $\Delta i = - 0',80$ , $\Delta b = - 7,9$ ; aurore boréale le soir.
Mai	10.	10 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> , 71°27',17, 654,0; 6 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> , 71°21,05, 749,2; $\Delta i = + 6',15$ , $\Delta b = - 113,2$ .
	11.	10 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> , 71°24',16, 665,6; 6 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> , 71°22,61, 706,2, $\Delta i = + 1',55$ , $\Delta b = 42,6$ . Aurore boréale très-lumineuse le soir et qui semble s'être manifestée aussi le 10.
Juin	8.	10 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> , 71°26',42, 625,5; 6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 71°19',76, 752,0; $\Delta i = + 6',66$ , $\Delta b = 128,7$ .

1859. Avril 14.  $10^h57^m$ ,  $71^{\circ}25',72$ , 689,6;  $5^h55^m$ ,  $71^{\circ}20',21$ , 795,5;  
 $\Delta i = + 5',51$ ,  $\Delta b = - 105,7$ .
21.  $10^h50$ ,  $71^{\circ}25',82$ , 715,9;  $6^h15^m$ ,  $70^{\circ}36',54$ , 1201,0;  
 $\Delta i = + 27',47$ ,  $\Delta b = - 485,1$ .
25.  $10^h24^m$ ,  $71^{\circ}25',49$ , 695,5;  $6^h19^m$ ,  $71^{\circ}18',45$ , 827,5;  
 $\Delta i = + 7',04$ ,  $\Delta b = - 151,7$ .

Aurore boréale le 21 du soir, et le 25 avec un arc.

- Mai 12.  $10^h50^m$ ,  $71^{\circ}21',99$ , 708,8;  $6^h27^m$ ,  $71^{\circ}17',08$ , 809,7;  
 $\Delta i = + 4',91$ ,  $\Delta b = - 100,9$ .
19.  $10^h22^m$ ,  $71^{\circ}22',81$ , 709,0;  $6^h20^m$ ,  $71^{\circ}10',29$ , 960,5;  
 $\Delta i = + 12',55$ ,  $\Delta b = - 251,8$ .

- Juin 8.  $10^h20^m$ ,  $71^{\circ}25',62$ , 697,8;  $6^h25^m$ ,  $71^{\circ}6',61$ , 995,7;  
 $\Delta i = + 17',02$ ,  $\Delta b = - 295,9$ .

- Juillet 11.  $9^h51^m$ ,  $71^{\circ}25',16$ , 681,9;  $10^h51^m$ ,  $71^{\circ}25',24$ , 692,8;  
 $6^h52^m$ ,  $71^{\circ}8',55$ , 961,4;  $7^h7^m$ ,  $71^{\circ}17',28$ , 806,2;  
 $\Delta i = + 16',61$ ,  $\Delta b = - 279,5$ .

19.  $10^h24^m$ ,  $71^{\circ}27',01$ , 647,7;  $6^h25^m$ ,  $71^{\circ}14',67$ , 829,5;  
 $\Delta i = + 12',54$ ,  $\Delta b = - 181,8$ .

- Août 22.  $10^h21^m$ ,  $71^{\circ}24',49$ , 698,4;  $6^h14^m$ ,  $71^{\circ}16',95$ , 851,5;  
 $\Delta i = + 7',51$ ,  $\Delta b = - 152,9$ .

29.  $10^h21^m$ ,  $71^{\circ}51',56$ , 642,8;  $5^h25^m$ ,  $71^{\circ}19',80$ , 821,9;  
 $\Delta i = + 11',76$ ,  $\Delta b = - 179,1$ .

Aurore boréale lumineuse le 28, à minuit.

- Septemb. 2.  $10^h25^m$ ,  $71^{\circ}29',01$ , 657,6;  $4^h16^m$ ,  $70^{\circ}26',98$ , 1458,9;  
 $6^h26^m$ ,  $71^{\circ}5',79$ , 1020,9. Maximum  $\Delta i = 62',05$ ,  
 $\Delta b = - 801,5$ .

16.  $10^h27^m$ ,  $71^{\circ}24',79$ , 695,1;  $5^h59^m$ ,  $71^{\circ}20',00$ , 844,1;  
 $\Delta i = + 4',79$ ,  $\Delta b = - 148,9$ .

27.  $10^h26^m$ ,  $71^{\circ}26',96$ , 684,4;  $5^h18^m$ ,  $71^{\circ}21',52$ , 767,2;  
 $\Delta i = + 5',64$ ,  $\Delta b = - 828$ .

Aurore boréale faible le 26, à  $10^h$ .

- Octobre 18.  $10^h24^m$ ,  $71^{\circ}50',59$ , 666,5;  $4^h40^m$ ,  $71^{\circ}10',71$ , 1022,2;  
 $\Delta i = + 19',68$ ,  $\Delta b = - 555,7$ .

Un arc régulier d'aurore boréale a été aperçu le 17, à 9 heures du soir; il était plus intense le 18, entre  $7^h$  et  $8^h$  du soir; flammes vers le zénith. Le bifilaire marquait de grandes oscillations.



1859. Octobre 21.  $10^h26^m$ ,  $71^{\circ}26',45$ , 705,0;  $4^h52^m$ ,  $71^{\circ}10',24$ , 962,1;  
 $\Delta i = + 16',21$ ,  $\Delta b = - 259,1$ .  
 Aurore boréale le 20, au soir; une autre aurore très-brillante s'est manifestée le 21, à 6 heures; elle dépassait le zénith à 6 1/2 heures et formait une couronne.
1860. Février 21.  $10^h50^m$ ,  $71^{\circ}21',58$ , 776,6;  $5^h2^m$ ,  $71^{\circ}17',49$ , 954,8;  
 $\Delta i = + 4',08$ ,  $\Delta b = - 158,2$ .  
 Arc d'aurore boréale le soir.
- Mars 21.  $10^h55^m$ ,  $71^{\circ}24',60$ , 735,9;  $5^h50^m$ ,  $71^{\circ}25',00$ , 795,2;  
 $\Delta i = + 1',60$ ,  $\Delta b = - 59,5$ . Aurore boréale le soir.  
 29.  $5^h40^m$ ,  $70^{\circ}54',15$ ; Le bifilaire dévie hors de l'échelle.  $5^h58^m$ ,  $71^{\circ}13',8$ , à  $6^h 8^m$ , le bifilaire marquait 951,8.  
 Aurore boréale le soir.
- Avril 16.  $10^h36^m$ ,  $71^{\circ}24',62$ , 740,5;  $6^h50^m$ ,  $71^{\circ}18',81$ , 854,4;  
 $\Delta i = + 3',80$ ,  $\Delta b = - 115,9$ .  
 Fort rayonnement de l'aurore, à 9, 10 et 11 heures du soir. Le bifilaire marquait, le soir, à  $10^h25^m$ , 695,5; à  $10^h50$ , 751,0.
- Mai 24.  $10^h27^m$ ,  $71^{\circ}22',44$ , 745,8;  $6^h15^m$ ,  $71^{\circ}13',47$ , 924,6;  
 $\Delta i = + 8',97$ ,  $\Delta b$  180,8.  
 25.  $10^h27^m$ ,  $71^{\circ}25',02$ , 749,6;  $6^h24^m$ ,  $71^{\circ}18',51$ , 850,8;  
 $\Delta i = + 4',71$ ,  $\Delta b = - 101,2$ .
- Septemb. 7.  $10^h27^m$ ,  $71^{\circ}27',14$ , 702,6. Le bifilaire oscillait pendant l'observation entre 768,5 et 648,4. Le 6 septembre au soir, à  $10^h$ ,  $12^h$  et  $15^h$ , aurore boréale brillante avec couronne.
1861. Avril 11.  $40^h55^m$ ,  $71^{\circ}22',96$ , 765,0;  $6^h4^m$ ,  $71^{\circ}15',61$ , 855,6;  
 $\Delta i = + 7',55$ ,  $\Delta b = - 90,6$ . Aurore boréale à  $10^h$  du soir.
- Mai 17.  $11^h55^m$ ,  $71^{\circ}19',26$ , 764,2;  $6^h9^m$ ,  $71^{\circ}14',66$ , 865,0;  
 $\Delta i = + 14',60$ ;  $\Delta b = - 100,8$ . Le bifilaire était très-variable.
- Juin 15.  $10^h16^m$ ,  $71^{\circ}21',96$ , 742,5;  $6^h51^m$ ,  $71^{\circ}16',12$ , 851,5;  
 $\Delta i = + 3',84$ ,  $\Delta b = - 108,8$ .
- Juillet 14.  $10^h51^m$ ,  $71^{\circ}21',11$ , 752,4;  $6^h20^m$ ,  $71^{\circ}14',84$ , 855,7;  
 $\Delta i = + 6',27$ ,  $\Delta b = - 101,2$ .
- Septemb. 19.  $10^h18^m$ ,  $71^{\circ}22',55$ , 752,1;  $5^h20^m$ ,  $71^{\circ}17',27$ , 869,5;  
 $\Delta i = + 5',08$ ,  $\Delta b = - 117,2$ .

1862. Mai 14.  $10^h25^m$ ,  $71^{\circ}14',88$ , 825,4;  $6^h51^m$ ,  $71^{\circ}12',24$ , 862,9;  
 $\Delta i = + 2',64$ ,  $\Delta b = - 57,5$ .  
 Aurore boréale avec couronne, à  $12^h54^m$  du soir.
- Août 14.  $10^h19^m$ ,  $71^{\circ}21',81$ , 775,5;  $6^h55^m$ ,  $71^{\circ}15',54$ , 958,5;  
 $\Delta i = + 8',47$ ,  $\Delta b = - 185,0$ .
- Novemb. 17.  $10^h18^m$ ,  $71^{\circ}19',64$ , 855,1;  $5^h10^m$ ,  $71^{\circ}20',23$ , 852,0;  
 $\Delta i = - 0',59$ ,  $\Delta b = - 18,9$ .  
 Aurore boréale à  $10^h$  du soir.
1863. Février 22. Aurore boréale intense le soir.
- Mars 21.  $10^h22^m$ ,  $71^{\circ}18',45$ , 846,2;  $5^h52^m$ ,  $71^{\circ}12',44$ , 1155,0;  
 $\Delta i = + 5',99$ ;  $\Delta b = - 509,0$ .
- Avril 15.  $10^h17^m$ ,  $71^{\circ}18',94$ , 856,5;  $6^h56^m$ ,  $71^{\circ}12',76$ , 948,1;  
 $\Delta i = + 6',18$ ,  $\Delta b = - 111,7$ .  
 Aurore boréale au N.-N.-O., à 9 heures du soir.
- Mai 15.  $10^h25^m$ ,  $71^{\circ}22',15$ , 789,1;  $6^h55$ ,  $71^{\circ}13',16$ , 904,0;  
 $\Delta i = + 6',99$ ,  $\Delta b = - 114,8$ .
- Juin. 10.  $10^h17^m$ ,  $71^{\circ}21',65$ , 728,8;  $7^h19^m$ ,  $71^{\circ}15',20$ , 865,5;  
 $\Delta i = + 7',95$ ,  $\Delta b = - 156,7$ .
- Juillet 16.  $10^h10^m$ ,  $71^{\circ}24',17$ , 708,5;  $7^h45^m$ ,  $71^{\circ}16',65$ , 825,9;  
 $\Delta i = + 7',54$ ,  $\Delta b = - 115,6$ .
- Août 14.  $9^h49^m$ ,  $71^{\circ}22',55$ , 720,1;  $2^h12^m$ ,  $71^{\circ}16',90$ , 849,6;  
 $7^h54^m$ ,  $71^{\circ}17',56$ , 827,2;  $\Delta i = + 5',17$ ,  $\Delta b = - 107,1$ .  
 Aurore boréale le soir.
15.  $10^h25^m$ ,  $71^{\circ}22',85$ , 726,4;  $7^h25^m$ ,  $71^{\circ}17',98$ , 859,8;  
 $\Delta i = + 4',85$ ,  $\Delta b = - 115,5$ .
- Octobre. 7.  $10^h14^m$ ,  $71^{\circ}18',92$ , 768,6;  $5^h5^m$ ,  $71^{\circ}19',18$ , 795,7;  
 $\Delta i = + 0',26$ ,  $\Delta b = - 25,1$ .  
 Aurore boréale le soir; tremblement de terre en Angleterre.
- Novemb. 5.  $10^h14^m$ ,  $71^{\circ}19',95$ , 765,2;  $5^h15^m$ ,  $71^{\circ}20',50$ , 779,1;  
 $\Delta i = + 0',55$ ,  $\Delta b = - 15,8$ .  
 Aurore boréale brillante le soir, de l'O. au N.-N. O., à  $6^h - 8^h$  du soir.
7.  $10^h17^m$ ,  $71^{\circ}19',54$ , 776,7;  $5^h25^m$ ,  $71^{\circ}22',00$ , 756,9;  
 $\Delta i = 2',66$ ,  $\Delta b = + 19,7$ .  
 Aurore boréale le 8.

1864. Avril 15.  $10^h20^m$ ,  $71^\circ16',62$ , 770,9;  $6^h55^m$ ,  $71^\circ14',95$ , 819,1 ;  
 $\Delta i = + 4',69$ ,  $\Delta b = - 48,2$ .

Aurore boréale le soir.

Juin 7.  $10^h15^m$ ,  $71^\circ48',63$ , 755,8;  $8^h26^m$ ,  $71^\circ12',85$ , 855,9;  
 $\Delta i = + 5',79$ ,  $\Delta b = - 118,1$ .

8.  $10^h12^m$ ,  $71^\circ27',78$ , 657,9;  $2^h26^m$ ,  $71^\circ14',54$ , 929,0 ;  
 $4^h16^m$ ,  $71^\circ15',60$ , 896,6 ;  $6^h21^m$ ,  $71^\circ18',64$ , 787,1 ;  
 $8^h57^m$ ,  $71,16',27$ ;  $\Delta i = + 15',44$ ,  $\Delta b = - 291,1$ .

» On voit que la variation de l'inclinaison  $\Delta i$  est toujours positive et la variation du bifilaire  $\Delta b$  négative, excepté dans quelques rares circonstances pendant les mois de janvier et de novembre. La plus grande variation irrégulière de l'inclinaison observée depuis l'année 1820 jusqu'à présent, est celle du 2 septembre 1859, entre  $10^h25^m$  du matin et  $4^h16^m$  du soir =  $1^\circ2'$ , et du bifilaire =  $- 801,5$  parties de l'échelle. Le même jour, j'observai aussi deux fois trois cents oscillations horizontales du cylindre magnétique que j'avais employé dans mon voyage en Sibérie, pour avoir la valeur de l'intensité horizontale. En marquant ce temps par T, la position du bifilaire par  $b$ , et l'intensité horizontale rapportée aux unités absolues de Gauss par H, j'ai trouvé :

	T	$b$	H
Sept. 2, à $9^h42^m$ du matin . .	807,27,	751,2	1,5665
à $5^h29^m$ après midi . .	798,25,	1104,7	1,6010
DIFFÉRENCE. . . .	$\Delta b = - 565,5$ ,	$\Delta H = - 0,0545$ .	

Dans la table II ci-dessus, j'avais trouvé :

	$b$
Sept. 2, à $10^h25^m$ du matin . .	657,6
à $4^h16^m$ après midi. . .	1458,9
DIFFÉRENCE. . . .	$= \Delta b = - 801,5$

Ce qui donne une différence  $\Delta H = - 0,0795$  dans les unités absolues : elle est le double de celle entre  $9^h42^m$  du

matin et 5<sup>h</sup>29<sup>m</sup> de l'après-midi; c'est ce qu'on remarque aussi pour les deux différences  $\Delta b$ , qui montrent la grande agitation dans les forces magnétiques de la terre à cette date.

» Si vous le désirez, je vous communiquerai plus tard une série d'observations de l'intensité horizontale rapportée à l'unité absolue entre les années 1825 et 1864, et qui montre un accroissement régulier. »

—

*Note sur une grille à combustion pour les analyses organiques; par M. Donny, correspondant de l'Académie.*

On sait qu'il existe deux systèmes de grilles ou de fourneaux à combustion pour effectuer les analyses organiques. L'un de ces deux systèmes, déjà ancien, emploie le charbon de bois comme combustible; dans l'autre, on chauffe au moyen du gaz à éclairage.

Quel que soit le système que l'on adopte, il n'est pas toujours facile de diriger convenablement la marche de l'opération. Si la chaleur n'est pas assez forte, la combustion est incomplète et les résultats que l'on obtient sont sans valeur; si elle est trop intense, elle amène la fusion du tube à combustion, et l'opération est également à recommencer.

Je suis parvenu à éviter ces inconvénients en faisant usage d'un système de grille à gaz d'une disposition particulière, qui se trouve représenté par le dessin ci-contre. La figure n° 1 donne une vue de l'ensemble de l'appareil. On voit qu'il est chauffé, comme le sont tous ceux du même genre, par une série de becs de Bunsen. Le tube à combustion se trouve couché dans une espèce de gouttière composée d'une série de pièces de fonte qui sont seule-

Grille à combustion pour les analyses organiques.

Fig. 1.

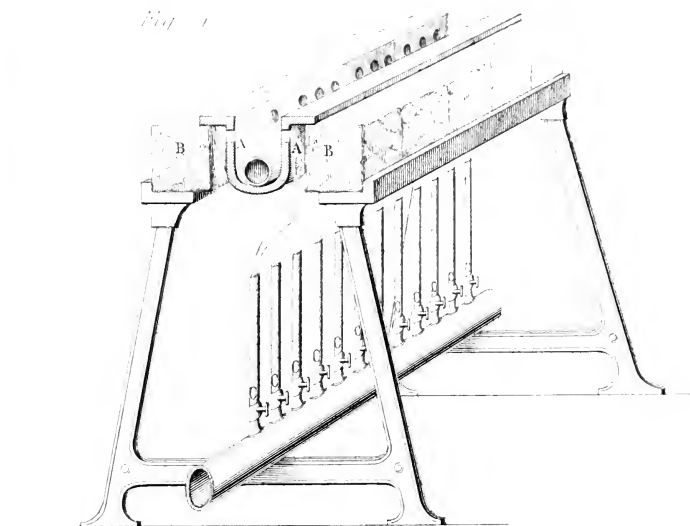


Fig. 2.

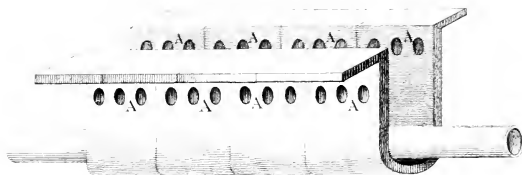
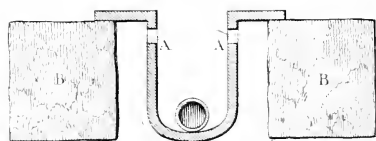


Fig. 3.





ment juxtaposées, ce qui permet de chauffer isolément les différentes parties de l'appareil. Ces pièces de fonte sont toutes percées d'ouvertures latérales destinées à livrer passage à la flamme du gaz (voir A, *fig. 2* et *5*); elles sont maintenues en place par une double rangée de petites briques réfractaires (voir B, *fig. 1* et *5*).

Les variations brusques de température n'étant pas à craindre dans cet appareil, il est très-facile de le maintenir au rouge sombre, ce qui permet d'arriver à une combustion régulière et complète, même en se servant de tubes de verre ordinaire très-fusible.



*Note sur le dosage des minerais de zinc*; par Lucien Mathelin, élève à l'École spéciale des arts et manufactures de Gand.

Ayant eu l'occasion d'analyser quelques minerais de zinc, je trouvai, aidé des conseils de M. Donny, professeur de chimie appliquée à l'université de Gand, une méthode qui me donna des résultats d'une assez grande exactitude. La simplicité du procédé et la modicité du prix de l'appareil m'ont engagé à présenter mon travail à l'Académie.

Le procédé est basé sur l'emploi de la voie sèche et comprend trois opérations successives :

1° Grillage du minerai, opération qui a pour but de chasser l'eau et l'acide carbonique et de transformer en oxyde tous les sulfures métalliques que le minerai renferme;

2° Réduction du minerai grillé avec élimination du zinc par volatilisation ;

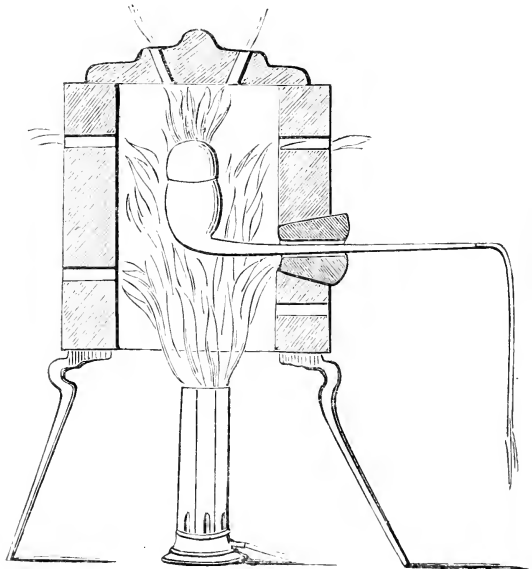
5° Deuxième grillage du minerai après le départ du zinc, pour ramener de nouveau les métaux fixes à l'état d'oxydes.

Trois pesées déterminent la composition du minerai. Elles font connaître :

- A. Le poids du minerai employé;
- B. Le poids du minerai après le premier grillage ;
- C. Le poids du minerai après le deuxième grillage.

La formule  $B-C$  exprime la quantité d'oxyde de zinc qui a disparu et par conséquent fournie par A de minerai.

En métallurgie, les grillages et les réductions sont des opérations connues et pratiquées depuis longtemps; mais je crois pouvoir donner comme nouvelle la manière d'opérer que je vais décrire :





L'appareil dont j'ai fait usage se compose d'un petit cylindre creux de terre réfractaire, ouvert à ses deux extrémités et percé d'un certain nombre de petits trous. Par l'une de ses bases, il repose sur un trépied de fer; l'ouverture supérieure est bouchée par un couvercle également percé de quelques trous. Une ouverture latérale permet d'y introduire le fourneau d'une pipe à tabac que l'on peut boucher à l'aide d'une petite sphère de terre faisant l'office de couvercle. Une lampe de Bunsen à trois jets, placée sous le cylindre, complète l'appareil.

Cette disposition permet de porter à un degré très-élevé la température des substances que l'on place dans le fourneau de la pipe. Pour effectuer un grillage, il suffit de faire communiquer, à l'aide d'un tube de caoutchouc, la queue de la pipe avec un gazomètre à air, et lorsqu'on remplace le courant d'air par un courant de gaz à éclairage, on obtient des phénomènes de réduction. Par ce procédé, l'oxyde de zinc se réduit facilement; la volatilisation de ce métal est complète. Si l'opération a été bien conduite, le résidu provenant de l'analyse doit avoir une teinte uniforme. Il suffit d'une heure et demie pour faire une analyse complète.

Les résultats suivants donneront une idée de l'exactitude de ce procédé.

*Analyse d'une calamine provenant de la Vieille-Montagne.*

Eau et acide carbonique . . . . .	25.40 0/0.
Zinc. { 1 <sup>er</sup> essai. . . . .	49.80 0/0.
{ 2 <sup>me</sup> essai. . . . .	49.80 0/0.

L'analyse d'une autre calamine donna :

Eau et acide carbonique . . . . .	18.50 0/0.
Zinc. { 1 <sup>er</sup> essai. . . . .	61.45 0/0.
{ 2 <sup>me</sup> essai. . . . .	60.90 0/0.

Blende de Corphalie (Rhin). Matières  
volatilisées par le grillage . . . . 25.10 %.

Zinc. { 1<sup>er</sup> essai. . . . . 52.56 %.  
          { 2<sup>me</sup> essai. . . . . 52.60 %.

Cadmies d'Engis :

Zinc. { 1<sup>er</sup> essai. . . . . 75.86 %.  
          { 2<sup>me</sup> essai. . . . . 75.59 %.



*Séance du 5 novembre 1864.*

M. SCHAAR, président de l'Académie.

M. AD. QUÉTELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. d'Omalius d'Halloy, Wesmael, Stas, De Koninck, Van Beneden, de Selys-Longchamps, Gluge, Nerenburger, Melsens, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, Ernest Quetelet, *membres*; Schwann, Lamarle, *associés*; Donny, Coemans, Morren, *correspondants*

CORRESPONDANCE.

---

M. le secrétaire perpétuel fait connaître à la classe que M. le Ministre annonce le prochain envoi du buste en marbre de M. l'ingénieur Simons, destiné à faire partie de la collection académique.

Le même Ministre fait parvenir pour la bibliothèque un exemplaire complet en 188 livraisons des *Oiseaux de l'Europe*, et les 34 premières livraisons des *Lépidoptères de la Belgique*, ouvrages publiés par M. Ch.-F. Dubois.

— Le congrès scientifique et littéraire de Naples fait connaître qu'il se réunira depuis le 25 avril prochain jusqu'au 7 mai prochain, et il invite les membres de l'Académie à se joindre à l'assemblée.

— L'Académie royale d'Amsterdam remercie pour l'envoi des publications qui lui a été fait récemment.

— La classe reçoit les observations sur l'état de la végétation à l'époque du 22 octobre, faites à Waremmes par M. de Selys-Longchamps; à Melle, près de Gand, par M. Bernardin, et à Bruxelles par M. Ad. Quetelet.

— M. le docteur Crocq prie la Compagnie de recevoir le dépôt d'un paquet cacheté; ce dépôt est accepté et restera dans les archives.

Le secrétaire perpétuel présente les deux écrits suivants qui ont été soumis par leurs auteurs au jugement de l'Académie.

1° *Considérations sur l'espèce*, par M. Fr. Crepin. (Commissaires : MM. Spring et Wesmael.)

2° Observations tératologiques, par M. Alfred Wesmael. (Commissaire : M. Spring.) M. Wesmael fait en même temps hommage de dix ouvrages imprimés de sa composition; ils seront déposés dans la bibliothèque.

La classe renvoie à la commission du concours, déjà nommée précédemment, une note sur la question des aciers portant pour épigraphe : *Ite, sine me, scripta in urbem.*

---

---

## RAPPORTS.

---

MM. de Selys-Longchamps et Wesmael, chargés d'examiner une notice devant servir de supplément à un mémoire de MM. Van Beneden et Hesse sur les *Bdellodes*, demandent l'impression de cet écrit, et leurs conclusions sont adoptées.

---

*Sur une notice de M. Malaise, concernant le lambeau crétacé de Loncée.*

### **Rapport de M. D'Omalius.**

« On sait qu'il existe dans la Belgique deux massifs de terrain crétacé, l'un dans le Hainaut, lequel est un prolongement du vaste massif du bassin de Paris, l'autre qui s'étend des deux côtés de la ville de Maestricht. On connaissait également deux petits lambeaux isolés de ce terrain, l'un à Francorchamps près de Spa, l'autre à Grez

en Brabant. Il y a quelques années que M. Malaise , professeur à l'Institut agricole de l'État , a découvert un troisième lambeau à Lonzée près de Gembloux. Il en présente maintenant la description avec la liste des nombreux fossiles qu'il y a recueillis. Cette notice , ajoutant quelques faits nouveaux à la connaissance de notre sol , j'ai l'honneur de proposer à la classe d'en ordonner l'insertion aux *Bulletins*. »

*Sur une notice de M. Malaise concernant l'existence de fossiles siluriens dans le terrain primaire du Brabant.*

**Rapport de M. D'Omalius.**

« Dumont avait considéré les terrains primaires du Brabant comme appartenant au groupe qu'il a nommé terrain rhénan , et qui est intermédiaire entre ceux que les auteurs appellent maintenant terrain dévonien et terrain silurien. Depuis lors , on a reconnu que des fossiles , recueillis à Grand-Manil près de Gembloux , et que leur mauvais état n'avait pas permis de bien déterminer , appartiennent à la faune silurienne. On conçoit que , dans cet état de choses , il était à désirer , pour parvenir au classement définitif de ces dépôts , d'y découvrir de nouveaux gîtes fossilifères et un plus grand nombre d'espèces ; c'est ce qu'a senti M. Malaise , professeur à l'Institut agricole de Gembloux , et ses recherches lui ont fait reconnaître quelques nouveaux gîtes fossilifères qui se prolongent jusque dans le canton de Soignies et qui ne laissent plus de doutes sur la nature silurienne d'une bande qui forme

la bordure méridionale du massif primaire du Brabant. C'est là un résultat très-important pour la connaissance de notre sol, mais qui laisse encore à désirer d'autres renseignements sur la partie septentrionale du massif, d'autant plus que Dumont, qui rangeait la partie méridionale dans l'étage moyen du terrain rhénan, voyait l'étage inférieur dans la partie septentrionale. Il faut donc espérer que M. Malaise poursuivra ses recherches au nord de la bande où il a découvert ses fossiles et qu'il parviendra à lever les doutes qui règnent maintenant sur ces anciens dépôts; mais, en attendant, il convient de publier sa notice actuelle et j'ai, en conséquence, l'honneur de proposer à la classe d'en ordonner l'insertion aux *Bulletins*. »

—

*Sur un mémoire de M. E. Dupont, concernant les assises  
du calcaire carbonifère.*

**Rapport de M. D'Omalius.**

« L'Académie se rappellera que dans le nombre des communications qui lui ont été faites par M. E. Dupont, il en est une (1) où ce jeune géologue annonce avoir reconnu, dans le calcaire carbonifère d'entre l'Escaut et la Roer, six assises successives qui se distinguent par leurs caractères paléontologiques et minéralogiques. Une manière de voir aussi différente de celle qui avait été admise jusqu'alors a attiré l'attention de la Société géologique de

---

(1) *Bulletins*. 1865. t. XV, p. 86.

France, qui a exploré, l'année dernière, les bords de la Meuse de Namur à Givet, et si quelques membres de cette société ont cru voir dans cette course la démonstration des idées de M. Dupont, d'autres ont dit que l'inspection d'une seule vallée ne suffisait pas pour justifier l'existence des lacunes, des plis et des failles auxquelles M. Dupont est obligé de recourir pour faire coïncider les faits observés avec les divisions qu'il a établies, mais qu'il fallait voir la manière dont ces divers accidents se prolongeaient dans l'intérieur des plateaux, afin d'être à même de juger si l'auteur ne s'était pas laissé séduire par les apparences d'une simple coupe. Il n'y avait qu'un seul moyen de répondre à cette objection, c'était d'étudier à fond l'ensemble d'un des principaux massifs, d'en dresser la carte géognostique et de l'accompagner de nombreuses coupes destinées à expliquer comment des assises, plus ou moins éloignées dans l'ordre chronologique, se trouvent à chaque instant mises en contact. Tel est le travail que M. Dupont vient de s'imposer pour le massif de Falmignoul, le plus complet, ou plutôt le seul complet, qui, selon l'auteur, existe dans le bassin carbonifère d'entre l'Escaut et la Roer.

Je ne suis pas à même de vérifier l'exactitude de ce travail, il faudrait, pour atteindre ce but, faire des recherches qui sont au-dessus de mes facultés actuelles, mais je dois dire qu'il a toutes les apparences d'une œuvre sérieuse, que jusqu'à présent les objections que l'on a faites contre les opinions de M. Dupont ne leur ont, selon moi, porté aucune atteinte et que, dans tous les cas, il est indispensable, dans l'intérêt de la science, que la nouvelle notice de M. Dupont soit publiée avec la carte et les coupes qui l'accompagnent; j'ai, en conséquence, l'honneur de



proposer à la classe d'en ordonner l'insertion dans les *Bulletins*. »

Conformément aux conclusions de M. le rapporteur, les trois notices précédentes seront insérées dans le recueil des *Bulletins*. Pour les deux planches annexées au travail de M. Dupont, on aura égard à l'article 9 du règlement intérieur de la classe des sciences.

—

*Sur quelques dérivés de l'acide pyrotartrique*, par M. le D<sup>r</sup> Th. Swarts.

**Rapport de M. Stas.**

« La note de M. le D<sup>r</sup> Th. Swarts, répétiteur de chimie à l'université de Gand, intitulée : *Sur quelques dérivés de l'acide pyrotartrique*, renferme l'annonce de faits nouveaux très-importants. Partant des idées et des découvertes réalisées dans ces derniers temps par M. Kekulé, au sujet de l'addition directe de deux atomes d'hydrogène et de brome à *certaines* acides organiques, M. Swarts s'est demandé si une molécule d'acide bromhydrique, d'acide chlorhydrique, d'acide iodhydrique, les représentants directs de deux atomes d'hydrogène ou de brome, ou d'une molécule d'hydrogène et de brome libres, comme l'admettent aujourd'hui beaucoup de chimistes, ne s'unirait pas également à ces mêmes acides organiques. Il a, en conséquence, fait réagir sur l'acide itaconique les acides bromhydrique, chlorhydrique et iodhydrique; il a déterminé la combinaison directe de ces corps et il les a transformés aussi en acide mono-bromo-pyrotartrique, mono-chloro-pyrotartrique,

mono-iodo-pyrotartrique. Poursuivant cet ordre d'idées, il a recherché si le chlore lui-même, malgré sa tendance à enlever de l'hydrogène aux matières organiques pour se mettre à sa place, ne jouit point de la faculté de s'additionner directement à ces acides, comme le font l'hydrogène et le brome, et il a trouvé qu'il en est réellement ainsi. L'acide itaconique se combine en effet à deux atomes de chlore pour donner naissance à de l'acide bichloro-pyrotartrique.

La communication de M. Swarts a uniquement pour but de prendre date, afin de pouvoir continuer ses recherches sans être devancé par d'autres chimistes. Quoique sa note ne renferme aucune donnée analytique à l'appui des faits annoncés par l'auteur, je suis cependant complètement rassuré sur leur exactitude; je n'hésite donc pas à proposer à l'Académie d'imprimer la notice de M. Swarts dans le bulletin de la séance et de l'engager à poursuivre ses recherches, qui doivent nécessairement conduire à des considérations très-importantes. »

Conformément aux conclusions de ce rapport, la classe ordonne l'insertion de la notice de M. Swarts.

---

MM. Duprez et Plateau avaient été priés d'examiner différents écrits, nouvellement communiqués à la classe, par MM. Brachet et Vallée, sur les aérostats et les questions qui s'y rapportent; conformément aux rapports des commissaires, ces écrits seront déposés dans les archives, et des remerciements seront adressés aux auteurs.

---

## COMMUNICATIONS ET LECTURES.

*Sur les aérolithes, et spécialement sur ceux observés à Athènes par M. Jules Schmidt; note communiquée par M. Ad. Quetelet.*

Il est une classe de météores qui intéresse vivement le naturaliste et l'astronome, c'est celle des étoiles filantes, des aérolithes, des bolides, etc. Convient-il, en effet, de les confondre ou doit-on les considérer séparément? Les opinions diffèrent encore à cet égard, bien qu'on soit à peu près d'accord sur l'origine cosmique de ces météores.

Je viens de recevoir de notre honorable associé, M. W. Haidinger, une lettre rapportant une série d'observations faites récemment à Athènes par M. Jules Schmidt; elle mérite toute l'attention des observateurs, car elle traite de quelques propriétés auxquelles on a eu peu égard jusqu'à présent. « M. Schmidt vient de m'envoyer, dit ce savant, un travail du plus haut intérêt sur certaines relations numériques entre les nombres de météores lumineux de la grandeur la plus considérable, comparés au cas de détonations, de chutes de matières solides, de traînées ou queues et de différentes couleurs des météores, et comparés encore à la hauteur de l'atmosphère réfléchissante. M. Schmidt avait continué, sur ce dernier point scientifique, un travail pendant trois années à Olmutz (de 1856 à 1858), et pendant cinq années à Athènes (de 1859 à 1864), d'après la méthode d'Halhazen, depuis le commencement jusqu'à la fin du crépuscule, travail dont il a été donné les détails

dans les *Astronomische Nachrichten*. Il trouve le maximum de hauteur en hiver 10,54 lieues géographiques ( 5400 à l'équateur ) pour le 1<sup>er</sup> décembre, et le minimum en a été 7,70 lieues pour le 1<sup>er</sup> juin et le 1<sup>er</sup> juillet, entièrement d'accord avec les plus grandes et les plus petites hauteurs du baromètre.

» Il jette un coup d'œil sur les relations numériques déduites de 2,958 météores, avec 655 détonations et 525 chutes d'aérolithes, et 575 queues. 2,575 météores avaient une couleur blanche, 65 jaune, 112 rouge, et 200 une couleur verte; ils étaient distribués sur les douze mois de l'année.

» De ces rapprochements, M. Schmidt fait ressortir les résultats suivants :

» 1<sup>o</sup> Le maximum des étoiles filantes et bolides répond au minimum des détonations.

» 2<sup>o</sup> Lorsqu'on observe le plus grand nombre des étoiles filantes et des bolides, aux mois d'août et de novembre, les chutes arrivent le plus rarement.

» 3<sup>o</sup> Le maximum absolu des queues se rencontre au mois d'août, alors qu'on observe aussi le plus grand nombre de météores; le minimum, au mois de mai, s'accorde avec le plus grand nombre de chutes. On dirait que plus la combustion est complète et plus on observe de queues, tandis que les chutes ont lieu plus rarement.

» 4<sup>o</sup> Le maximum des couleurs rouge et verte appartient à l'été; le minimum à l'hiver et au printemps.

» M. Schmidt insiste sur la nécessité de multiplier les bonnes observations, afin de pouvoir arriver à des résultats basés sur des nombres et dégagés de considérations purement hypothétiques. Il insiste aussi sur les nombres des météores d'après leur couleur spéciale. Sur environ 16,000 étoiles, il a pris 5,671 fois note des couleurs : 4,500 étaient

blanches, 905 jaunes, 520 rouges, 146 vertes; c'est-à-dire qu'il y en avait sur cent 75,8 blanches, 15,9 jaunes, 5,7 rouges et 2,6 vertes.

» Enfin M. Schmidt donne un tableau pour les valeurs comparées au temps moyen de leur durée.

MÉTÉORES.	Depuis 1861.		Avant 1861.	
	Durée.	Nombre d'observations.	Durée.	Nombre d'observations.
Blancs . . . .	0,675	729	0,92	117
Jaunes . . . .	0,921	255	1,05	106
Rouges . . . .	1,905	81	1,31	20
Verts . . . .	5,127	52	1,85	17

» Pour la durée des météores verts, le nombre se trouve augmenté par l'observation du 18 octobre 1865. Si l'on retranche cette dernière, il ne reste que 2<sup>s</sup>,584, moyenne de 51 observations.

—

*Note sur le terrain crétacé de Loncée; par M. C. Malaise, docteur en sciences, professeur à l'Institut agricole de l'État, à Gembloux.*

Le terrain crétacé apparaît à Loncée, sur la rive droite de l'Harton (1), où il forme, le long de ce ruisseau, une bande se dirigeant du sud-ouest au nord-est. Il ne m'est connu que sur environ huit cents mètres de longueur, et par quelques fosses d'où on retire, à certaines époques de l'année, vers mars et septembre surtout, une marne argileuse glauconifère, employée, telle qu'elle est extraite, comme matière colorante verte; ou bien elle est coupée en paral-

---

(1) Au nord de l'ancienne abbaye d'Argenton.

télipèdes qui sont envoyés à Grez-Doiceau, où, après avoir subi une certaine préparation et avoir été débarrassée des matières étrangères, débris de coquilles, etc., elle est également employée comme matière colorante.

Cette terre, ou marne argileuse glauconifère, est de couleur vert foncé. Elle est onctueuse au toucher lorsqu'elle est fraîche; elle happe à la langue lorsqu'elle est sèche, et fait effervescence dans les acides.

Elle renferme différents fossiles dont voici la liste :

*Reptiles.*

Dents de Mosasaurus.

*Poissons.*

Dents de Ptychodus polygyrus Ag.

Corax falcatus Ag.

— pristodontus Ag.

Oxyrhina Mantellii Ag.

Lamna acuminata Ag.

— raphiodon Ag.

Otodus appendiculatus Ag.

Vertèbres indéterminées.

*Céphalopodes.*

Belemnitella quadrata d'Orb.

— vera d'Orb.

*Gastéropodes.*

Turritella sp., moule intérieur (1).

---

(1) Qu'il me soit permis de remercier M. Nyst, qui a eu l'extrême obligeance de contrôler plusieurs espèces douteuses.

*Lamellibranches.*

- Inoceramus Cuvieri d'Orb.  
 Janira striato-costata Goldf.  
 — quadricostata d'Orb.  
 Spondylus striatus Goldf.  
 Ostrea carantonensis d'Orb.  
 — haliotidea Sow.  
 — santonensis d'Orb.  
 — semiplana Sow.  
 — conica Sow.  
 — lateralis Nils.  
 — sp. 2.

Cette couche de marne argilo-glauconifère, qui représente ici le terrain crétacé, remplit les dépressions du silurien altéré. Sa puissance varie de 0<sup>m</sup>,20 à 0<sup>m</sup>,60 et rarement elle atteint 0<sup>m</sup>,80. Elle repose donc sur les roches siluriennes, qui ont donné lieu, par altération, à une espèce d'argile blanchâtre renfermant des fragments schisteux et de nombreux cristaux de pyrite, transformés pour la plupart en limonite épigène. La couche a un mètre de puissance.

Le crétacé commence par un peu de sable glauconifère, 0<sup>m</sup>,02, et quelques grandes huîtres : *Ostrea carantonensis* d'Orb., *O. conica* Sow., *O. haliotidea* Sow., et une grande espèce que M. Nyst croit être nouvelle; *Spondylus striatus* Goldf. et quelques fragments de *Belemnitella vera* d'Orb. On a ensuite la couche de marne glauconifère, qui est divisée en deux, d'une manière assez peu régulière, par une couche de 0<sup>m</sup>,02 à 0<sup>m</sup>,04 de débris coquilliers appartenant surtout au genre *Janira*. La terre verte est fort argileuse en dessous de cette zone; au-dessus elle devient

un peu sableuse et renferme, à la partie supérieure, une petite couche coquillière dans laquelle dominant : *Ostrea semi-plana* Sow. et *Inoceramus Cuvieri* d'Orb. On y trouve aussi la *Belemnitella quadrata* d'Orb. Des dents de poissons appartenant à différents genres sont disséminées dans toute la masse, ainsi que divers débris coquilliers.

Le tout est terminé par un faible dépôt de silex noirâtres de la grosseur du poing.

Au-dessus commence le système bruxellien, formé à la base de sables glauconifères qui passent à un sable jaunâtre à grès fistuleux.

Vient ensuite un faible dépôt caillouteux diluvien, puis le limon, enfin la terre végétale.

Cette formation crétacée présente dans sa partie inférieure des caractères paléontologiques qui doivent la faire ranger dans le cénomaniens ; tandis que la partie supérieure à la couche, de 0<sup>m</sup>,02 à 0<sup>m</sup>,04 de débris coquilliers de *Janira*, etc., offre des fossiles sénoniens.

Placé entre les massifs du Hainaut et du Limbourg, le lambeau crétacé de Loncée présente des caractères qui le rattachent, aux deux, quoique, minéralogiquement, il ne soit identiquement semblable à aucune des formations de ces deux massifs. Ainsi, pour la partie inférieure, ses caractères paléontologiques et minéralogiques le rapprochent de ce que Dumont a désigné, dans le Hainaut (à Gussignies et à Autreppe, etc.), sous le nom de *système nervien* ; tandis que sa partie supérieure présente des caractères qui l'identifient à la craie sénonienne glauconifère inférieure à la craie blanche.



*Sur l'existence en Belgique de nouveaux gîtes fossilifères à faune silurienne*; par C. Malaise, docteur en sciences, professeur à l'Institut agricole de l'État, à Gembloux.

L'existence de fossiles siluriens à Grand-Manil près de Gembloux étant constatée d'une façon authentique, je crois qu'il est de quelque intérêt de signaler de nouveaux gîtes fossilifères à faune silurienne dans le massif primaire du Brabant.

Pour me guider dans les recherches que j'ai entreprises, j'avais cette phrase de Dumont (1) :

« Les phyllades simples et quartzeux sont parfois fossilifères. Les localités où on les observe sont : entre Rebecq et la ferme Grande-Haie, au nord de la ferme Petite-Haie, à Chenois, au sud et au nord du château de Fauquez, au nord-ouest et près de Nivelles, à Grand-Manil près de Gembloux. »

Ces phyllades fossilifères sont aussi pyritifères, et, très-fréquemment, on y trouve soit des cristaux de pyrite, qui parfois tapissent le moule des empreintes (Fauquez), plus souvent la pyrite s'est transformée en limonite pulvérulente, qui laisse dans la roche des moules cubiques.

Les roches fossilifères, phyllades passant souvent aux psammites, présentent quelques variétés de couleur, soit grisâtre, soit bleuâtre, ou sont bigarrées de bleuâtre et de grisâtre; elles sont presque toujours pailletées. Ainsi que Dumont l'avait remarqué, les fossiles sont ordinairement recouverts d'un enduit limoniteux brunâtre.

---

(1) A. Dumont, *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan, etc.*, MÉM. DE L'ACAD. ROY. DES SCIENCES DE BELGIQUE, t. XXII, p. 268.

*Gîtes de Grand-Manil.* — Outre le gîte déjà signalé et situé à un demi-kilomètre au sud-ouest de Gembloux et au nord du typhon d'eurite, sur la rive gauche de l'Orneau, le seul qui, jusqu'à présent, avait fourni des fossiles siluriens, j'ai encore rencontré, à environ huit cents mètres à l'est de ce point, dans deux endroits différents, des traces de fossiles siluriens.

J'ai retrouvé les mêmes fossiles en assez grande quantité sur la rive droite de l'Orneau, dans le prolongement des couches fossilifères de la rive gauche. Elles y occupent la même position par rapport à l'eurite, qui se retrouve également sur cette même rive.

*Gîtes de Rebecq-Rognon.* — Phyllades moins compactes, moins quartzeux, plus feuilletés qu'à Grand-Manil, de couleur grisâtre, légèrement feuilletés : 1° entre Rebecq et la ferme Grande-Haie; 2° au nord de la ferme Petite-Haie: ce n'est que la prolongation des couches du gîte précédent.

Plusieurs brachiopodes, un pygidium de *Calymene*, un pygidium et un thorax d'*Encrinurus*, un fragment de tête de *Trinuclus*.

*Gîtes de Fauquez.* — Le château de Fauquez, commune d'Ittre, se trouve près du canal de Bruxelles à Charleroi. La roche fossilifère est située au nord du château (1);

---

(1) A partir de ce point, si l'on se dirige au sud, vers Ronquières, par la rive droite de la Sennette, on peut observer que les roches siluriennes plongent au nord-nord-est, de même que les phyllades fossilifères. A environ six cents mètres vers le sud, on arrive à une roche porphyroïde très-fissurée et signalée par Dumont sous le nom de chlorophyre schistoïde, et qu'une petite carrière, ouverte tout récemment, permet de bien examiner. En continuant toujours vers le sud, on retrouve les roches siluriennes inclinées au sud-sud-ouest, inclinaison qu'elles conservent jusqu'au delà

elle est de couleur grisâtre, parfois bigarrée de grisâtre et généralement pailletée. Elle m'a fourni, outre des brachiopodes analogues à ceux de Gembloux et différents polyptères : un pygidium de *Calymene*, deux fragments de tête de *Trinucléus*, une portion de tête de *Lichas*.

*Au sud du château*, dans du phyllade gris bleuâtre, une valve d'*Orthis*.

*Au Chenois* près d'Hennuyères, dans du phyllade gris noirâtre pâle, un seul *Orthis* analogue à une espèce de Grand-Manil.

Je n'ai pas rencontré de fossiles au *sud-ouest de Nivelles*, mais l'aspect des roches m'autorise à croire, d'après la parole du maître, qu'il doit y en avoir; si je n'en ai pas trouvé, c'est que, probablement, je ne suis pas arrivé sur la couche fossilifère.

Toutes ces couches sont remarquables par la grande quantité de brachiopodes, surtout d'*Orthis*, que l'on y rencontre, espèces figurées dans la *Siluria* de sir Roderich Murchison (1), comme caractéristiques du *Caradoc sandstone*, tels que : *Orthis testudinaria* Dalm., *O. elegantula* Sow., *O. calligramma* Dalm., *O. flabellulum* Sow., *O. vesperilio* Sow., *O. grandis*, etc.

Dans les différents gîtes, on trouve plusieurs formes qui se rapportent à ces divers types. Quoique ces gîtes offrent souvent les mêmes espèces, il arrive fréquemment

de Ronquières. Le même fait se présente sur la rive gauche de la Sennette, où les roches siluriennes présentent également une inclinaison diamétralement opposée au nord et au sud de la roche porphyroïde.

(1) Voir *Siluria* de Sir Roderich Murchison, édition de 1859; les planches 5 et 6 des principaux fossiles siluriens reproduits d'après le *Silurian System*.

que telle espèce qui domine dans un endroit est très-rare dans un autre.

Si l'on relie entre eux les différents points fossilifères, on remarque qu'ils se trouvent sensiblement dans le prolongement d'une ligne droite dirigée du sud de Rebecq-Rognon vers le Chenois, Fauquez, Nivelles et Grand-Manil, et, de plus, que tous ces gîtes se trouvent dans le voisinage de roches plutoniennes ou réputées telles.

L'existence de ces gîtes porte à supposer que le massif rhénan du Brabant appartient en totalité au silurien. En admettant cette opinion, on peut s'expliquer la différence qu'il présente avec le massif rhénan de l'Ardenne. Dans le premier, les roches à faune silurienne sont en stratification discordante avec la partie inférieure de l'anthraxifère de Dumont, qui correspond au dévonien, tandis que le massif de l'Ardenne à faune dévonienne est en stratification concordante avec l'anthraxifère.

—

*Note sur quelques dérivés de l'acide pyrotartrique; par M. le docteur Théodore Swarts, répétiteur à l'université de Gand.*

Le travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'appréciation de l'Académie est bien loin d'être aussi étendu et aussi complet que j'espère le rendre un jour. Si je me décide à le publier, c'est, d'une part, afin de me réserver la priorité dans ces recherches, qui promettent de m'occuper quelque temps encore, et, d'un autre côté, pour faire connaître certaines réactions qui ne me paraissent pas complètement dénuées d'intérêt.

A l'époque où M. Kekulé fit la découverte remarquable de l'addition de l'hydrogène et du brome aux substances dont les affinités sont incomplètement saturées, les chimistes s'emparèrent à l'envi de la nouvelle méthode dont l'éminent professeur avait enrichi la science, et une foule de réactions, même parmi celles qu'il avait annoncées comme devant faire l'objet de ses recherches ultérieures, ne tardèrent pas à être publiées : l'amalgame de sodium et le brome furent les deux réactifs qui envahirent un jour tous les laboratoires. Mais l'on ne songea pas que, en dehors de ces deux substances, il en est une foule d'autres qui doivent se comporter de la même manière ; et à part les additions d'eau oxygénée et d'acide hypochloreux de M. Carins, qui se rapportent à un ordre d'idées un peu différent, puisqu'il s'agit ici de corps appartenant au type de l'eau, on n'a pas publié, que je sache, de réactions analogues. Cependant l'hydrogène et le brome doivent être considérés comme les termes extrêmes de l'échelle des substances acides monoatomiques, dont le brome  $Br\ Br$ , ou plutôt le chlore  $Cl\ Cl$ , occupe le sommet et l'hydrogène  $H\ H$  la base ; et comme entre eux vient se placer toute une série de corps acides appartenant au type  $HCl$ , il était juste de penser que chacun des termes de cette série se combinerait, par addition directe, aux substances où la saturation des affinités offre des lacunes et sur lesquelles M. Kekulé avait fixé l'hydrogène et le brome. La présente communication renferme l'exposé sommaire des expériences que j'ai tentées dans cette direction et que je me propose d'étendre et de compléter dans la suite.

*Acide ita-monobromo-pyrotartrique.*

Si l'on chauffe l'acide itaconique avec de l'acide bromhydrique fumant, en vases clos ou à la pression ordinaire, il y a addition directe des deux substances : on obtient des mamelons cristallins peu solubles dans l'eau froide, qu'on obtient, après quelques cristallisations, sous forme de cristaux parfaitement blancs et purs et qui ont une grande tendance à se grouper en étoiles. Ils offrent beaucoup de ressemblance extérieure avec l'acide pyrotartrique.

L'analyse leur assigne la formule  $C_3 H_7 Br \Theta_4$ , qui est celle de l'acide pyrotartrique monobromé. Conformément aux principes de la nomenclature proposée par M. Kekulé pour ce genre de corps, j'ai appelé la nouvelle substance *acide ita-monobromo-pyrotartrique*.

Elle fond à  $150^\circ$  : une fois fondue, elle ne se résolidifie qu'après un temps fort considérable.

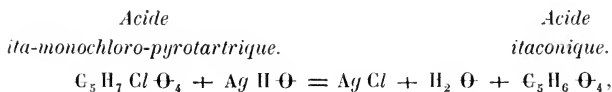
Le nitrate d'argent ne l'altère pas à froid : à la température de l'ébullition, il la décompose avec élimination d'acide bromhydrique.

*Acide ita-monochloro-pyrotartrique.*

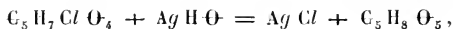
L'acide chlorydrique réagit sur l'acide itaconique comme le fait l'acide bromhydrique ; toutefois la réaction se fait avec beaucoup moins de facilité. L'union n'a lieu qu'à la faveur d'une caléfaction prolongée pendant quelques heures dans des tubes scellés à la lampe, et à la température de  $160^\circ$ . Dans ces conditions, la réaction est tout à fait nette. Le produit est en tout semblable, par ses propriétés extérieures, à l'acide ita-monobromo-pyrotartrique : il fond à  $145^\circ$ .

L'analyse a donné des nombres qui conduisent à la formule  $C_3 H_7 Cl \Theta_4$ .

Le nitrate d'argent se décompose à l'ébullition avec formation de chlorure. L'oxyde d'argent réagit même à la température ordinaire, en donnant du chlorure et un sel d'argent peu soluble à froid, assez soluble dans l'eau bouillante. Comme il n'y a ici que deux réactions possibles, soit élimination pure et simple d'acide chlorhydrique, soit substitution du groupe  $\text{H}\Theta$  à la place du chlore, ainsi que le montrent les formules suivantes :



*Nouvel acide.*



et qu'en outre, je me suis assuré que le sel d'argent produit et qui cristallise en petits cristaux brillants groupés en croix, est complètement différent de l'itaconate, je pense que ce sel appartiendra à un acide homologue de l'acide malique. Son étude m'occupe en ce moment.

*Acide ita-mono-iodo-pyrotartrique.*

L'acide iodhydrique se combine également à l'acide itaconique par une ébullition prolongée pendant quelques heures ; mais il importe de prendre les deux substances dans le rapport de leurs poids moléculaires. On obtient alors de petits cristaux jaunes, mamelonnés, peu solubles dans l'eau et dont la purification est extrêmement difficile. Purs, ils sont tout à fait blancs. Ils fondent à  $155^\circ$  et se décomposent vers  $180^\circ$  en donnant des vapeurs d'iode.

Le nitrate d'argent les décompose déjà à froid, avec formation d'iode.

Si dans la préparation de l'acide ita-mono-iodo-pyrotartrique on emploie un excès d'acide iodhydrique, ou, ce qui revient au même, si l'on fait agir ce réactif sur cette substance, on obtient la réaction que M. Kekulé a observée pour d'autres acides iodés : il s'élimine de l'iode et l'hydrogène en prend la place. J'ai obtenu ainsi de l'acide pyrotartrique parfaitement caractérisé par l'analyse, par son point de fusion (112°) et par les propriétés de ses sels de chaux, de plomb et d'argent.

Les corps iodés offrent des propriétés tout à fait remarquables. M. Kekulé les a formulées en disant que l'iode était analogue au chlore et au brome, mais que ses propriétés étaient de signe contraire. Partant de là, j'ai fait une expérience assez curieuse. Si le chlore et le brome ont la propriété d'entrer dans les substances où la saturation des affinités offre des lacunes, il faut que l'iode refuse de se comporter de la même manière; je dirai même plus, il faut qu'il sorte directement des substances saturées bi-iodées qui ont des correspondants à deux lacunes. Ainsi l'acide itaconique ne pourra non-seulement se combiner jamais à l'iode par addition directe; il faut encore que si, par une réaction quelconque, on parvenait à faire l'acide bi-iodo-pyrotartrique, cet acide se décomposât en donnant de l'acide itaconique avec mise en liberté d'iode. L'expérience a pleinement confirmé mes prévisions : tous les efforts tentés pour unir l'acide itaconique à l'iode libre ont été vains. Mais, ne voulant pas me fier à ce résultat négatif, j'ai fait une réaction qui aurait dû donner l'acide bi-iodo-pyrotartrique, s'il avait pu exister. J'ai chauffé de l'acide ita-bibromo-pyrotartrique avec de l'iodure de potassium. Il s'est formé du bromure, ainsi qu'un abondant dépôt d'iode, et j'ai obtenu des cristaux



parfaitement définis d'acide itaconique dont l'analyse et l'examen des propriétés ont pleinement constaté l'identité.

*Acide ita-bichloro-pyrotartrique.*

A l'occasion des expériences que je viens de décrire, j'ai additionné également le chlore libre à l'acide itaconique. Le corps nouveau est très-soluble dans l'eau et se dépose d'une eau mère syrupeuse. Toutefois il cristallise en cristaux d'une beauté et d'une grandeur remarquables. Sa solution se décompose déjà à l'ébullition. Il se prête moins avantageusement que le corps bibromé correspondant à la préparation de l'aconate de soude.

Je me propose d'examiner plus au long les corps que je viens de décrire rapidement et d'exécuter sur eux les réactions que la théorie permet de prévoir.

Bien d'autres substances encore doivent s'unir à l'acide itaconique. L'addition des molécules acides  $\text{Br Br}$  et  $\text{BrH}$ , etc., permet de prévoir l'addition de quelques autres corps, tels que  $\text{Br Cl}$ ,  $\text{ICl}$ , etc., que je me propose de tenter également. Bien plus, des molécules acides appartenant au type  $\text{HCl}$  et d'une constitution plus complexe, tels que le chlorure d'acétyle, s'additionnent aussi, ainsi que je m'en suis assuré par l'expérience. Toutefois la réaction n'est pas aussi nette que celles que je viens de décrire; je suis encore en train de l'étudier: elle permet de prévoir l'existence de corps tout à fait curieux. L'addition de molécules complexes n'offre rien d'étonnant: l'addition de l'acide hypochloreux de M. Carius s'explique du reste tout aussi bien que celle de l'acide chlorhydrique, si l'on considère ce corps comme le chlorure du radical  $(\text{H}\ominus)'$ ,  $(\text{H}\ominus)' \text{Cl}$  analogue à  $\text{HCl}$ .

Il est à présumer que l'addition n'est possible que pour

les substances acides placées dans l'échelle au-dessus de l'hydrogène, c'est-à-dire entre l'hydrogène et le chlore. Tous les corps métalliques, et j'en ai essayé plusieurs, refusent de s'y combiner. Il en est de même des éthers chlorhydriques, etc., qui se bornent à éthérifier l'acide.

Mes expériences ont porté spécialement sur l'acide itaconique. L'acide citraconique soumis aux mêmes agents devient acide mésaconique; même le bromure de méthyle produit cette transformation, qui me paraît générale à tous les acides. Quant à l'acide mésaconique, il se comporte comme l'acide itaconique; mais la réaction est très-incomplète et le produit se purifie difficilement. J'aurais pu essayer l'acide fumarique; mais, d'après des expériences de M. Kekulé, la réaction est loin d'être aussi nette qu'avec l'acide itaconique.

—

La classe s'est occupée ensuite, en comité secret, des listes qu'elle avait à compléter pour les prochaines élections.



*Séance du 3 décembre 1864.*

M. NERENBURGER, vice-directeur.

M. AD. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. Wesmael, Stas, De Koninck, Van Beneden, Ad. De Vaux, le vicomte du Bus, Gluge, Melsens, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Ernest Quetelet, *membres*; Spring, Lamarle, *associés*; Donny, Montigny, Steichen, Eugène Coemans, *correspondants*.

CORRESPONDANCE.

---

Le secrétaire perpétuel fait connaître que l'Académie vient de perdre l'un de ses membres, M. Braemt, qui faisait partie de la commission administrative. — La classe des sciences a perdu également un de ses associés les plus distingués, M. Struve, directeur de l'observatoire impérial de Pulkowa.

— M. le Ministre de l'intérieur envoie, pour être placé dans les salles de l'Académie, le buste en marbre de feu M. l'ingénieur Simons, ancien correspondant de la classe des sciences.

— La Chambre des Représentants et le Sénat font parvenir à l'Académie des cartes pour les tribunes réservées. — Remercîments.

— M. le docteur Klopp fait hommage, par l'intermédiaire de la légation du Hanovre, du premier volume des *Écrits de Leibnitz ayant trait à sa proposition relative à une expédition française en Égypte*.

La classe reçoit aussi communication de diverses lettres relatives à ses envois : de M. le vicomte de Seisal, ministre de Portugal, de M. le ministre du Brésil, de M. le secrétaire perpétuel de l'Académie des inscriptions et belles-lettres de l'Institut de France, de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, etc.

— M. Alfred Wesmael communique ses observations sur

les phénomènes périodiques des plantes observés pendant l'année 1864.

— La classe reçoit différents travaux manuscrits, pour l'examen desquels elle nomme des commissaires, savoir :

1° *Cladoniae acharianae*, ou révision critique des *Cladoniae* du Synopsis et de l'Herbier d'Acharius, par M. Eug. Coemans, correspondant de l'Académie. (Commissaires : MM. Spring et Morren.)

2° *Note sur une proposition nouvelle relative à la disposition des appuis qui correspondent au minimum de fatigue maxima, dans le cas d'une pièce prismatique, chargée uniformément*, par M. Léon Derote, sous-ingénieur au corps des ponts et chaussées. (Commissaires : MM. Lamarle et Schaar.)

3° *Recherches sur l'histiologie de la moelle épinière*, par M. le docteur Gustave Boddart, de Gand. (Commissaires : MM. Schwann, Poelman et Gluge.)

4° *Sur la production de l'acétylène; nouvelles méthodes*, par M. P. Dewilde, professeur de chimie à l'Institut agricole de l'État, à Gembloux. (Commissaires : MM. Stas et Melsens.)

5° *De l'action de l'amalgame de sodium sur quelques sels minéraux*, par M. Éd. Dubois, répétiteur à l'Institut agricole de l'État. (Commissaires : MM. Stas et Melsens.)

6° *Note sur la constitution intérieure du corps*, par M. H. Valérius, professeur à l'Université de Gand. (Commissaires : MM. Plateau et Duprez.)

## RAPPORTS.

*Observations tératologiques*, par M. Alfred Wesmael.

**Rapport de M. Spring.**

« M. Alfred Wesmael communique à l'Académie la description de quatre exemples de déviation morphologique observés dans le courant de cette année. C'est la suite de ses *Observations sur la nature de la cavité ovarienne chez les TRIFOLIUM*, sur lesquelles notre regretté confrère M. Kickx et moi avons eu l'honneur de faire un rapport, dans la séance du 20 mai 1863.

Le premier exemple, observé sur un *Pisum sativum* tend à prouver que les ovules sont de nature appendiculaire; le second, provenant d'un *Epilobium hypericifolium*, revendique la même nature au trophosperme; le troisième présente à la fois le cas très-rare d'*adhérence* entre les sépales et les pétales chez un *Cypripedium insigne*, et le cas très-fréquent de *cohérence*, ou *soudure homologue*, des pétales. Enfin, dans le quatrième, une vrille de *Vitis vinifera* s'est transformée en axe foliifère, ce qui démontrerait, selon l'auteur, que chaque axe florifère est la terminaison du mérithalle précédent.

Dans notre rapport rappelé plus haut, l'honorable M. Kickx et moi nous avons conseillé à l'auteur de se mettre en garde contre des conclusions tirées trop exclusivement de faits tératologiques. Aujourd'hui, je suis seul à réitérer ce conseil. Il est reconnu par les botanistes les plus sages que les faits tératologiques prouvent tantôt trop, tantôt trop peu; et il n'est pas de doctrine morpholo-

gique qui ne trouve des appuis dans ce que, avant Goëthe, on avait considéré comme de simples *accidents*, comme des *jeux de la nature*.

Cependant, voulant encourager le travail du jeune botaniste, je propose à la classe d'insérer ses *Observations tératologiques* dans le bulletin de la séance. »

Ces conclusions sont adoptées par la classe, et la notice de M. Alfred Wesmael sera imprimée au bulletin de la séance.

—

*Considérations sur l'espèce, à propos d'un récent ouvrage de M. Jordan; par M. François Crepin.*

**Rapport de M. Spring.**

« La question de l'espèce a été souvent discutée devant l'Académie. Aujourd'hui, elle se représente dans les limites et sous la forme qui plaisent particulièrement aux floristes. Faut-il beaucoup d'espèces ou peu? Faut-il s'en tenir encore au *Systema naturae* complété et perfectionné, « système aristocratique », dit-on, « et par conséquent ennemi du progrès »; ou faut-il abattre ce système pour établir l'égalité des droits en faveur des petits et des misérables qui avaient été injustement délaissés jusqu'à présent? Voilà la question presque sentimentale qu'on pose.

Dans le courant de cette année, un botaniste lyonnais, M. Jordan, a fait paraître la première partie d'un ouvrage intitulé : *Diagnoses d'espèces nouvelles ou méconnues, pour servir de matériaux à une flore réformée de la France et des contrées voisines*. Il y pose comme principe que les différences les plus imperceptibles, ne consisteraient-elles que

dans le nombre ou la longueur des poils qui recouvrent une feuille, doivent être considérées comme *spécifiques* du moment que la culture expérimentale démontre leur stabilité. Guidé par ce principe, M. Jordan arrive à créer des espèces dont le nombre, selon l'estimation de M. Crepin, devra s'élever, pour la seule flore de l'Europe, à quelque chose comme 50 à 60 et peut-être à cent mille. Pour notre part, nous ne voyons pas même de raisons qui l'empêcheraient de s'élever avec le temps à deux cent mille et davantage. Et de cette manière, où s'en irait-on en histoire naturelle; puisque le principe admis en botanique deviendrait forcément la règle aussi en zoologie? Deux cent mille espèces de phanérogames pour l'Europe seule, cent mille espèces de cryptogames au moins, et peut-être cinq cent mille espèces d'animaux à reconnaître, à dénommer, à définir et à décrire, voilà de quoi occuper suffisamment nos successeurs!

M. Crepin a eu tort, selon nous, de prendre trop au sérieux les idées de M. Jordan. Il a consacré à leur réfutation le mémoire dont nous avons à rendre compte à l'Académie; et cette réfutation même nous a paru assez embarrassée, puisque l'auteur de la critique aime lui-même les *nombreuses* espèces, et qu'il accepte comme vrai le principe de son adversaire, en objectant seulement les impossibilités de sa mise en œuvre. Nous avons même remarqué que ses sympathies et son admiration sont acquises à ce qu'il appelle l'école *progressiste* et que parfois la simple justice est refusée à l'école de Linné, qui est qualifiée de rétrograde et à laquelle on reproche de l'indolence, de l'esprit de routine et des habitudes de métier.

L'Académie sera surprise sans doute d'entendre M. Crepin revendiquer, comme appartenant exclusivement à la



nouvelle école, les expériences de culture, alors que Buffon avait déjà défini l'espèce : « une succession constante d'individus semblables et qui se reproduisent » (1), et que, depuis Linné, des jardins botaniques ont été créés partout et entretenus à grands frais, en partie précisément pour se livrer à ces expériences. Il n'est pas un botaniste de la vieille école qui n'ait reconnu comme le meilleur critérium de l'espèce la constance de ses caractères à travers les générations successives. La difficulté est seulement d'appliquer ce critérium à toutes les espèces, et de l'appliquer pendant un temps suffisamment long; et cette double difficulté existe certainement pour la nouvelle école comme pour l'ancienne. Le seul progrès qui soit donc possible sous ce rapport consisterait à appliquer avec plus d'ardeur et dans une plus grande étendue l'ancien principe, et l'on conviendra que ce progrès n'aurait rien de « révolutionnaire ».

Le vrai point dans lequel les nouvelles tendances s'écartent des anciens préceptes, c'est la négation de la valeur hiérarchique des caractères. Linné avait dit : *Varietates levissimas non curat botanicus*. M. Jordan dit, au contraire : qu'un caractère quelconque, pourvu qu'il soit stable, légitime l'espèce. C'est de ce point qu'est né ce que M. Crepin appelle les excès de la nouvelle école, et ce que j'appellerai, moi, son défaut de bon sens. Comment? les plus légères différences de margination, de pubescence, de couleur des organes appendiculaires, une différence d'un dixième de millimètre dans la profondeur de l'incisure d'une silicule ou dans la longueur du style,

---

(1) *Histoire naturelle*, QUADRUPÈDES, édition de 1786, tom. I, p. 107.

comme dans les *Thlaspi*, auraient autant de valeur que, par exemple, les caractères tirés de la radication, de la foliation, de l'inflorescence ou de la présence de nectaires? Cela n'est pas possible.

Si l'application de ces principes était faite, je ne dirai pas à nos animaux domestiques, mais à l'homme lui-même, je m'engagerai volontiers à diviser les habitants d'une seule grande capitale en un millier, peut-être en dix ou vingt mille espèces. Car l'hérédité, c'est-à-dire la transmission aux jeunes générations, des caractères les plus accessoires, des signes les plus futiles y est la règle et leur non-transmission y est l'exception. Non-seulement le nègre, comme beaucoup le pensent aujourd'hui, formerait une espèce différente de l'Européen, non-seulement l'albinos et l'homme velu devraient être classés à part, mais il y aurait encore des espèces à nez camus, d'autres à nez pointu, et ainsi de suite.

Quand on parle espèce dans le moment actuel, où l'attention des naturalistes est vivement sollicitée par les grandes idées que Darwin a jetées dans la science comme un ferment puissant, il ne doit pas être permis de s'arrêter encore à la mince question de savoir si ce qu'on appelle communément des *racés*, ou *variétés constantes*, mérite ou non d'être dénommé et décrit comme espèce. Interrogeons plutôt la nature, multiplions les observations, discutons les faits et tâchons de concourir chacun à la solution du grand problème relatif à la constance ou à la variabilité des types, qui n'est, à proprement parler, qu'une des phases sous lesquelles se présente aux naturalistes le problème plus grand encore de l'action de la cause première ou créatrice et des causes secondaires.

Je propose de déposer dans les archives de l'Académie le travail qui a donné lieu au présent rapport. »

Conformément à ces conclusions, auxquelles adhère M. Wesmael, le second commissaire, la classe décide que le mémoire de M. Fr. Crepin sera déposé dans ses archives; elle décide ensuite que le rapport de M. Spring sera inséré dans le *Bulletin*.

---

## COMMUNICATIONS ET LECTURES.

---

M. Poelman communique à la classe la notice qui lui avait été demandée sur la vie et sur les travaux de son honorable confrère M. J. Kickx, l'un des membres que l'Académie a eu la douleur de perdre récemment. Cette notice sera insérée dans l'Annuaire de 1865.

---

*Sur les variations séculaires du magnétisme; par*  
M. Chr. Hansteen, de Christiania.

Il est donné lecture d'une nouvelle communication de M. Hansteen, contenant un supplément à sa lettre sur le magnétisme terrestre, adressée à M. Ad. Quetelet et insérée dans les *Bulletins* de l'Académie du 24 septembre dernier, pages 228 et suivantes. « Je vous écrivais alors, dit le célèbre physicien norvégien, que la diminution annuelle de l'inclinaison magnétique est de 0',85, et qu'entre 1828 et 1848, elle a été de 2',12; que par conséquent elle se rapprochait d'un minimum, qui peut arriver vers l'an 1875...

J'ai nouvellement cherché une formule qui représentât autant que possible les inclinaisons moyennes depuis 1820,45 jusqu'à 1865,5, et j'ai trouvé la suivante :

$$i = 72^{\circ}45',406 - 5',5456 (t - 1820,0) + 0',038559 (t - 1820,0)^2 :$$

$i$  est l'inclinaison pour l'année  $t$ . Cette formule est le résultat de dix-huit cent soixante-huit observations particulières, et quand l'année 1864 sera complétée, ce nombre sera augmenté encore de cent. En appliquant cette formule aux résultats observés, j'ai trouvé un minimum égal à  $71^{\circ}21',889$  pour  $t = 1865,98$ . Les diminutions annuelles  $\Delta i$ , ont donné les valeurs

$t$	$\Delta$
1820,0	— 3',546
1830,0	— 2,875
1840,0	— 2,034
1850,0	— 1,234
1860,0	— 0,481
1866,0	— 0,000

» Les différences entre les inclinaisons observées et les inclinaisons calculées montrent une ondulation dans la marche de l'inclinaison magnétique; en effet, elles sont négatives de 1820 jusqu'en 1855 environ; positives jusqu'en 1844, négatives en 1844 et 1845; positives de 1846 à 1855, et enfin négatives de 1856 à 1864; ce qui semble annoncer une variation un peu irrégulière et périodique de 9 années environ.

Les plus grandes différences négatives s'observent en 1825, 1844,5 et 1865,5; ce qui donne une période de 19 années et demie entre la première et la deuxième de ces dates, et de 19 années entre la deuxième et la troisième; elle est peu différente de la période de nutation de l'axe terrestre, qui est de  $18 \frac{2}{3}$  ans. Celle-ci est peut-être la cause de la première.

» Je vous communique encore le résultat de mes observations sur l'intensité magnétique horizontale depuis 1827,58 jusqu'en 1864,45, exprimée dans l'unité absolue de Gauss. J'ai trouvé la formule suivante :

$$h = 1,5246 + 0,16941 (t - 1827,0) - 0,00077101 (t - 0,1827)^2.$$

Cette formule donne un maximum  $h = 1,6076$ , pour  $t = 1956,9$ ; elle est le résultat de trois cent quatre-vingt-une observations différentes, dont je vous donnerai plus tard les détails. »

—

*Étoiles filantes périodiques du mois d'août 1864, observées dans les États-Unis d'Amérique.* Extrait d'une lettre de M. Newton, de New-Haven, à M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie.

Depuis un quart de siècle environ, dit M. Quetelet, j'ai pu comparer le ciel de l'Europe à celui du nord de l'Amérique pour l'apparition des étoiles filantes des deux grandes périodes du 11 août et du 15 novembre. MM. Herriek, Newton et plusieurs autres savants des États-Unis ont bien voulu seconder activement mes efforts; j'ai eu le regret toutefois de n'avoir pu trouver des observateurs aussi zélés dans nos contrées européennes, où, il faut bien le dire, nous manquons des renseignements les plus importants sur ce genre de phénomènes. Des observations simultanées faites sur les deux hémisphères opposés seraient de la plus grande importance dans l'état d'avancement où est parvenue actuellement la science. Voici les observations que M. Newton et ses amis ont bien voulu me donner pour la dernière apparition du mois d'août. Le phénomène ne s'est pas démenti cette année en Amérique, quoique le ciel, tout comme en Europe, ait été généralement cou-

vert pendant les nuits où l'observation devenait nécessaire. On a pu reconnaître que la multiplicité des étoiles filantes a été constatée sans qu'on ait pu bien en déterminer le nombre.

« Le 19 août, nous nous proposons d'observer, dit M. Newton; mais un brouillard épais qui couvrait le ciel dans la Nouvelle-Angleterre, dans les États de New-York et la Pennsylvanie, empêcha entièrement les observations. Chez nous, à New-Haven, la voûte céleste était un peu découverte à partir de onze heures et demie, et l'on put apercevoir la polaire pendant trois heures. Durant une partie de ce temps, les étoiles de quatrième grandeur pouvaient être vues au zénith et M. C.-G. Rockwood jeune et moi nous comptâmes quarante-quatre étoiles filantes. Il m'a paru qu'une plus faible partie du nombre de ces météores provenait de la main armée de Persée. Cela semblerait indiquer que les phénomènes réguliers du mois d'août ne sont pas faciles à apercevoir à travers les vapeurs.

» A Chicago (lat. 42° nord, long. 87° 55' ouest de Greenwich), M. Francis Bradley, observateur aussi instruit que consciencieux et que vous connaissez sans doute comme un des amis de M. Herrick, vit à peu près le même nombre de météores qui s'est montré pendant les années précédentes, et peut-être un peu plus grand. Il commença son inspection du ciel avec trois assistants, à 11 heures et demie environ. Voici ses résultats :

Direction.	De 10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> à 11h.	De 11h à 12h.	De 12h à 1h.
N. . . . .	15	58	60
E. . . . .	9	58	51
S. . . . .	7	55	54
O. . . . .	12	50	7
TOTAL. . . . .	41	159	152

» Peu de temps après minuit, l'un des assistants se retira et les trois autres observateurs se partagèrent l'inspection du ciel; le petit nombre 7 observé pendant cette dernière heure et placé au bas de la dernière colonne est due à ce changement.

» Après 1 heure du matin, les trois observateurs restants aperçurent :

Direction.	De 1 <sup>h</sup> à 2 <sup>h</sup> .	De 2 <sup>h</sup> à 3 <sup>h</sup> .	De 3 à 3 <sup>1/2</sup> h.
N et O. . . .	92	112	40
E et S. . . .	75	80	13
S et O. . . .	93	150	59
TOTAL. . . .	260	322	112

en 5 heures donc, on compta un nombre total de 1,026 étoiles filantes.

» Ce chiffre semble être plus fort que celui que nous avons observé l'année précédente, à pareille époque. Six d'entre nous, à Hartford, comptant alors à haute voix, de crainte de double emploi, virent *exactement* en une demi-heure et en commençant un peu après dix heures, cent cinquante-trois météores. Le crépuscule et quelques vapeurs empêchaient de bien voir cependant, mais non pas d'une manière incommode.

» Je penche beaucoup à adopter une *équation personnelle* différente pour les observateurs. J'ai fait voir, à cet effet, dans un écrit que j'ai lu récemment à l'Académie nationale des sciences, que la distribution des météores sur le ciel apparent est presque indépendante de l'azimut, et que la fréquence relative dans les différentes parties du ciel est simplement une fonction de la distance zénithale. Mais si nous comparons les résultats des observations de M. Her-

rick, nous trouvons que quelques directions étaient plus abondantes en météores que d'autres. Ce savant partageait avec soin le ciel par quartiers, et les directions les plus riches étaient parfois dans un azimut et parfois dans un autre. Ceci indiquerait donc une équation personnelle, due à une vigilance plus grande ou à un pouvoir de vision plus énergique chez un observateur que chez un autre.

» Que dire du rapport d'un observateur qui, près de Charleston, demeura sur son toit, de 9 heures du soir, le 9 août, jusqu'à 4 heures du matin, pour observer les étoiles filantes, et n'en vit que dix-neuf, pendant que le ciel était pur au point de lui permettre de voir la nébuleuse du scorpion.

» Vous avez connaissance, je le suppose, de mon adhérence à l'opinion de M. Herrick, que, dans leurs *relations cosmiques*, il n'y a pas de différence entre les météorites, les météores détonants, les globes de feu qui font explosion, les globes de feu qui semblent se consumer entièrement, les étoiles filantes avec traînée, les étoiles filantes sans traînée, les étoiles filantes périodiques et sporadiques, les étoiles filantes de grande dimension et celles visibles seulement au télescope. Ces météores diffèrent en grandeur, en constitution chimique, en constitution mécanique et sous plusieurs autres rapports, comme des corps diffèrent entre eux sur la terre. Ils peuvent différer dans les groupes de leurs orbites, mais ce sont tous en général des corps se mouvant chacun dans son propre orbite autour du soleil ou à travers l'espace.

» Une preuve évidente apportée à l'appui de leur théorie est fournie par la chute récente des météorites à Orgueil, en France. Les étoiles filantes, par leur retour périodique et leur irradiation d'un point fixe dans les cieux, doivent,



d'après moi, être considérées comme étant de nature cosmique. Les globes de feu doivent, d'après leur vitesse planétaire, être considérés aussi comme des corps de même nature, et il a été possible de dire que ces corps ne fournissent pas de pierres et sont par là tout à fait distincts des météores pierreux. Ici cependant nous avons *en mains* des pierres provenant de boules ignées qui avaient tous les caractères des météores détonants. Nous sommes parvenus à calculer, avec une exactitude considérable, leurs trajectoires, et nous avons trouvé que leur vitesse était certainement comparable à celle de la terre dans son orbite autour du soleil. Ces météores se voyaient d'abord à une hauteur de 90 kilomètres au moins de la surface de la terre. Après leur explosion, ils disparaissaient probablement à environ 30 kilomètres de hauteur. Leur marche était fortement inclinée vers l'horizon sous une incidence de 20 à 30°, de sorte que la matière dont ce corps était formé descendait vers la terre.

» Nous ne parlons pas d'un globe de feu détonant du type normal, qui envoie encore des pierres vers le sol, prouvant ainsi l'identité des deux genres de phénomènes.

» Ce serait un service rendu à la science, si tous les renseignements qu'on peut recueillir sur ces chutes particulières de pierres étaient réunis et publiés en un même écrit ou mémoire. »

---

Sur les TENIA d'Abyssinie. Extrait d'une lettre de Monseigneur Van den Heck à M. Van Beneden.

On sait que les vers cestoides sont excessivement communs chez les habitants de l'Abyssinie, et à tel point que ceux-ci ne se considèrent dans leur état physiologique que quand ils en nourrissent quelques-uns. Mais l'histoire de ces vers est encore bien incomplètement connue.

Nous nous empressons de faire part à la classe d'une lettre que nous venons de recevoir de Monseigneur Van den Heck et qui contient à ce sujet quelques renseignements intéressants.

L'évêque des peuples Gallas et son secrétaire, un père capucin, viennent d'arriver à Versailles. Ce père capucin a séjourné pendant six à sept ans chez les Gallas, qui tiennent à l'Abyssinie et qui sont obligés de passer par le territoire du roi Théodore pour venir en Europe.

Ces Gallas sont en communication continuelle avec les Abyssiniens, et comme eux, mais beaucoup moins qu'eux, ils ont le ver solitaire.

Les Abyssiniens, dès l'âge de cinq à six ans, ont ce ver. Ils mangent presque toujours de la viande crue, surtout du mouton, mais *jamais du porc ni sain ni ladre*. C'est uniquement par principe religieux qu'ils ne mangent pas de cette viande. Pour le même motif, ils ne mangent pas non plus de la chair de lièvre.

Les Gallas, au contraire, qui sont chrétiens, mangent de l'un et de l'autre.

Les Abyssiniens font usage du *cousso* pour se guérir de ce ver, quand il devient trop grand; mais ils n'en prennent que trois petites tasses pour rendre seulement le corps du

parasite. Ils tiennent à conserver la tête. Comme ils sont très-gloutons et que la chair crue est leur mets favori, ils n'aiment pas à s'en débarrasser afin de manger davantage. Ils se nourrissent mieux par conséquent quand ils ont le ver solitaire.

Le père capucin fait observer que les Abyssiniens ou les Gallas *qui se font chrétiens* sont en peu de temps délivrés du ver solitaire. Probablement par principe de modération ou de non-gloutonnerie, ils prennent du *couso* pour se débarrasser complètement du corps et de la tête en même temps.

Nous supposons que ce *Tenia* est l'espèce sans couronne de crochets (*Ten. mediocannellata*) qui s'introduit par la viande crue de bœuf. Nous ne savons pas si la viande de mouton en contient.

—

*Sur les fouilles au Trou des Nutons, près de Furfooz ;  
par MM. Van Beneden et E. Dupont.*

Les fouilles au Trou des Nutons sont poursuivies avec activité, et nous continuons à trouver des ossements nombreux et variés.

A peu de distance de ce trou, nous avons commencé l'exploration d'une autre petite caverne, et les résultats sont tellement extraordinaires, que nous ne pouvons nous empêcher d'en faire part immédiatement à la classe.

Dans le Trou des Nutons, nous avons trouvé des silex taillés, des objets d'os travaillés, des fragments de charbon de bois et des morceaux de poterie. Ici nous trouvons, de plus, des ossements humains, des mâchoires de castor et de glouton pêle-mêle avec des restes d'ours (qui n'est

pas l'espèce des cavernes), de renne, de chèvre, de bœuf, de sanglier, des musaraignes, des campagnols, de nombreux oiseaux, quatre espèces d'hélix (*pomatia*, *arbustum*, *lapicida*, *cellaria*) et l'*Unio batava*, qui vit encore dans la Meuse.

Les os humains consistent dans un os frontal d'un enfant, très-remarquable pour l'élévation du front et la minceur extraordinaire des parois. Il n'y a aucune saillie pour représenter l'*arcade sourcilière* ni *bosse nasale*, et l'arcade orbitaire est parfaitement arrondie en dedans, depuis l'échancrure ou le trou sourcilier. On ne voit pas de traces de *sinus frontaux*. La crête qui sépare ordinairement la fosse temporale de la bosse frontale manque complètement.

Un autre os frontal est fort incomplet; on voit cependant qu'il provient d'un adulte. L'arcade sourcilière est également peu prononcée; mais autant les bosses frontales latérales sont prononcées dans l'os précédent, autant elles le sont peu dans cette pièce : c'est un os fort déprimé. Les parois ont une épaisseur commune et les sinus frontaux se montrent comme à l'ordinaire.

Nous avons également recueilli des os des membres : un humérus, un fémur, un tibia, un péroné, une portion de l'os iliaque, de l'omoplate et une clavicule. Ces os indiquent, comme les os frontaux, deux individus d'âge différent.

Le castor y est représenté par un maxillaire inférieur complet et le glouton par la moitié du maxillaire inférieur.

L'ours y est représenté par une colonne vertébrale presque complète. Nous avons trouvé depuis la seconde vertèbre cervicale jusqu'à la troisième caudale, y compris le sacrum et la plupart des côtes avec une partie du ster-

num. Il est notablement plus petit que l'ours des cavernes.

Nous avons trouvé une tête de chèvre entière, fort bien conservée et qui se rapproche beaucoup de celle de notre chèvre domestique.

Une espèce de bœuf, je ne sais quelle espèce, est représentée par un maxillaire inférieur assez complet, la moitié inférieur du *canon* et deux phalanges.

Nous espérons pouvoir donner plus tard la description détaillée de tous ces différents objets.

—

*Le Rorqual du cap de Bonne-Espérance et le Képorakak des Groenlandais*; par M. P.-J. Van Beneden, membre de l'Académie.

Les naturalistes savent parfaitement aujourd'hui qu'il existe une étroite affinité entre la baleine appelée *Rorqual du Cap* par Cuvier, et celle à longues mains, qui est si commune sur la côte du Groenland (détroit de Davis) et que les pêcheurs appellent *Képorakak*.

Mais jusqu'où va cette affinité? Le *Képorakak* a une de ses stations principales dans le détroit de Davis, visite quelquefois la mer du Nord et pénètre même dans la Baltique; mais visite-t-elle aussi la mer du Japon, la mer des Indes, le Cap et l'océan Atlantique austral? Est-ce la même espèce, comme plusieurs naturalistes l'ont pensé, — et nous avons été du nombre, — qui habiterait à la fois les deux hémisphères?

Il n'est pas hors de propos de faire remarquer ici que la plupart des cétacés du pôle arctique se répètent au pôle austral. Nous avons des baleines franches des deux

côtés, ainsi que des cachalots et des orques. Le docteur Gray parle même d'un *Beluga*, des mers du Sud. Le Musée de Leide vient de recevoir le squelette d'une balénoptère voisine de la *Gigas*, prise sur la côte de Java (1). Nous avons fait connaître dernièrement un *Ziphius* de la mer des Indes, très-voisin de celui qui est encore dans la Méditerranée, et le docteur Gray m'informe qu'il attend un squelette de microptère du cap de Bonne-Espérance. Il resterait seulement à trouver, pour compléter la liste des cétacés de l'hémisphère boréal, le narval et quelques autres espèces de moindre importance.

Cette question de la distinction du roqual du Cap et du képorkak des Groenlandais avait besoin d'être soumise à un nouvel examen. Eschricht et M. Gray l'avaient tranchée dans un sens opposé. Une nouvelle comparaison est devenue d'autant plus nécessaire que les musées se sont enrichis, dans ces derniers temps, de nombreux matériaux. Grâce au zèle infatigable d'Eschricht et surtout de son ami Holböll, gouverneur du Groenland, les musées de Copenhague, de Leide, de Bruxelles, de Louvain, le British Muséum et ceux de plusieurs autres villes possèdent aujourd'hui des squelettes de *Longimana* du Nord.

Eschricht a même reçu, dans de la liqueur, des embryons de cette remarquable espèce et jusqu'à un cerveau aussi complet et aussi bien conservé qu'il est possible d'en avoir d'un mammifère quelconque. Le musée de Berlin renferme le squelette de celui qui a échoué à l'embouchure de l'Elbe, et nous pensons que le musée de

---

(1) M. W. H. Flower vient de décrire cette remarquable espèce sous le nom de *B. Schlegelii*, en la dédiant au savant directeur du musée de Leide. *Notes of the Skeletons of Whales...* (PROCEED. ZOOLOG. SOC. 1864).

Saint-Pétersbourg possède celui de l'animal qui est venu se perdre, le 9 avril 1851, dans la Baltique, à l'est de Réval (1).

On a conservé au *Derby Museum* le squelette d'une jeune femelle qui est allée se jeter, il y a quelques années, sur la côte d'Angleterre (2).

Une portion d'occipital de baleine, mise à sec dans la Baltique et que l'on a supposée fossile, se rapporte parfaitement à la *Megaptera longimana*, d'après Eschricht. M. Hagen la croit voisine de l'espèce du Cap, mais la regarde comme fossile et nouvelle pour la science.

Je dois à l'extrême bonté de M. Hagen des planches photographiées qui m'ont été communiquées par l'obligeance de notre savant confrère M. de Selys-Longchamps.

En mettant ces matériaux à profit, nous avons tâché de lever le doute qui existait encore dans notre esprit, comme dans celui de plusieurs cétalogues, sur la différence spécifique de ces gigantesques espèces.

Nous avons soumis le squelette du Muséum d'histoire

(1) La baleine qui échoua le 9 avril 1851, près de l'île Ramusaar, à l'est de Réval, et qui a été envoyée à Saint-Pétersbourg, est un jeune mâle de trente et un pieds trois quarts de long. Hubner, C. W. Th. üb. d. am 9 April 1851 bei *Reval aufgebr. Wallthier* (*BALÆNA LONGIMANA*, MAS.) mit Abbild. Reval, 1852.

Hubner cite ensuite un autre animal qui aurait échoué au mois de mars 1545 près de Greifswalde, un autre encore en mai 1578, sur la côte de Courlande (*kurlandischen Kuste*), et un troisième, de soixante pieds de long, qui est venu se perdre près de Stettin, en 1628. (Heusche, *Ueber einen auf der kurischen Nehrung bei Nidden gefundenen Knochen*, in-4°. *Schrift. d. Phys. Oek. Ges. zu Königsberg. Jahre 1, H. II.*)

(2) De l'estuaire du Dee (*estuary of the Dee (T. Moore) young female Skeleton in Derby Museum. Skeleton in Brit. Museum, du Groenland. Gray, Brit. Cetacea. pag. 16.*)

naturelle de Paris, le seul exemplaire connu du Cap, à un nouvel examen, et c'est le résultat de cette étude comparative que nous avons l'honneur de soumettre aujourd'hui à la classe.

Quelques personnes seront peut-être étonnées de voir que certains caractères fort importants aient pu échapper à l'attention de tant de zoologistes qui ont étudié ces cétacés. Mais qu'on ne perde pas de vue les immenses difficultés de cette étude, à cause des embarras des transports et de la rareté des occasions de voir des animaux frais, sans oublier que l'on ne peut presque jamais comparer directement les pièces entre elles. Aussi trouve-t-on encore aujourd'hui, dans de grands musées, les erreurs les plus grossières dans l'arrangement des os du squelette. On voit, par exemple, dans une baleine un os médian occuper la place du bassin, ce qui n'existe dans aucun cétacé et, plusieurs paires de côtes s'articuler au sternum comme dans les cétodontes.

Voici le résultat des observations que nous avons eu l'occasion de faire en comparant le squelette du rorqual du Cap avec ceux qui proviennent du détroit de Davis. Le nombre de vertèbres est exactement le même dans les deux cétacés. Nous en comptons cinquante-deux, dont sept cervicales, quatorze dorsales, neuf lombaires et vingt-deux caudales. En général les vertèbres du *Képorkak* sont plus fortes que celles du rorqual du Cap.

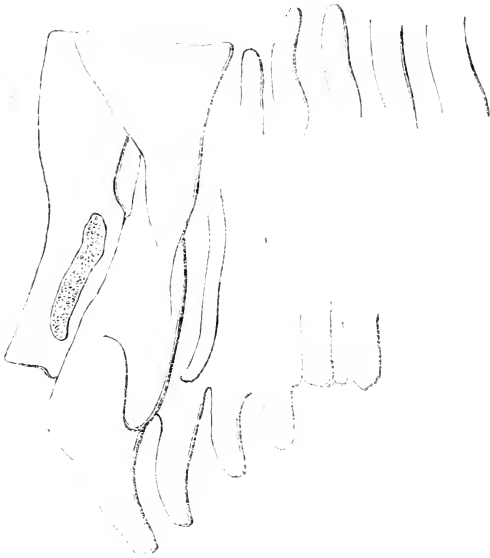
De toutes les régions, c'est dans la cervicale que l'on trouve les différences les plus marquantes.

L'apophyse transverse de l'atlas est moins allongée et moins élevée à sa base dans le rorqual du Cap que dans le *képorkak* du Nord, et l'apophyse épineuse supérieure a



plus d'étendue d'avant en arrière dans ce dernier. Le bord antérieur de l'atlas du képorkak montre, en outre, une échancrure en avant, tandis que ce bord s'élève verticalement dans le rorqual du Cap.

*Fig. 4.*



Rorqual du Cap. Région cervicale.

L'axis a une apophyse épineuse supérieure moins allongée dans celui du Nord, c'est-à-dire moins étendue d'avant en arrière, de manière que l'apophyse épineuse de l'atlas est plus à découvert dans l'espèce du Nord. Le bord antérieur de cette apophyse est droit dans l'espèce du Cap et lobé ou antérieure dans celui du Nord.

Dans le képorkak, les apophyses épineuses vont en

diminuant de la troisième à la cinquième cervicale; ces apophyses s'élèvent, au contraire, régulièrement de la troisième à la cinquième vertèbre et jusqu'à la septième dans le squelette du Cap.

Les apophyses inférieures ou transverses sont moins développées dans le squelette du Nord que dans celui du Cap. Ces apophyses sont presque nulles dans la sixième vertèbre et elles manquent complètement dans la septième. Sous ce rapport, il y a peu de différence entre les deux squelettes.

Dans les autres régions, il y a encore quelques différences à signaler, différences qui portent surtout sur l'épaisseur du corps des vertèbres, ainsi que sur les apophyses épineuses supérieures, qui ont plus d'étendue d'avant en arrière dans le squelette de Lalande.

Toutes les vertèbres, mais surtout les lombaires, sont un peu plus courtes dans ce dernier squelette.

Nous avons choisi pour la comparaison la sixième et la quatorzième dorsale et la huitième lombaire.

C'est la neuvième et la dixième vertèbre de la région lombaire qui ont le corps le plus épais : il mesure cent vingt-cinq millimètres.

Les côtes sont au nombre de quatorze. La troisième et la quatrième diffèrent des autres, parce qu'elles portent une tête distincte, sans s'articuler toutefois par cette partie aux corps des vertèbres. Toutes les côtes dans les baleines s'articulent seulement par leur tubérosité avec l'apophyse transverse des vertèbres qui leur correspondent. Sous ce rapport, les baleines diffèrent notablement des autres cétacés. La première côte est assez étroite en haut, mais elle s'élargit vers le milieu de sa hauteur. A

son extrémité inférieure, elle est à peu près deux fois aussi large qu'en haut.

Dans le rorqual du Cap, les côtes sont un peu moins tordues sur elles-mêmes que dans le képorkak.

Nous ajouterons ici le croquis que nous avons fait des premières côtes, d'autant plus que M. Gray a publié récemment la partie supérieure de la première et de la seconde côte.

A

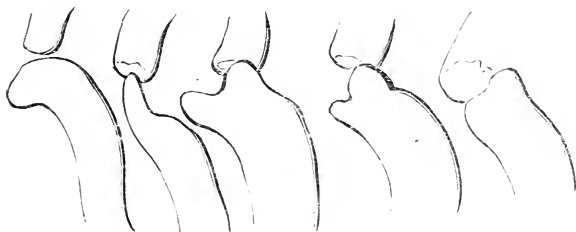
*Fig. 2.*



A. Apophyses transverses et côtes des six premières vertèbres dorsales de la balénoptère du Cap.

B

*Fig. 3.*



B. Les cinq premières côtes et apophyses du képorkak.

Il est inutile de faire remarquer, c'est un fait acquis depuis longtemps, que dans toutes les baleines il n'y a

qu'une seule vraie côte, c'est-à-dire que la première s'articule seule avec le sternum, et cela sans os ou cartilage intermédiaire.

Les têtes, pour autant du moins qu'il a été possible de les comparer, présentent, dans les deux squelettes une fort grande ressemblance. D'après un croquis que nous avons fait à Paris et que nous avons comparé avec la tête que nous possédons à Louvain, les os nasaux sont toutefois un peu plus allongés dans le rorqual du Cap que dans celui du Nord.

Nous ferons remarquer que ces deux têtes proviennent d'individus à peu près du même âge.

*Fig. 4.*



Omoplate droite de rorqual du Cap.

*Fig. 5.*



Omoplate gauche du képorak.

L'omoplate, dans les deux espèces, montre une diffé-

rence assez grande : dans l'espèce du Cap, une apophyse (acromion) est assez saillante sur le bord antérieur, du moins dans l'omoplate de droite. Dans cet os de gauche, l'apophyse manque à la rigueur, mais sa place est bien marquée. Dans l'espèce du Nord, au lieu d'une saillie sur le bord antérieur, il y a une proéminence plus bas, très-près de la cavité articulaire, dont l'origine et la direction diffèrent et qui correspond à l'apophyse coracoïde. Elle ne nous semble aucunement correspondre avec l'acromion de l'omoplate précédente. Nous aurions donc dans le rorqual de Cap l'apophyse acromion et dans celui du Groenland l'apophyse coracoïde (1).

Le sternum de l'individu du Cap et de celui du Nord que nous possédons à Louvain, est absolument le même : c'est un os échancré au milieu de manière que les deux côtés ne tiennent que par une faible commissure. Le sternum porte sur la ligne médiane une éminence tuberculeuse. Une figure seule peut donner une idée de cette conformation. Depuis que le squelette du Muséum de Paris a été monté, bien des progrès ont été réalisés, et l'on peut dire aujourd'hui que ces pièces ne peuvent que donner une fausse opinion du sternum et de la manière dont les côtes s'articulent avec lui.

Le sternum doit être renversé, c'est-à-dire que l'échancre doit venir en avant et le tubercule en arrière. La première côte s'articule seule avec le sternum et elle le fait directement, comme nous l'avons dit plus haut, sans l'intermédiaire d'un cartilage ou d'un os. Tout ce qui est fait

---

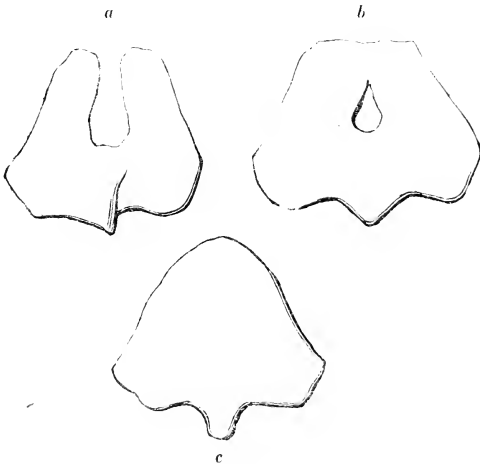
(1) Eschricht avait déjà fait cette observation ; mais comme l'apophyse des deux côtés n'est pas également développée dans le squelette de Lalande, il en avait conclu que cette disposition peut être individuelle.

de bois, avec l'intention de représenter ce qui manque, est donc à supprimer : il ne manque rien.

Dans le squelette monté à Berlin, sous la direction de Rudolphi, le sternum est également mal placé, et la première côte est mal articulée.

Voici comment ce sternum est conformé et placé dans la *Balaena longimana* du Nord que nous possédons à Louvain.

Fig. 6.



Sternums de trois âges différents : *a* le plus jeune est à Louvain, l'autre *b*, plus âgé, est à Berlin, le troisième *c*, plus âgé encore, est à Copenhague.

La conformation du sternum indique que nous avons affaire à un jeune animal. Cette échanerure antérieure s'efface par le rapprochement des deux bords en avant, de manière que le sternum montre, à un âge plus avancé, un trou au milieu, au lieu d'un disque. Nous avons vu un sternum pareil au musée de Copenhague. A un âge plus avancé encore, ce trou, à son tour, est envahi par la sub-

stance osseuse, et le sternum est formé d'une plaque de forme triangulaire sans aucune lésion de continuité au centre. Nous représentons ici les trois âges de ce sternum par *a*, *b* et *c*.

La nageoire est très-semblable dans les deux baleines. Nous pouvons heureusement nous prononcer avec certitude à cet égard, puisque le rorqual du Cap possède encore toutes les phalanges en place, et que nous avons également eu l'occasion d'étudier une nageoire complète, avec tous les os en place, d'un képorkak des Groenlandais.

L'index, dans ce dernier, n'a également que deux phalanges; le médian et l'annulaire chacun sept, et le petit doigt trois, comme dans le rorqual de Lalande. Il n'y a que les os du corps qui diffèrent. Le képorkak a d'abord une rangée de trois osselets, et en dessous de cette rangée, on en voit encore quatre autres. Ces os sont moins bien indiqués dans le rorqual du Cap.

Cette nageoire diffère très-peu de celle du fœtus, de trente-quatre pouces de longueur, dont Eschricht (1) a donné un très-bon dessin dans son beau livre sur les baleines du Nord.

En résumant le résultat de nos observations, il nous semble qu'il existe des différences assez notables dans les vertèbres, surtout celles de la région cervicale, et particulièrement dans les omoplates, pour séparer nettement le képorkak des Groenlandais du rorqual du Cap. Nous nous rapprochons ainsi de l'opinion exprimée depuis longtemps par le docteur Gray, du *British Museum*, qui a donné au premier le nom de *Megaptera longimana*, et à

---

(1) *Nordische Wallthiere*, pl. III, fig. 4.

l'autre celui de *Megaptera pæskop*. Le docteur Gray a le premier proposé un nom générique pour distinguer ces baleines à bosse des baleines à nageoire ; mais c'est Eschricht qui a fait connaître les vrais caractères sur lesquels il repose et qu'il a exprimés dans le mot de *Kyphobalaena*. Les *Kyphobalaena* sont distincts génériquement par la présence d'une bosse à la place d'une nageoire, par la longueur des membres antérieurs et par le nombre de doigts, qui est seulement de quatre.

—

*Une nouvelle dent de Carcharodon dans le gravier de la Meuse; par G. Dewalque, membre de l'Académie.*

J'ai déjà eu l'honneur de faire connaître à l'Académie deux faits qui rendaient extrêmement probable la présence dans le dépôt de gravier diluvien de la vallée de la Meuse, de dents de grands squales éteints, le *Carcharodon megalodon*, Ag. et l'*Oxyrrhina trigonodon*, Ag. J'ai à me féliciter d'avoir appelé l'attention sur ce sujet, et je viens signaler un nouveau cas de ce genre, dont je dois la connaissance au zèle éclairé de M. Houbotte, ingénieur en chef des ponts et chaussées de la province de Liège.

Il s'agit encore d'une dent de *Carcharodon megalodon*, trouvée dans un gravier noir et très-cohérent, à environ 5<sup>m</sup>25 en contre-bas de la surface de la plaine alluviale de la Meuse et à trente mètres du fleuve, en creusant un bassin au canal de Liège à Maestricht, près de Dorant-le-Pont, en amont de l'écluse latérale et de l'écluse de garde.

Ce nouveau fait, en l'authenticité duquel j'ai toute confiance, me paraît établir d'une manière incontestable la



présence de ces grands squales dans le diluvium de la Meuse.

Je saisis volontiers cette occasion pour rappeler que Schmerling, exposant les raisons pour lesquelles il pensait que les ossements de nos cavernes y ont été amenés par les eaux, rapporte qu'il y a trouvé des débris de poissons avec des bélemnites et une baculite.

—

*Observations tératologiques*; par Alfred Wesmael, directeur du Jardin botanique de Mons.

Tous les ans nous réunissons les différentes observations tératologiques que nous avons occasion de rencontrer soit dans les jardins, soit dans nos herborisations. Cette année, les quelques remarques que nous avons faites, quoique peu nombreuses, ne laissent pas cependant que d'offrir certain intérêt.

En premier lieu, nous avons observé certaines anomalies chez un épilobe qui nous permettent, de nouveau, de persister dans notre manière de voir relativement à la nature des trophospermes et des ovules.

En second lieu, un *Pisum sativum* nous a montré de singuliers exemples de synanthie.

Comme troisième observation, nous avons trouvé un cas bien rare d'adhérence entre certaines pièces d'une fleur des *Cypripedium insigne*.

Comme dernière observation, nous avons consigné les faits qui démontrent l'organogénie de l'inflorescence chez la vigne.

Mons, 15 octobre 1864.

*Observations tératologiques chez un PISUM SATIVUM.*

Moquin-Tandon, dans ses *Éléments de tératologie*, reconnaît que les synanthies peuvent s'opérer d'après deux systèmes : ou bien il y a une pénétration, une fusion entre tous les organes floraux, ou bien il arrive un fort rapprochement accompagné de la cohérence des calices et des parties les plus extérieures.

La synanthie que j'ai étudiée et qui m'a été remise par mon ami M. Houzeau, appartient au premier système. Je vais en donner une description détaillée.

D'abord il y a anomalie relativement à l'axe sur lequel la fleur synanthisée s'est développée. Chez le *Pisum sativum*, les fleurs, soit solitaires, géminées ou en grappes, se développent sur des axes secondaires terminés par une ou plusieurs fleurs; ses axes sont par conséquent définis. Or l'axe qui porte la fleur synanthisée est aussi un axe secondaire, mais celui-ci ne s'arrête pas au point de développement de la synanthie, au contraire, il se prolonge pour se terminer par deux fleurs normales. Je dois faire observer que la variété de pois *Prince Albert* sur laquelle cette observation a été faite ne porte que des axes secondaires uniflores. Or ceci dit, je dois faire remarquer que l'axe secondaire qui nous occupe est terminé par deux fleurs parfaitement libres dans toutes leurs parties et se développant à l'aisselle d'une feuille normale, tandis que la synanthie prend naissance à l'aisselle d'une feuille réduite à la partie stipulaire.

Trois fleurs ont concouru dans la formation de la synanthie. Le calice présente neuf sépales soudés en un calice gamosépale. Les trois corolles présentent différentes soudures très-remarquables entre elles. D'abord une pre-

mière est complexe pour son étendard, qui s'est soudé avec l'aile droite de la fleur; l'aile gauche est libre; les deux pétales constituant la carène sont libres. La seconde corolle n'est pas représentée dans toutes ses parties d'une manière normale. L'étendard est mal conformé, sa moitié gauche est atrophiée. L'aile droite est normale; quant à la gauche, elle fait défaut; les deux pétales de la carène sont disjoints et sont colorés en vert.

La troisième fleur n'est représentée que par deux pétales verts et déformés.

En résumé, le deuxième verticille de la synanthie nous présente une soudure et un grand nombre d'atrophies, puisque sur quinze pétales on n'en observe que onze.

L'androcée est triadelphie; un premier faisceau résulte de la soudure de treize étamines; un second de trois, enfin, une étamine libre. Le faisceau le plus nombreux présente deux filets pétaloïdes: l'un d'eux porte une anthère sur un de ses bords.

Le gynésée offre trois carpelles libres de toute adhérence. L'un d'eux n'a pas ses bords soudés, de façon qu'on distingue parfaitement les ovules à l'état naissant, se développant à droite et à gauche de la feuille carpellaire sur de petites dents qui ne sont rien autre que les dentelures de la feuille. Cette dernière observation vient donc démontrer de nouveau à l'évidence que les ovules, au moins chez les légumineuses, sont d'origine appendiculaire.

*Transformation des ovules en organes foliacés chez un*  
EPILOBIUM HYPERICIFOLIUM Taush.

Les transformations d'organes en feuilles peuvent se présenter sous trois états différents: 1° celui dans lequel

les organes ont pris une apparence herbacée, mais conservent leur forme et leur position normales; 2° celui dans lequel les organes adoptent la figure des véritables feuilles avec leurs nervures, leurs lobes ou leurs dents, mais offrent encore leur situation habituelle; 3° enfin celui dans lequel les organes, plus ou moins métamorphosés, ont perdu ou semblent avoir perdu leur position normale par suite des atrophies, des hypertrophies, des avortements complets et même des soudures, dont le phénomène est compliqué (1).

La virescence que nous avons observée chez *H. hypericifolium* rentre dans la seconde catégorie des transformations que nous avons indiquées plus haut.

La plupart des ovaires sont hypertrophiés, et cette anomalie résulte du plus grand développement qu'ont pris les ovules par suite de leur transformation en feuilles. Les ovaires, arrivés à un certain état de développement, se sont fendus suivant les quatre nervures dorsales, de façon à permettre aux ovules modifiés de paraître à l'intérieur; d'autres capsules anormales présentent les carpelles non soudés suivant leur nervure ventrale.

Les petites folioles provenant de la transformation des ovules se présentent sous la forme ovale-lancéolée à sommet acuminé. Tous les ovules ne se sont pas transformés en virescences; on en remarque un certain nombre sous la forme d'un long funicule terminé par une petite lame verte; d'autres présentent également un long funicule; chez ces derniers, il est terminé par un renflement ovuliforme, mais vert.

---

(1) Moquin-Tandon, *Teratologiae*, p. 207.

Après la virescence des ovules, toutes les autres parties de la fleur sont également transformées en expansions accessoires foliacées. Le calice est hypertrophié et les divisions s'écartent, comme forme de celle qui caractérise les fleurs normales. La corolle, elle aussi, est passée à l'état de virescence, et presque toutes celles que nous avons rencontrées sur les plantes étaient hypertrophiées.

Les cas de virescence des organes accessoires des fleurs ne sont pas rares, aussi nous serions-nous abstenu de signaler celui observé chez l'*Epilobium hypericifolium*; mais ce qui est beaucoup plus rare, c'est la transformation des ovules en feuilles. Déjà, l'année dernière, nous avons traité d'une virescence chez le *Trifolium repens* L. : il s'agissait de la démonstration à l'évidence que c'était la partie vaginale de la feuille qui donnait naissance à la cavité ovarienne. Dans l'épilobe, l'ovaire est resté à peu près normal, si ce n'est l'hypertrophie et plusieurs disjonctions des nervures ventrales; mais les ovules ont pris la forme de petites feuilles.

On sait que deux théories singulièrement distinctes l'une de l'autre ont été mises en avant sur la nature des ovules. Pour les uns, chaque ovule correspondrait à une feuille qui aurait pris naissance sur le trophosperme, et dans ce cas, ce dernier organe aurait évidemment une nature axile; pour les autres, au contraire, ses trophospermes seraient formés, à part quelques rares exceptions, par les bords de la feuille carpellaire, et les ovules auraient pour origine des renflements de ces mêmes bords. Dans ce cas-ci, les trophospermes auraient une origine appendiculaire. Voyons si l'étude de la virescence qui fait le sujet de cette note peut nous éclairer de nouveau sur la nature des trophospermes et des ovules. Évidemment oui. Dans les épi-

lobes, chaque capsule est formée par quatre carpelles, de façon à avoir un fruit quadriloculaire. Les ovules sont portés sur des trophospermes occupant l'angle interne de chaque loge; la placentation est par conséquent axile. Si l'on coupe une de ces capsules suivant un plan horizontal, on remarque à son centre la réunion des quatre trophospermes portant chacun un grand nombre de graines. Dans certaines capsules tératologiques, les ovules transformés en feuilles se développaient sur cette espèce d'axe central formé par les quatre trophospermes, et dans ce cas, on pouvait croire que chacune de ces petites feuilles se développait sur cet axe supposé. Mais si, à côté de ce premier examen, on compare d'autres capsules tératologiques, celles chez lesquelles les deux bords de la feuille carpellaire sont restés libres, et que ces mêmes bords présentent également des ovules modifiés en expansions foliacées, il n'y a plus de doute possible : il faut reconnaître aux trophospermes une origine appendiculaire, et que c'est sur ces mêmes appendices que se sont développés les ovules. Maintenant ces ovules développés sur les bords de la feuille carpellaire, quelle est l'origine que nous pouvons leur reconnaître? Une partie de ces mêmes bords.

Ces observations sont conformes, du reste, avec celles que nous avons faites sur le *Trifolium repens* L. Là aussi nous avons rencontré des gousses dont les bords n'étaient pas soudés et qui portaient, non pas des ovules transformés, mais de jeunes graines parfaitement conformées. Chez le trèfle, il n'y avait aucun doute relativement à la nature du trophosperme et des ovules; ces deux organes avaient une origine appendiculaire. Eh bien, ce qui est vrai pour le trèfle l'est également chez l'épilobe que nous venons d'étudier.

Ainsi donc, chez les Légumineuses et les Onagrariées, les trophospermes ont une origine appendiculaire.

*Adhérence entre certaines pièces des deux verticilles périgonaux chez une fleur de CYPRIPEDIUM INSIGNE Wall.*

La fleur normale d'un *Cypripedium* se compose de deux verticilles fournis chacun de trois parties et dont la réunion a reçu le nom de périanthe. Le verticille le plus antérieur se compose de trois sépales, dont les deux inférieurs sont portés sous le labelle. Le verticille intérieur se compose également de trois sépales, dont l'inférieur, le labelle, est creusé ordinairement en sabot.

Dans la fleur tératologique que nous avons sous les yeux, il y a de singuliers phénomènes d'adhérence entre certaines parties des deux verticilles.

En commençant l'étude par le verticille antérieur, et prenant pour point de départ le sépale supérieur, on remarque que celui-ci est anormal. En effet, ce pétale dans les fleurs normales présente des bords ondulés; or, dans la fleur anormale il n'y a qu'un bord ondulé, l'autre, au contraire, est beaucoup plus développé dans le sens latéral, de façon que la nervure médiane ne partage plus exactement le limbe en deux moitiés égales. On ne constate la présence que d'une des deux divisions inférieures, celle de gauche; quant à celle de droite, elle existe mais intimement soudée, d'une part, avec le labelle, d'autre part, avec la division périgonale interne. Un fait bien remarquable, c'est que la division inférieure libre a emprunté au labelle son bord antérieur droit, de façon que cette même division antérieure présente sur son bord droit une partie du labelle. Ainsi donc le verticille antérieur est réduit à deux pièces libres et anormales, la supérieure

par suite du plus grand développement de la partie droite du limbe; l'inférieure de droite à cause de l'emprunt fait au labelle de son bord de droite. Quant à l'autre pièce inférieure, elle s'est soudée avec deux des divisions du verticille intérieur. Il y a donc eu adhérence entre une pièce du verticille extérieur et deux pièces du verticille intérieur et, de plus, fusion entre une partie du labelle et la division extérieure inférieure restée libre.

Le verticille intérieur ne nous présente que deux pièces, l'une normale, c'est la division supérieure de gauche, l'autre anormale provenant de la soudure du labelle avec la division de droite de ce même verticille et de l'adhérence de la division inférieure droite du verticille extérieur.

Ainsi donc la fleur anormale du *Cypripedium insigne* nous présente deux phénomènes tératologiques bien distincts l'un de l'autre. D'abord, le verticille extérieur, par suite de la soudure d'une de ses pièces avec le verticille intérieur, constitue ce que Moquin-Tandon distingue sous le nom d'*adhérences*. Dans son remarquable ouvrage de tératologie, il ne signale qu'un seul exemple d'adhérence entre les sépales et les pétales : c'est un *Geranium nodosum* dans lequel un pétale s'était dévié de sa situation normale et collé par le dos de sa partie inférieure à une des folioles du calice. Le fait que nous avons observé dans une orchidée semble donc rare.

Quant au second fait tératologique que nous présente la fleur de *Cypripedium*, il rentre dans une autre catégorie distinguée par Moquin-Tandon sous le nom de *cohérences*. Ici les exemples sont plus communs, soit que les différentes pièces d'une corolle polypétale se soudent en une corolle monopétale, ou bien que deux ou plusieurs



pétales se soudent entre eux et que les autres restent libres.

*Transformation d'une vrille en axe foliifère chez le*

VITIS VINIFERA.

Dans le développement normal des ramifications chez la vigne, on constate que, en opposition avec chaque feuille, se montre ou une vrille ou une inflorescence. Nous savons que chaque vrille représente les axes florifères dont les fleurs ont avorté. Tous les ans de nombreux exemples nous démontrent ces jeux de la nature : c'est la coulure des jardiniers. Cette année, un singulier phénomène s'est produit dans le jardin de notre excellent ami M. Houzeau. L'extrémité d'un jeune rameau de vigne présente une bifurcation. L'un des deux axes est normal, c'est celui qui s'est développé à l'aisselle de la feuille existant au point de bifurcation. L'autre ramification a eu pour origine la vrille réduite à son axe primaire.


Il est certain que, chez la vigne, chaque entre-nœud ou mérithalle n'est pas la continuation de celui qui lui est inférieur. Un sarment de vigne se compose d'une série d'articles superposés. Chacun de ces articles est un axe développé à l'aisselle de la feuille opposée à la vrille ou l'inflorescence. Maintenant, quant à la vrille ou à l'inflorescence, nous devons admettre qu'elle est terminale par rapport à l'article qui lui est inférieur. Ainsi donc chaque inflorescence de vigne, quoique insérée latéralement sur le rameau, a une origine terminale par rapport à chacun des mérithalles ; si son insertion paraît latérale, c'est qu'elle est rejetée sur le côté par suite du développement de l'entre-nœud qui a pris naissance à l'aisselle de la feuille opposée à l'inflorescence ou à la vrille.

S'il est bien compris que chaque vrille est terminale, on se rendra compte de ce qui s'est passé dans le sarment de vigne observé à Hyon.

Au lieu d'une vrille, nous avons un axe; or, cet axe a une tout autre origine que son voisin avec lequel il forme la bifurcation : au lieu de provenir d'un bourgeon développé sur un même plan horizontal, il est la continuation du mérithalle inférieur.

Ainsi donc, l'anomalie résulte de ce qu'un entre-nœud, au lieu d'être terminé par une vrille ou une inflorescence, s'est prolongé sous forme de rameau. Cette prolongation s'est arrêtée à la suite du développement d'une vrille et d'une feuille : aussi, dès ce point, les choses sont-elles rentrées dans leur état normal.

Cette observation nous démontre évidemment la nature organogénique de l'inflorescence chez le *Vitis vinifera* : chaque axe florifère est la terminaison de chacun des mérithalles.



*Séance du 15 décembre 1864.*

M. NERENBURGER, vice-directeur.

M. AD. QUETELET, secrétaire perpétuel.

*Sont présents* : MM. d'Omalius, Du Mortier, Wesmael, Stas, De Koninck, Van Beneden, Ad. De Vaux, de Selys-Longchamps, le vicomte B. du Bus, Nyst, Gluge, Melsens, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, Ernest Quetelet, *membres* ; Spring, Lamarle, *associés*.

---

## CORRESPONDANCE.

---

Le secrétaire perpétuel annonce le décès de M. d'Udekem, membre de la classe, et communique les paroles prononcées sur la tombe du défunt. Ces paroles seront insérées dans l'*Annuaire de 1865*. M. Van Beneden a bien voulu promettre de rédiger une notice biographique sur ce savant.

Le secrétaire perpétuel fait part ensuite de différentes lettres relatives à l'échange des publications entre l'Académie et diverses sociétés savantes étrangères.

L'Observatoire royal de Greenwich, la Société des antiquaires de Londres, etc., remercient l'Académie, pour l'envoi des dernières publications de la Compagnie.

— M. d'Omalius dépose, comme hommage, diverses brochures relatives à des questions d'archéologie, qui lui ont été remises lors de son dernier voyage en France, et, entre autres, différents mémoires de M. de Caumont, associé de la classe des beaux-arts. — Remerciments.

---

## RAPPORTS.

---

*Note sur une proposition nouvelle relative à la disposition des appuis qui correspond au minimum de fatigue maxima dans le cas d'une pièce prismatique chargée uniformément; par M. Léon Derote, sous-ingénieur au corps des ponts et chaussées.*

### **Rapport de M. Lamarle.**

« Lorsqu'une pièce prismatique repose en même temps sur plusieurs appuis et qu'on a exclusivement en vue les effets d'une charge uniformément répartie sur cette pièce, il convient, ainsi que je l'ai fait voir (1), de maintenir entre les appuis certaines différences de niveau. Il m'avait échappé que, par suite de ces différences, les appuis intermédiaires, supposés équidistants, peuvent être considérés comme situés sur une même circonférence de cercle.

M. Derote fait voir qu'il en est ainsi d'après mes propres calculs. Il montre ensuite comment on peut établir, en quelque sorte *à priori*, ce résultat curieux. Le procédé suivi par M. Derote consiste à introduire deux couples qui

---

(1) Voir les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, tome XXII, nos 5 et 6. 1855.

s'équilibrent au moyen de la pièce, et dont l'effet se réduit à une simple flexion circulaire qui s'ajoute d'elle-même à la flexion préexistante. Ce procédé très-simple permet de ramener sans calcul le cas général dont je me suis occupé au cas d'une pièce prismatique, chargée uniformément et supportée horizontalement à ses deux extrémités. Sous ce rapport, comme sous celui de l'extension qu'il comporte, je crois bon de le faire connaître. Je propose en conséquence l'insertion aux *Bulletins* de la note dont il s'agit. »

La classe adopte les propositions de ce rapport, appuyées par M. Schaar, second commissaire, et décide que la note de M. Léon Derote sera imprimée dans les *Bulletins* de l'Académie.

---

## CONCOURS DE 1864.

---

Deux mémoires ont été présentés au concours en réponse à la deuxième question.

Le premier mémoire porte pour épigraphe : *Ite, sine me, scripta, in urbem*, et le second : *Citiùs emergit veritas ex errore quàm ex confusione*. B. Les trois commissaires, MM. Stas, De Koninck et Dewalque, que la classe avait nommés pour faire l'examen de ces mémoires, lui ont présenté successivement les rapports suivants :

### *Rapport de M. Stas.*

« L'Académie avait mis au concours la question suivante :

*Les recherches effectuées, dans ces dernières années, sur la composition chimique des aciers ont fait naître*

*des doutes qu'il importe d'éclaircir. L'Académie demande qu'on établisse, par des expériences précises, quels sont les éléments essentiels qui entrent dans la constitution de l'acier et qu'on détermine les causes qui impriment aux différents aciers, produits par l'industrie, leurs propriétés caractéristiques.*

Elle a reçu en réponse deux écrits : 1° une note portant pour devise : *Ite, sine me, scripta, in urbem* ; 2° un mémoire ayant pour épigraphe : *Citiùs emergit veritas ex errore quàm ex confusione. B.* L'auteur du premier écrit n'a point compris la question posée par l'Académie. Les erreurs que son travail renferme démontrent qu'il ne possède pas les connaissances chimiques nécessaires pour traiter un pareil sujet. Le mémoire n° 2 est une œuvre des plus remarquables, dans laquelle l'auteur retrace, avec un talent et une lucidité rares, l'état actuel de nos connaissances sur l'acier.

Je vais essayer de présenter une analyse de ce travail. Avant d'aborder la question elle-même, l'auteur expose les recherches qui ont fait naître des doutes dans l'esprit des chimistes au sujet de la composition de l'acier. M. le capitaine Caron (1) avait prouvé, par des expériences très-précises et habilement combinées, que, dans le procédé de la *cémentation*, l'acier prend naissance sous l'influence des cyanures qui se forment dans les caisses de cémentation, par l'action de l'azote sur le charbon renfermant des alcalis. M. Fremy alla plus loin : il émit l'idée que l'azote est non-seulement nécessaire à la cémentation industrielle, en ce

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie de sciences de l'Institut de France*, tome LI, page 664.

qu'il sert à transporter le carbone dans la masse ferrugineuse, mais que ce corps est *aciérant*. D'après lui, l'azote fait partie des éléments essentiels de l'acier. On doit le reconnaître, c'était changer radicalement l'état de nos opinions sur la composition de ce corps.

L'opinion de M. Fremy eut du crédit parmi beaucoup de chimistes, quoiqu'il n'eût point prouvé, à l'aide d'expériences analytiques, que le fer, en devenant acier, prend de l'azote au delà de celui que Marchand a démontré exister dans certains fers et certaines fontes. Tel était l'état de nos connaissances, lorsque l'Académie mit au concours la question de l'acier.

Parmi les métallurgistes qui contredirent l'opinion de M. Fremy et qui la combattirent preuve en main, on doit citer M. le capitaine Caron, dont les études sur l'acier sont incontestablement les recherches les plus remarquables de la métallurgie scientifique. Ce savant officier démontra que le gaz des marais peut acieriser le fer doux en l'absence de l'azote (1). Mac-Intosh avait déjà montré la possibilité d'arriver à ce résultat à l'aide du gaz éclairant.

Dans le but d'éclaircir l'intervention de l'azote dans l'aciération du fer, l'auteur du mémoire a fait des expériences directes dont les résultats ne peuvent laisser aucun doute. « Une barre de fer de Russie a été coupée en trois » morceaux ; le premier a été conservé tel quel, le second » a été chauffé dans un ciment potassique, le troisième » dans un ciment ammoniacal.

» De ces trois morceaux, préalablement nettoyés et limés » à la surface, on a pris quelques copeaux enlevés à la

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome LII, page 1246.

» machine à raboter; voici ce qu'ils contenaient en azote :

N° 1.	Fer russe sans préparation.	. . . . .	Azote	0,00011
N° 2.	Id.	avec ciment potassique	. . . . .	— 0,00010
N° 3.	Id.	avec ciment ammoniacal.	. . . . .	— 0,00050

» Les n<sup>os</sup> 2 et 3 ont été fondus et coulés. Après les avoir  
 » forgés et nettoyés à la surface, on a pris quelques co-  
 » peaux qui ont été analysés :

N° 2.	Fondu.	. . . . .	Azote	0,00010
N° 3.	Id.	. . . . .	—	0,00011

» On voit par ces nombres que le fer cimenté à la po-  
 » tasse ne contient pas plus d'azote que le même fer non  
 » cimenté; mais que le fer cimenté à l'ammoniaque a  
 » absorbé une certaine quantité d'azote (comme le ferait,  
 » du reste, le fer chauffé dans l'ammoniaque). On remar-  
 » que, en outre, que les deux aciers (à la potasse et à l'am-  
 » moniaque) contiennent, après la fusion, la même quan-  
 » tité d'azote, à très-peu près, et que cette quantité est  
 » égale à celle que contenait le fer d'où ils provenaient. »

Ces expériences établissent définitivement que le fer n'emprunte point d'azote au milieu dans lequel s'accomplit la transformation de ce corps en acier.

Ainsi s'évanouissent les conséquences industrielles que l'on avait déduites de l'opinion de M. Fremy.

Je sais que le savant chimiste objecte à cette conclusion que le fer renferme lui-même de l'azote et que cet azote intervient avec le carbone pour constituer ce métal à l'état d'acier. Quoique cette objection ne me semble pas bien sérieuse, j'ai cru devoir examiner s'il y a moyen de produire de l'acier à l'aide d'un composé de fer dans lequel l'existence de l'azote est impossible. Dans ce but, j'ai ramené des ressorts d'acier fin à l'état d'oxyde de fer magné-



tique en faisant passer de la vapeur d'eau sur ces ressorts chauffés au rouge dans un tube de porcelaine verni; j'ai continué le courant de vapeur tant qu'il s'est dégagé de l'hydrogène. J'ai réduit à la température *rouge très-sombre* l'oxyde de fer produit à l'aide du gaz des marais obtenu par l'action de la chaleur par un mélange d'acétate de sodium et d'hydrate de sodium et de calcium. Le gaz a été purifié par son passage au travers de l'acide sulfurique dilué; il a été desséché par le chlorure de calcium.

Pendant le temps de la réduction, qui a duré *sept heures*, il s'est formé de la vapeur d'eau et un mélange d'oxyde et d'anhydride carbonique. L'opération terminée, j'ai reçu dans de l'eau froide la masse métallique produite. L'examen auquel je l'ai soumise m'a prouvé qu'elle se composait de trois parties distinctes: la première, celle qui a été exposée le plus longtemps au courant du gaz tétrahydrure de carbone, était formée presque exclusivement de *fonte blanche*, très-cassante et d'une grande dureté, qui a sensiblement diminué par un recuit convenable; la deuxième était constituée par de l'acier à grain très-fin, de grande dureté, auquel le recuit donna de la souplesse et de la malléabilité; la troisième enfin était du fer à peu près pur.

On doit admettre comme démontré que l'azote n'est pas un élément constitutif de l'acier. Si l'on trouve ce corps dans un grand nombre d'aciers comme Marchand d'abord, MM. Boussingault, Bouis et tout récemment MM. Graham Stuart et W. Baker l'ont prouvé, il y existe accidentellement, à l'état d'impureté, comme dans les fers, dans beaucoup de fontes, et probablement dans d'autres substances métalliques. On sait que le fer est incapable de s'unir directement à l'azote; l'auteur du mémoire que j'analyse attribue avec beaucoup de raison la présence de ce corps dans ces

métaux à l'existence du titane que l'on rencontre dans les minerais qui les fournissent, titane qui, lors de leur réduction, passa à l'état d'azote et se dissout sous cet état dans les fontes, les fers et les aciers.

Dans un deuxième chapitre, l'auteur examine l'influence des corps que l'on rencontre le plus souvent dans l'acier du commerce. Dans ce but, il étudie successivement l'action du carbone, du silicium, du bore, du soufre, du phosphore, de certains métaux sur le fer, et constate que le carbone, le silicium et le bore n'exercent pas la même influence. Les carbures de fer se durcissent par la trempe et s'adoucissent sensiblement par le recuit ; le siliciure et le borure de fer sont dépourvus de cette propriété ; de plus, le silicium et le bore déplacent au rouge le carbone de sa combinaison avec le fer, et, après le refroidissement de la masse, on trouve presque tout le carbone à l'état graphite. Le soufre et le phosphore, certains métaux, tels que l'étain, le zinc, l'aluminium, qui s'unissent au fer et non pas au carbone, agissent sur le carbure de fer comme le font le silicium et le bore. Ces faits, dont plusieurs sont acquis depuis longtemps à la science, sont d'une importance majeure pour l'étude de l'acier ; plus loin l'auteur du mémoire s'appuie longuement sur eux pour expliquer les qualités ou les défauts offerts par certains aciers du commerce.

L'auteur expose ensuite le rôle de certains métaux, tels que le manganèse, le tungstène, qui peuvent s'unir au fer en même temps qu'au carbone. Il constate que ces corps, qui par eux-mêmes ne possèdent aucune propriété aciérante, n'excluent point ce métalloïde des fontes, des fers et des aciers. Il insiste sur l'action du manganèse sur les fontes grises. Ce métal, introduit en quantité convenable

dans ces corps, les transforme en fonte blanche; la raison en est fort simple : il détermine le carbone qui est à l'état de liberté à entrer en véritable combinaison avec les deux métaux à la fois. Cette combinaison ne peut plus être défaits par le refroidissement, contrairement à ce que l'on observe pour les fontes les plus pures, qui laissent déposer, par un refroidissement convenable, la majeure partie du carbone à l'état de graphite. Le rôle du manganèse ne se borne pas à cette action : dans une atmosphère oxydante, il élimine, en les entraînant avec lui, le silicium et le soufre, ces deux ennemis irréconciliables du bon acier.

La connaissance exacte de l'influence exercée par le manganèse sur la nature des fontes est due à M. le capitaine Caron. Il a cherché analytiquement la cause de faits établis depuis longtemps par la pratique industrielle. L'emploi dans la fabrication des fontes destinées à la préparation de l'acier des prétendues *fontes aciérantes* des métallurgistes, qui ne sont que des fontes manganésifères, trouve aussi son explication rationnelle, et nous sommes débarrassés par là d'un mot qui n'aurait dû jamais se trouver sous la plume d'un chimiste.

L'auteur, après avoir donné la véritable définition de l'acier et avoir fait justice de notions inexactes introduites tout récemment dans la science au sujet de ce corps, examine enfin la constitution de l'acier et des variétés industrielles de ce corps. Dans ce but, il étudie l'influence des agents qu'on emploie pour travailler ce métal. Ces agents sont : la chaleur, le martelage, la trempe, le recuit. Il démontre que la chaleur et les différentes actions mécaniques impriment chacune des propriétés particulières au métal et modifient en même temps sa nature physique et chimique.

Ainsi l'acier trempé, l'acier trempé recuit dans les circonstances ordinaires, l'acier trempé, maintenu pendant très-longtemps au rouge et refroidi après très-lentement, se conduisent différemment sous l'action des acides.

L'acier trempé *intact* se dissout à froid, comme on le sait, dans l'acide chlorhydrique concentré sans résidu charbonneux; le même métal, après le recuit, laisse un résidu charbonneux soluble à *chaud*, seulement dans l'acide chlorhydrique concentré; l'acier trempé, maintenu longtemps au rouge et lentement refroidi, laisse un résidu charbonneux *insoluble* même à chaud dans l'acide chlorhydrique concentré. L'influence de la chaleur seule est donc manifeste sur l'état dans lequel le carbone existe dans l'acier. Ce métalloïde, combiné qu'il est au fer dans l'acier trempé et dans l'acier trempé et recuit dans les circonstances ordinaires, se sépare indubitablement du fer, lorsque l'acier a été maintenu longtemps au rouge, pour ne plus s'y unir sous l'influence de la trempe.

Le martelage produit une action inverse de celle de la chaleur, il refait, en partie du moins, ce que le mouvement calorifique a détruit; il ramène le carbone à l'état de combinaison, ou du moins à un état tel que, sous l'influence de la trempe, le métalloïde se combine avec le fer. Des trempes successives agissent comme un martelage, prolongé bien entendu, lorsque la nature de l'acier employé est capable de le supporter.

« De tous ces faits on peut conclure, dit l'auteur du » mémoire, que parmi les agents employés dans le travail » de l'acier, les uns, la chaleur trop élevée ou trop long- » temps prolongée, tendent à produire la séparation du fer » et du carbone; les autres, le martelage et la trempe, » peuvent, jusqu'à un certain point, reformer la combi-

» naison détruite ou tout au moins ramener le carbone à  
 » un état tel qu'il puisse se combiner avec le fer sous l'in-  
 » fluence d'une trempe bien faite. »

Ainsi s'expliquent des pratiques industrielles dans le travail des aciers et des observations connues au sujet de la détérioration de ce métal dans ce travail.

La plupart des faits que je viens d'énoncer succinctement ont été prouvés analytiquement par M. le capitaine Caron, dans ses belles *Études sur l'acier* (1).

L'auteur termine cette partie de son mémoire par l'exposé des effets produits sur le carbure de fer de l'acier par les différents corps qu'on y rencontre accidentellement et qu'il regarde à juste titre comme étrangers à sa composition essentielle. Il déduit ici les conséquences logiques des principes qu'il a posés dans la deuxième partie de son travail, au sujet de l'influence du silicium, du soufre, du phosphore sur le carbure de fer. J'ai dit plus haut que ces corps ont la propriété d'éliminer une portion du carbone du carbure de fer et que le peu qu'ils y laissent a beaucoup de tendance à se séparer à l'état graphiteux. Il explique ainsi les essais infructueux de cémentation des fers fortement siliceux, ou sulfureux, ou phosphoreux et l'instabilité des aciers obtenus à l'aide de ces mauvais fers. On sait en effet que ces aciers se détruisent dans les conditions dans lesquelles les bons aciers se conservent intacts. Telle est donc, d'après l'auteur, la cause première des aciers de mauvaise qualité et particulièrement des aciers siliceux; car il est reconnu que le soufre et le phosphore, outre l'action d'élimination qu'ils exercent sur le carbone, impriment aux aciers les défauts qu'ils communiquent au fer

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. t. LVI, pages 43 et 211

lui-même, défauts qui sont tellement considérables que les fabricants d'aciers font tous les efforts possibles pour les séparer du métal qu'ils se proposent de transformer en acier.

L'auteur recherche enfin ce que l'on doit entendre par un bon acier. Il constate que les aciers les plus estimés dans le commerce sont les plus purs : ils ne renferment jamais que des traces de silicium, de soufre ou de phosphore et *presque toujours des traces de manganèse*.

L'absence de quantités notables des matières qui tendent à éliminer le carbone et la présence de traces de manganèse qui a pour effet de retenir le carbone, constituent donc, à ses yeux, la condition essentielle d'un bon acier.

Après avoir mûrement réfléchi sur cet exposé, il me paraît impossible de ne pas partager cette opinion.

Le mémoire se termine par un résumé dans lequel l'auteur récapitule les différents points qu'il a traités; ainsi, il constate que l'opinion émise par M. Fremy au sujet de l'azote, comme élément essentiel de l'acier, n'est point fondée, puisqu'il démontre que le fer, en passant à l'état d'acier, ne prend aucune trace d'azote au delà de celle qu'il renfermait déjà, pas plus qu'il ne renferme un des alcalis qui est intervenu avec l'azote pour porter le carbone au sein du fer; il attribue la présence de cet azote dans certains aciers à l'existence de traces d'azoture ou d'azoto-carbure de titane que l'on rencontre dans les fers et les fontes qui servent à la fabrication des aciers. D'après lui, l'acier est essentiellement composé de fer et de carbone, comme on l'a admis depuis longtemps; il doit ses qualités ou ses défauts à deux causes différentes liées entre elles :

« 1° A l'état du carbone dans le métal;

» 2° A la nature du ou des corps étrangers qui le souillent.

« Toutes les fois qu'un acier est bon , son carbone peut ,  
 » sous l'influence de la trempe , se combiner avec le fer et  
 » donner un métal dur et cassant que le recuit rend  
 » souple et élastique.

» Lorsqu'un acier devient mauvais après quelques  
 » chaudes , c'est que son carbone a été brûlé ou s'est  
 » séparé du fer ; la trempe alors ne peut régénérer la com-  
 » binaison du fer et du carbone. Cette séparation est  
 » due à la présence de corps étrangers et notamment du  
 » silicium , qui empêche la combinaison des deux corps.  
 » Ils donnent , en outre , au métal des propriétés ou des  
 » défauts différents , suivant la nature et la quantité d'im-  
 » puretés qui s'y trouvent. »

Telle est l'analyse fidèle du mémoire soumis à mon examen. Je crois absolument exacts tous les faits qui y sont consignés et je partage entièrement les opinions que l'auteur en a déduites. Nous connaissons donc définitivement la nature des bons et des mauvais aciers. C'est à l'industrie à se conformer désormais aux déductions certaines de la science dans la fabrication et dans le travail de ce métal.

J'ai donné à cette analyse une étendue assez considérable , afin de permettre à l'Académie de se former par elle-même une opinion de la valeur de ce travail ; j'ai voulu justifier ainsi la proposition que j'aurai l'honneur de de lui faire. A mes yeux , ce mémoire résout la question telle qu'elle a été posée ; tous les points qui étaient obscurs y sont élucidés avec un talent et une sagacité qu'on ne saurait assez admirer. C'est incontestablement le résumé coordonné de longs et glorieux travaux , exposés avec une simplicité et une lucidité qui en rehaussent encore le mérite. J'ai dit et répété , à plusieurs reprises , que les éléments de la solution des principaux problèmes traités dans

ce mémoire sont empruntés aux magnifiques recherches que M. le capitaine Caron a publiées successivement depuis quatre années sur l'acier.

On s'aperçoit que l'auteur, pour se conformer aux prescriptions impérieuses de notre règlement, qui excluent du concours ceux qui se font connaître « de quelque manière » que ce soit », a laissé dans une obscurité calculée la question de savoir s'il est dans son droit en se servant de ces recherches pour son travail. J'imiterai sa réserve pour ne pas rendre impossible la mission qui m'est confiée. Je me borne donc à proposer à l'Académie de décerner la médaille d'or au mémoire qui porte pour devise : *Citiùs emergit veritas ex errore quàm ex confusione.* »

---

**Rapport de M. De Koninck.**

« Le remarquable rapport que vient de vous présenter mon savant confrère M. Stas, sur le travail envoyé en réponse à la question relative à la composition chimique de l'acier et dans lequel il résume parfaitement tous les faits observés et relatés par l'auteur, me dispense de vous entretenir plus longuement et me permet de me borner à la simple déclaration que je me rallie avec plaisir aux conclusions favorables de M. Stas.

Néanmoins j'aurais désiré que l'auteur qui, à l'habileté du chimiste paraît joindre celle du praticien consommé, fût entré dans un peu plus de détails relativement à la manière dont ses expériences ont été conduites et aux faits qui lui ont servi à former sa conviction.

Peut-être ne faut-il attribuer cette légère imperfection



qu'à la réserve et à la délicatesse avec lesquelles l'auteur a cherché à éviter qu'on ne le reconnût.

En proposant la médaille d'or au mémoire ayant pour devise : *Citiùs emergit veritas ex errore quàm ex confusione*, j'exprime le désir de voir l'auteur revenir, ainsi qu'il le déclare lui-même, sur le sujet qu'il a traité et compléter autant que possible l'étude rapide qu'il nous a soumise. »

---

**Rapport de M. G. Dewalque.**

« Devant à la confiance de la classe l'honneur de lui présenter un rapport sur les mémoires reçus en réponse à la question de la constitution de l'acier, sujet étranger à mes études habituelles, je me suis efforcé de me mettre en état de m'acquitter de cette lourde mission. Il y a beaucoup à dire sur l'acier; mais, d'une part, j'ai le ferme espoir que l'auteur du mémoire portant pour devise : *Citiùs emergit veritas ex errore quàm ex confusione*. B., reviendra, comme il le dit, sur plusieurs points de cette fabrication; de l'autre, après avoir mûrement pesé les termes de la question, je partage l'opinion de notre honorable confrère M. Stas, en exprimant l'avis que l'auteur l'a traitée complètement et avec succès, et je me rallie à sa proposition, appuyée par votre second commissaire, de lui décerner le prix proposé. »

Conformément au jugement de ses commissaires, la classe a décerné la médaille d'or, ainsi que le prix extraordinaire de huit cents francs accordé par M. le Ministre de l'intérieur, au second mémoire, et l'ouverture du

billet cacheté a fait connaître que l'auteur couronné est M. Caron, capitaine d'artillerie, directeur du laboratoire de chimie du dépôt central de l'artillerie, à Paris.

---

## COMMUNICATIONS ET LECTURES.

---

*Note sur une proposition nouvelle, relative à la disposition des appuis qui correspond au minimum de fatigue maxima dans le cas d'une pièce prismatique chargée uniformément; par M. Léon Derote, sous-ingénieur au corps des ponts et chaussées.*

Dans une note (1), que nous n'avons pas autorité pour juger, mais que M. Darcel, chargé de la chronique des *Annales des ponts et chaussées de France*, qualifie (2) de travail remarquable, M. E. Lamarle a cherché à se rendre compte des modifications que peut apporter, dans une pièce prismatique uniformément chargée, la hauteur des appuis les uns par rapport aux autres, et il a trouvé que, pour obtenir le *minimum de fatigue maxima* avec une pièce prismatique donnée, un nombre d'appuis donné et une charge uniformément répartie également donnée, il faut, au lieu de placer tous ces supports à un même ni-

---

(1) Voyez *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, tome XXII, n° 3, année 1855, *Note sur un moyen très-simple d'augmenter, dans une proportion notable, la résistance d'une pièce prismatique chargée uniformément*; par M. E. Lamarle, associé de l'Académie royale de Belgique.

(2) Voyez *Annales des ponts et chaussées*, 4<sup>e</sup> série, année 1861, 1<sup>er</sup> semestre, pages 549 à 552.

veau, comme on le fait généralement, établir, au contraire, certaines inégalités de hauteur entre ces divers supports. Il faut, de plus, si l'on donne aux appuis les inégalités de hauteur les plus convenables, que tous les intervalles compris entre deux appuis successifs soient égaux entre eux, à l'exception des deux extrêmes, qui doivent être moindres que tous les autres. Les deux appuis extrêmes étant supposés à un même niveau, tous les appuis devront d'ailleurs être disposés symétriquement de droite et de gauche du milieu de l'intervalle compris entre les deux appuis extrêmes, et s'abaisser d'autant plus, par rapport à la droite qui joint ces deux appuis, qu'ils seront placés plus près du milieu. Quant à la pièce, elle viendra, sous l'action de la charge uniformément répartie, reposer sur tous les appuis en affectant une forme qui rappelle la forme sinusoidale, c'est-à-dire qu'elle présentera une série de courbes tournant alternativement leur convexité vers le haut et vers le bas, et se raccordant entre elles en des points où la courbure de la pièce est nulle et qu'on nomme points d'inflexion. Entre deux appuis successifs quelconques, la pièce offrira deux points d'inflexion, sauf aux deux travées extrêmes, où il n'y en aura qu'un, les deux bouts de la pièce, reposant sur les deux appuis extrêmes, étant d'ailleurs eux-mêmes deux points où la courbure de la pièce est nulle.

Nous avons employé le terme de *minimum de fatigue maxima*. Ce terme pourrait ne pas présenter immédiatement une idée tout à fait nette à l'esprit des personnes qui sont restées un certain temps sans s'occuper de questions de stabilité. Pour fixer les idées, représentons-nous d'abord tous les appuis de niveau et équidistants, et la pièce prismatique, sous l'action de la charge uniformément répartie, reposant sur ces appuis. Considérons une section quel-

conque. Dans cette section, la fatigue maxima se trouvera aux points les plus éloignés de l'axe neutre. Les fibres correspondantes seront les fibres de plus grande fatigue. De plus, toutes les sections n'auront pas la même fatigue aux points les plus éloignés de l'axe neutre. En recherchant la fatigue maxima de chaque section, une des sections fournira une fatigue maxima plus grande que toutes les autres, ou, pour parler plus exactement, une fatigue maxima telle que dans aucune autre section la fatigue maxima ne soit plus grande; car plusieurs sections pourront présenter la même fatigue maxima. Dans l'exemple choisi (1), où tous les appuis sont de niveau et équidistants, où tout, par conséquent, est symétrique par rapport au milieu de la pièce, les sections de fatigue maxima seront au nombre de deux et se trouveront précisément au droit des appuis les plus voisins des appuis extrêmes; en d'autres termes, en commençant à compter les appuis par l'un quelconque des deux bouts, elles se trouveront sur le second et sur l'avant-dernier appui. Ces deux sections seront dites les *sections de plus grande fatigue*, et, en effet, il n'y aura pas dans toute la pièce de points plus fatigués que les points les plus fatigués de ces deux sections-là. La fatigue des points les plus fatigués des sections de plus grande fatigue sera, d'une manière absolue, *pour la disposition choisie, la fatigue maxima*. Mais maintenant, en conservant toujours la même pièce prismatique, la même charge uniformément répartie, la même position des deux appuis extrêmes, fai-

---

(1) Cet exemple a été traité incidemment par M. E. Lamarle, dans la note précitée, et cela dans le but d'évaluer l'avantage présenté par la disposition nouvelle comparativement au système où tous les appuis sont de niveau et équidistants.

sous bouger plus ou moins les appuis intermédiaires ou quelques-uns d'entre eux; abaissons un peu celui-ci, relevons un peu celui-là, augmentons la grandeur de telle travée, diminuons la grandeur de telle autre; puis, tous ces changements effectués, cherchons de nouveau, pour la disposition à laquelle nous nous serons arrêtés, la fatigue maxima. Cette fatigue maxima, correspondant à la seconde disposition, sera généralement différente de la première, et, à chaque nouvelle disposition que nous pourrions imaginer, correspondra une nouvelle fatigue maxima parfaitement déterminée. Parmi cette infinité de dispositions possibles, il y en aura une pour laquelle la fatigue maxima sera plus petite que pour toutes les autres; en d'autres termes, il y en aura une qui donnera le *minimum de fatigue maxima*. Quelle est cette disposition? C'est précisément celle qu'a cherchée M. Lamarle, celle qui fait l'objet de la note précitée, celle dont nous nous occupons maintenant et dont nous avons donné les caractères principaux au commencement de notre travail.

La solution complète de la question, c'est-à-dire la position exacte de chaque support intermédiaire, se trouve aux pages 51 et 52 de la note de M. Lamarle. Elle est renfermée dans les trois formules suivantes :

$$[1]. \quad \lambda = 2 \cdot \frac{2(n-1) - \sqrt{2}}{2(n-1)^2 - 1} L$$

$$[2]. \quad \lambda' = \frac{2n - 5 - (n-2)\sqrt{2}}{2(n-1)^2 - 1} L$$

$$[5]. \quad F_r = \left[ r(n-r) - \frac{8n - 5 - 4(n-1)\sqrt{2}}{8} \right] \frac{p\lambda^4}{96\epsilon}$$

- Voici le sens des notations employées dans ces formules :
- $2L$  est la distance comprise entre les appuis extrêmes;
  - $n$  le nombre des travées;
  - $\varepsilon$  le moment d'élasticité de la pièce;
  - $p$  la charge uniformément répartie par mètre courant;
  - $\lambda$  la longueur d'une quelconque des travées intermédiaires;
  - $\lambda'$  la longueur d'une quelconque des deux travées extrêmes;
  - $F_r$  la quantité dont un appui intermédiaire quelconque  $A_r$  doit être abaissé au-dessous de la droite horizontale qui joint les deux appuis extrêmes.

On voit qu'il y a  $n + 1$  appuis; ils sont désignés par les lettres  $A_0, A_1, A_2 \dots A^r \dots, A_{n-1}, A_n$ .

Dans la formule [5],  $\lambda$  devrait être remplacé par sa valeur en fonction de  $L$ , si l'on voulait avoir une expression de  $F_r$  ne contenant plus que des quantités connues *a priori*.

Les trois formules [1], [2], [3], sont respectivement les formules [47], [48] et [50] de la note de M. Lamarle.

La note que nous présentons aujourd'hui au jugement de l'Académie a pour objet de signaler une proposition qui est contenue implicitement, il est vrai, dans les formules données par M. Lamarle, mais qui ne s'en dégage cependant pas à la première vue. Cette proposition consiste en ce que, *dans la disposition des appuis correspondant au minimum de fatigue maxima dans la pièce, tous les appuis intermédiaires se trouvent sur un seul et même arc de cercle, dont le rayon, dirigé vers le haut, a, en conservant les notations précédentes, la valeur*  $\frac{48\varepsilon}{p\lambda^2}$ .

Nous croyons que cette propriété a échappé à M. La-

marle, vu qu'il n'en dit rien et que la simplicité de la construction à laquelle elle donne lieu la rend assez curieuse pour mériter d'être signalée. Ajoutons d'ailleurs que ce n'est pas en la dégagant des formules établies par M. Lamarle que nous y avons été conduit, mais bien par une marche tout à fait différente et en nous basant sur une considération très-simple également et dont on n'a pas, à notre connaissance, fait usage jusqu'ici. Nous croyons donc pouvoir signaler comme nouvelle la solution que nous donnons plus loin, à plus juste titre encore que la proposition elle-même qu'il s'agit de démontrer.

—

Commençons par déduire cette proposition des formules établies par M. Lamarle et rappelées ci-dessus.

Représentons-nous les appuis successifs  $A_0, A_1, A_2 \dots A_{n-1}, A_n$ . Toutes les droites  $A_0 A_n, A_1 A_{n-1}, A_2 A_{n-2}, \dots$  sont horizontales.

La formule [5] donne, pour un support quelconque  $A_r$ , la quantité dont ce support doit être abaissé au-dessous de la droite  $A_0, A_n$ .

Laissons, pour le moment, tout à fait à l'écart les appuis extrêmes  $A_0$  et  $A_n$ , et ne nous occupons plus que de la série d'appuis  $A_1, A_2, A_3, \dots A_{n-2}, A_{n-1}$ , comprenant  $n - 2$  intervalles tous égaux entre eux.

La quantité dont un quelconque des appuis  $A_1, A_2, \dots A_{n-2}$ , devra se trouver au-dessous de la droite  $A_1, A_{n-1}$ , sera :

$$F'_r - F'_1$$

ou

$$[r(n-r) - (n-1)] \frac{p\lambda^4}{96\varepsilon},$$

dans laquelle  $r$  pourra prendre toutes les valeurs 2, 3, ...  
 $n - 2$ .

Posons :

$$\begin{aligned} n' &= n - 2 \\ r' &= r - 1, \end{aligned}$$

$n'$  étant le nombre de travées comprises entre  $A_1$  et  $A_{n-1}$   
c'est-à-dire le nombre des travées égales entre elles, et  $r'$   
pouvant prendre toutes les valeurs 1, 2, ...  $n' - 1$ ,  $n'$ .

La quantité  $F'_r - F'_1$  pourra s'écrire :

$$r' (n' - r') \frac{p\lambda^4}{96\varepsilon},$$

ou encore :

$$r'\lambda (n'\lambda - r'\lambda) \frac{p\lambda^2}{96\varepsilon}.$$

Or si, par les points  $A_1$  et  $A_{n-1}$ , nous faisons passer un  
arc de parabole ayant pour paramètre  $\frac{96\varepsilon}{p\lambda^2}$ , l'équation de  
cet arc de parabole, rapportée à  $A_1$  comme origine, à  $A_1$   
 $A_{n-1}$  comme axe des  $x$ , à la perpendiculaire dirigée vers  
le bas et partant de  $A$  comme axe des  $y$ , sera :

$$y = x (n'\lambda - x) \frac{p\lambda^2}{96\varepsilon},$$

et l'ordonnée correspondant à

$$x = r'\lambda$$

sera :

$$r'\lambda (n'\lambda - r'\lambda) \frac{p\lambda^2}{96\varepsilon}.$$

Il suit de là que tous les appuis  $A_1, A_2, \dots, A_{n-2}, A_{n-1}$ ,



se trouveront sur un même arc de parabole ayant  $\frac{96\varepsilon}{p\lambda^2}$  pour paramètre.

Reste à montrer que, dans le problème qui nous occupe, il est aussi exact de dire que tous ces appuis se trouvent sur un même arc de cercle que de dire qu'ils se trouvent sur un même arc de parabole.

Pour cela, par le point le plus bas de l'arc de parabole dont nous venons de parler, et par les points  $A_1$  et  $A_{n-1}$ , faisons passer un arc de cercle. Soit  $R$  le rayon de ce cercle. L'équation rapportée au point le plus bas, comme origine, à un axe des  $x$  horizontal, et à un axe des  $y$  vertical dirigé vers le haut, sera :

$$x^2 + y^2 = 2Ry,$$

et l'équation de l'arc de parabole défini ci-dessus sera rapportée aux mêmes axes que l'arc de cercle :

$$x^2 = \frac{96\varepsilon}{p\lambda^2} y.$$

Écrivons l'équation de l'arc de cercle un peu différemment :

$$x^2 \left( 1 + \frac{y^2}{x^2} \right) = 2Ry.$$

La plus grande valeur de  $\frac{y}{x}$  représente la tangente trigonométrique de l'angle qui fait avec l'axe horizontal des  $x$  la droite qui joint le point  $A_{n-1}$  au point pris pour origine actuelle des coordonnées. Cet angle est du même ordre de grandeur que les angles que font avec l'horizontale les tangentes menées aux différents points de la pièce élastique considérée. Or, si l'on veut bien se reporter à la note pré-

citée, on constatera que l'analyse de M. Lamarle se base sur une équation de la forme :

$$\varepsilon \frac{d^2y}{dx^2} = M,$$

M désignant, d'une manière générale, et pour une section quelconque de la pièce, le moment des forces extérieures. Cette équation est une forme moins rigoureuse, mais démontrée suffisamment exacte pour tous les besoins de la pratique, d'une équation de la forme :

$$\frac{\varepsilon}{\rho} = M,$$

dans laquelle  $\rho$  désigne le rayon de courbure de l'axe de la pièce dans la section qui correspond au moment M. La valeur exacte de  $\rho$  est :

$$\rho = \pm \frac{\left[ 1 + \left( \frac{dy}{dx} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}},$$

La substitution de l'équation :

$$\frac{\varepsilon d^2y}{dx^2} = M$$

à l'équation plus rigoureuse :

$$\frac{\varepsilon}{\rho} = M,$$

revient donc à regarder  $\left( \frac{dy}{dx} \right)^2$  comme négligeable devant l'unité.

L'analyse de M. Lamarle et par conséquent les formules auxquelles il est arrivé ne sont donc applicables que dans les cas où les angles que font avec l'horizontale les tangentes aux différents points de la pièce élastique fléchie sont tous assez petits pour que le carré de la tangente trigonométrique du plus grand de ces angles soit négligeable devant l'unité.

Dans tous les cas où les formules de M. Lamarle seront applicables, nous pourrons donc, en conservant le même degré d'approximation, négliger  $\frac{y^2}{x^2}$  devant l'unité et prendre pour équation de l'arc de cercle qui passe par  $A_1$ ,  $A_{n-1}$ , et par le point le plus bas de l'arc de parabole :

$$x^2 = 2Ry.$$

Cette équation de l'arc de cercle, comparée à l'équation :

$$x^2 = \frac{96\varepsilon}{p\lambda^2} y$$

de l'arc de parabole, montre que les deux arcs se confondront sensiblement entre les points  $A_1$  et  $A_{n-1}$ , et qu'on peut, sans rien changer au degré d'approximation qui a servi à établir les formules que nous avons prises pour point de départ, substituer à l'arc de parabole dont le paramètre est  $\frac{96\varepsilon}{p\lambda^2}$ , un arc de cercle dont le rayon est :

$$R = \frac{48\varepsilon}{p\lambda^2}.$$

Ainsi se trouve dégagée des formules établies par M. Lamarle la proposition nouvelle qui fait l'objet de notre travail.

—

Démontrons maintenant cette même proposition par l'autre voie, plus nouvelle et plus directe, à laquelle nous avons fait allusion ci-dessus, et ne passons plus par l'intermédiaire de formules qui contiennent déjà cette proposition implicitement.

Pour ne pas remonter inutilement trop haut, en refaisant ici des raisonnements présents à l'esprit de tout le monde, nous supposerons d'emblée connus et nous prendrons comme point de départ les résultats relatifs à un cas très-simple, traité dans tous les cours de stabilité, nous voulons parler du cas d'une pièce prismatique encastree horizontalement sur deux appuis de niveau et chargée d'un poids uniformément réparti sur toute sa longueur. On sait que, sous l'action de la charge, une semblable pièce, primitivement droite, fléchira en affectant une forme dans laquelle on pourra distinguer trois portions d'arc, se raccordant en deux points d'inflexion, placés symétriquement de part et d'autre du milieu de la pièce, et qui seront distants l'un de l'autre de  $\frac{\lambda}{\sqrt{3}}$ , si  $\lambda$  est la distance comprise entre les deux appuis. Les deux arcs extrêmes, compris respectivement entre un appui et le point d'inflexion le plus voisin, auront leur convexité tournée vers le haut; l'arc moyen, compris entre les deux points d'inflexion, aura sa convexité tournée vers le bas. Cet arc sera absolument, sous tous les rapports, dans le cas d'une pièce, de longueur  $\frac{\lambda}{\sqrt{3}}$ , reposant librement sur deux appuis, et chargée d'un poids uniformément réparti sur toute sa longueur. Chacun des deux arcs extrêmes sera dans le cas d'une pièce de longueur

$$\frac{\lambda}{2} \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right),$$

encastrée horizontalement, par une de ses extrémités, sur l'appui, chargée d'un poids uniformément réparti sur toute sa longueur, et tenant, en outre, suspendu à son extrémité libre un poids égal à la moitié du poids de l'arc moyen.

La fatigue maxima pour l'arc moyen (c'est évidemment toujours de la fatigue due aux *moments* des forces extérieures et non de la fatigue due aux *efforts tranchants* que nous parlons) se trouvera au milieu de cet arc et ira en décroissant jusqu'aux deux points d'inflexion, où elle sera nulle. Si  $\rho$  est le rayon de courbure de l'axe neutre correspondant au milieu de l'arc moyen, et  $\varepsilon$  le moment d'élasticité de la pièce, le moment des forces intérieures sera représenté par  $\frac{\varepsilon}{\rho}$ , et l'on aura, en égalant le moment des forces intérieures au moment des forces extérieures, la relation :

$$\frac{\varepsilon}{\rho} = \frac{pi^2}{24}.$$

Pour chacun des deux arcs extrêmes, la fatigue maxima aura lieu sur l'appui, et de là ira également en décroissant, de façon à devenir nulle aux points d'inflexion. Si  $\rho'$  est le rayon de courbure de l'axe neutre correspondant aux appuis, on aura de même  $\frac{\varepsilon}{\rho'}$ , pour le moment des forces intérieures au droit de ces appuis, et l'égalité du moment des forces intérieures et du moment des forces extérieures donnera cette seconde relation :

$$\frac{\varepsilon}{\rho'} = \frac{pi^2}{12}.$$

Le milieu de la pièce ne présente donc, au point de vue

de la fatigue, qu'un maximum relatif : c'est sur les appuis que se trouve le maximum absolu, et ce maximum absolu est le double du maximum relatif. En d'autres termes, et si nous considérons maintenant la forme de la pièce fléchie au lieu de considérer la grandeur des moments fléchissants, nous pourrions dire que, de tous les rayons de courbure des différents points de la pièce, le plus petit  $\rho'$  correspondra aux deux appuis, qu'il ira en grandissant à mesure qu'on se rapprochera des points d'inflexion, qu'aux points d'inflexion il n'y aura plus de courbure du tout, ce qu'on peut exprimer en disant que les rayons de courbure y seront infinis, qu'en continuant à marcher des points d'inflexion vers le milieu de la pièce, les rayons de courbure recommenceront à décroître progressivement jusqu'à atteindre, précisément au milieu de la pièce, un nouveau minimum relatif  $\rho$ , qui sera cependant encore le double du minimum absolu  $\rho'$ . Le centre de courbure est d'ailleurs vers le bas pour tous les points des deux arcs extrêmes et vers le haut pour tous les points de l'arc moyen.

Imaginons maintenant qu'au lieu d'une travée encastree comme on se le représente généralement, c'est-à-dire au moyen de prolongements de la pièce dans des maçonneries fixes forçant les bouts de la pièce à prendre telle ou telle inclinaison donnée d'avance, nous prenions une pièce n'ayant que la longueur strictement voulue pour reposer librement, à ses deux extrémités, sur deux appuis, mais qu'à chacune des deux sections extrêmes nous produisions, n'importe par quel moyen, un couple extérieur précisément identique en intensité et en direction au moment des forces qui se produisent réellement dans ces deux sections extrêmes lorsque l'encastrement a lieu par la manière ordinaire. Rien entre les deux appuis ne sera

changé dans la pièce, qui, s'il nous est permis de parler ainsi, ne pourra pas s'apercevoir du changement. Nous nous donnions les directions des deux bouts, et nous en déduisions les moments extrêmes; nous nous donnons les moments extrêmes, et nous pouvons en déduire les directions des deux bouts; mais moments extrêmes et directions des deux bouts, rien n'a changé.

Pour appliquer ce que nous venons de dire à la pièce prismatique uniformément chargée et encastrée horizontalement à ses deux bouts, substituons à cette pièce une pièce semblable reposant librement à ses deux extrémités sur deux appuis, mais ayant, comme forces sollicitantes extérieures, non plus seulement la charge uniformément répartie, mais, en outre, à chaque section extrême, un couple, d'intensité  $\frac{p\lambda^2}{12}$ , dirigé de façon que, si ces deux couples agissaient seuls sur la pièce supposée non chargée, ils donneraient à celle-ci la forme d'un arc de cercle dont les rayons  $\rho'$ , tous égaux à  $\frac{12\varepsilon}{p\lambda^2}$ , auraient leur centre commun dirigé vers le bas.

Imaginons encore que nous mettions à la suite les unes des autres une série d'un nombre quelconque, aussi grand qu'on voudra, de travées semblables, et puis, par la pensée, supprimons tous les couples extérieurs  $\frac{p\lambda^2}{12}$ , à l'exception des deux extrêmes, mais en même temps substituons à la série de tronçons une pièce unique et continue reposant sur tous les appuis à la fois. Cette pièce unique sera évidemment en équilibre sous l'action de la charge uniformément répartie et des deux couples extérieurs extrêmes  $\frac{p\lambda^2}{12}$ , et chacune des travées comprises entre deux appuis successifs sera dans les mêmes conditions de forme et de fatigue que la travée unique dont nous avons rappelé les propriétés principales tout à l'heure.

Imaginons enfin que, la pièce étant dans l'état que nous venons de définir, nous appliquions à chacune des deux sections extrêmes, tout en y laissant le premier couple  $\frac{p\lambda^2}{12}$ , un second couple d'intensité  $\frac{\varepsilon}{R}$ , dirigé de façon que si les deux couples  $\frac{\varepsilon}{R}$  agissaient seuls sur la pièce non chargée et n'ayant comme appuis que les deux appuis extrêmes, la pièce fléchirait en affectant la forme d'un arc de cercle de rayon  $R$  dont le centre serait placé vers le haut, et imaginons, en même temps, que, laissant les deux appuis extrêmes seuls en place, nous fassions baisser tous les appuis intermédiaires, chacun de la quantité voulue pour que tous ces appuis se trouvent, après la modification effectuée, précisément sur l'arc de cercle de rayon  $R$  dont nous venons de parler.

Qu'arrivera-t-il ?

Les deux couples  $\frac{\varepsilon}{R}$  par eux-mêmes ne peuvent donner lieu à aucune action de la part de la pièce sur les différents appuis; car, la pièce étant dans son nouvel état d'équilibre, si nous enlevons la charge et les deux couples  $\frac{p\lambda^2}{12}$ , en ne laissant, comme forces extérieures, que les deux couples  $\frac{\varepsilon}{R}$ , tous les points de la pièce, primitivement en contact avec les appuis, resteront d'eux-mêmes à leurs places primitives, c'est-à-dire en contact avec les appuis, mais sans plus exercer aucun effort sur ceux-ci. Ce seront donc les appuis cette fois qui, au point de vue des pressions qu'ils ont à supporter, ne s'apercevront d'aucun changement, lorsque nous aurons modifié la forme et l'état d'équilibre de la pièce par l'adjonction des deux couples  $\frac{\varepsilon}{R}$ .

Cette remarque va nous être d'un grand secours. Il en résulte, en effet, immédiatement que, *pour avoir le moment des forces extérieures par rapport à l'une quelconque*



des sections de la pièce dans son nouvel état d'équilibre, il suffira de prendre le moment primitif et d'y ajouter ou d'en retrancher le moment  $\frac{\varepsilon}{R}$ , selon que ces deux moments sont de même sens ou du sens contraire.

Cela est vrai quel que soit  $R$ ; mais il va de soi que, puisqu'il s'agit ici d'une pièce fléchissante pour laquelle évidemment les déformations doivent toujours rester très-faibles, il faut se représenter, par la pensée, toujours aussi  $R$  très-grand par rapport à  $\lambda$ . Nous pouvons d'ailleurs fixer à  $R$  une limite précise, et cela par la considération que la grandeur absolue de  $\frac{\varepsilon}{R}$  doit rester toujours moindre que  $\frac{p\lambda^2}{12}$ . Il est donc convenu que nous supposons toujours implicitement

$$R > \frac{12\varepsilon}{p\lambda^2}.$$

Cette réserve faite, examinons la manière dont la forme de la pièce se modifiera en même temps que les moments fléchissants, et pour cela prenons une demi-travée quelconque dans son premier état et distinguons-y trois parties : la première, tout entière sur l'arc qui tourne sa convexité vers le haut et comprise entre l'appui et le point de cet arc où le moment fléchissant est précisément égal à  $\frac{\varepsilon}{R}$ ; la deuxième, également sur l'arc qui tourne sa convexité vers le haut, comprise entre le point précédent et le point d'inflexion; la troisième, comprise entre le point d'inflexion et le milieu de l'arc qui tourne sa convexité vers le bas. Par l'introduction des couples extérieurs  $\frac{\varepsilon}{R}$  et l'abaissement correspondant des supports, la valeur absolue du moment fléchissant en un point quelconque de la pièce deviendra :

Pour la première partie, ce qu'elle était d'abord *moins*  $\frac{\varepsilon}{R}$  ;

Pour la seconde partie,  $\frac{\varepsilon}{R}$  moins ce qu'elle était d'abord;  
 Pour la troisième partie, ce qu'elle était d'abord plus  $\frac{\varepsilon}{R}$ .

Pour le point de l'arc, primitivement convexe vers le haut, pour lequel le moment était  $\frac{\varepsilon}{R}$ , le nouveau moment fléchissant sera nul : ce point sera devenu le nouveau point d'inflexion. En revanche, l'ancien point d'inflexion aura maintenant un moment fléchissant  $\frac{\varepsilon}{R}$  et fera partie du nouvel arc tournant sa convexité vers le bas. En résumé, chaque travée, dans sa nouvelle forme, se composera encore de deux portions d'arcs convexes vers le haut se raccordant en deux points d'inflexion à un arc intermédiaire qui tournera sa convexité vers le bas, et cela quel que soit R. Seulement, à mesure que R diminuera en se rapprochant de sa limite  $\frac{12\varepsilon}{p\lambda^2}$ , les points d'inflexion se déplaceront sur la pièce en se rapprochant des appuis; les arcs convexes vers le haut diminueront de longueur, s'aplatiront et se défatigueront, pendant que les arcs convexes vers le bas s'allongeront et verront leur courbure et leur fatigue s'accroître de plus en plus. A la limite, lorsque R aura atteint  $\frac{12\varepsilon}{p\lambda^2}$ , les points d'inflexion auront atteint les appuis; il n'y aura plus d'arcs convexes vers le haut, et la pièce ne présentera plus qu'une suite d'arcs tous convexes vers le bas, la fatigue étant d'ailleurs nulle sur chaque appui, et atteignant le maximum  $\frac{p\lambda^2}{8}$  au milieu de chaque travée.

Mais dans ce double mouvement continu en sens inverse dans lequel la fatigue sur les appuis, d'abord double de la fatigue au milieu des travées, peut finir par s'annuler, pendant que la fatigue au milieu des travées peut finir par atteindre la valeur  $\frac{p\lambda^2}{8}$ , il y aura un moment où ces deux fatigues se trouveront être précisément égales.

Parmi l'infinité de valeurs qu'on peut donner à R, il en est donc une qui donnera à la pièce la même fatigue sur les appuis et au milieu des intervalles des appuis, et réduira, par conséquent, la fatigue maxima de la pièce à un minimum. Cette valeur de R sera entre toutes la plus avantageuse à la résistance. Pour l'avoir, il suffira de poser l'égalité

$$\frac{1}{\rho'} - \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} + \frac{1}{R},$$

et comme, d'après ce que nous avons rappelé ci-dessus,

$$\rho = 2\rho',$$

la valeur de R sera donnée par l'égalité

$$R = 4\rho';$$

ou, en substituant à  $\rho'$  sa valeur  $\frac{12\varepsilon}{p\lambda^2}$ , par l'égalité

$$R = \frac{48\varepsilon}{p\lambda^2}.$$

Les deux couples  $\frac{\varepsilon}{R}$  que nous avons introduits aux sections extrêmes de la pièce auront ainsi pour valeur

$$\frac{p\lambda^2}{48},$$

ce qui donnera, pour le couple total  $\frac{p\lambda^2}{12} = \frac{\varepsilon}{R}$ , qui agit sur chacune des deux sections extrêmes, la valeur

$$\frac{p\lambda^2}{16},$$

qui sera évidemment aussi la valeur du moment fléchissant au droit de tous les appuis et au milieu des intervalles qui séparent deux appuis successifs quelconques.

Nous retombons ainsi, pour ainsi dire sans calcul aucun et en n'ayant pris pour point de départ que des propriétés parfaitement connues et qui figurent dans tous les cours de stabilité, sur la proposition nouvelle que nous avons tout à l'heure dégagée des formules établies par M. Lamarle et qui, à première vue, semblait ne pouvoir être démontrée qu'à l'aide de calculs assez laborieux.

Quant à la position précise des nouveaux points d'inflexion, elle se déduira on ne peut plus aisément de cette considération déjà énoncée, que les arcs tournant leur convexité vers le bas sont identiquement dans le cas d'arcs uniformément chargés et librement suspendus à leurs deux bouts, lesquels ne sont autres que les deux points d'inflexion. En nommant  $l$  le nouvel intervalle de deux points d'inflexion d'une même travée, le moment, au milieu de l'arc convexe vers le bas, sera

$$\frac{pl^2}{8},$$

et comme ce moment a également pour valeur

$$\frac{p_i^2}{16},$$

il en résulte immédiatement

$$l = \frac{\lambda}{\sqrt{2}}.$$

La distance qui, dans le cas d'appuis de niveau et équidis-

tants avec encastrement horizontal aux deux bouts, était  $\frac{\lambda}{\sqrt{3}}$ , sera donc, dans la disposition nouvelle,  $\frac{\lambda}{\sqrt{2}}$ .

Il nous reste à dire quelques mots relatifs aux deux bouts de la pièce. Dans ce qui précède nous avons supposé qu'aux deux sections extrêmes nous pouvions produire (n'importe par quel moyen, disions-nous) des couples extérieurs, dirigés de façon que, s'ils agissaient seuls sur la pièce non chargée, ils courberaient celle-ci avec sa convexité tournée vers le haut. Rien n'est plus simple que de produire pratiquement ce résultat, à chaque bout de la pièce, au moyen d'un prolongement convenable de cette pièce et d'un appui supplémentaire placé à l'extrémité de ce prolongement; et ce que nous disons est vrai, quelle que soit la valeur prise pour R et la valeur correspondante  $\frac{p\lambda^2}{12} - \frac{\varepsilon}{R}$  du couple extérieur total. Pour le faire voir, considérons le dernier appui, que nous désignerons par  $A_{n-1}$ ; ajoutons, par la pensée, à la suite des travées existantes, une nouvelle travée  $A_{n-1}B$ , de longueur  $\lambda$ , identique à toutes les précédentes, prolongeant la pièce, et munie à sa section extrême B du couple extérieur qui agissait dans la section correspondant à l'appui  $A_{n-1}$ , lequel devient maintenant un appui intermédiaire. Le point B se trouvera sur l'arc de cercle de rayon R. Fixons sur cette travée la position des deux points d'inflexion  $I_1$  et  $I_2$ ,  $I_2$  étant le point d'inflexion le plus voisin de B. Ces points ne seront généralement plus sur l'arc de cercle, mais à une certaine distance en dessous. Supprimons maintenant toute la portion de pièce  $I_2B$ , mais en même temps plaçons au point  $I_2$  un nouvel appui  $A_n$  capable de supporter le poids de la moitié de l'arc convexe vers le bas  $I_1I_2$ . La partie de la pièce que nous conservons ne sera pas modifiée par la suppression du tronçon  $I_2B$ , et la portion de pièce  $A_{n-1}A_n$

produira sur la partie de la pièce située à gauche de  $A_{n-1}$  précisément l'effet du couple extérieur  $\frac{p\lambda^2}{12} - \frac{\varepsilon}{R}$  que nous avons d'abord fait agir directement sur la section  $A_{n-1}$ . Les appuis successifs qui se trouvaient sur un même arc de cercle de rayon  $R$  étant  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{n-1}$ , il suffira donc de placer à gauche de  $A_1$  et à droite de  $A_{n-1}$  deux nouveaux appuis  $A_0$  et  $A_n$ , qui devront coïncider avec les deux points d'inflexion respectivement les plus éloignés de  $A_1$  et de  $A_{n-1}$  de deux nouvelles travées imaginaires, identiques aux travées de longueur  $\lambda$ , et qui seraient placées, respectivement aussi, à gauche de  $A_1$ , et à droite de  $A_{n-1}$ , puis de prolonger de part et d'autre la pièce chargée de la longueur  $A_0 A_1$  ou  $A_{n-1} A_n$ , et de laisser les deux bouts de la pièce allongée reposer librement sur les deux nouveaux appuis extrêmes  $A_0$  et  $A_n$ .

Dans les deux cas particuliers que nous avons examinés tantôt, à savoir celui pour lequel  $R = \infty$  et celui pour lequel  $R = \frac{48\varepsilon}{p\lambda^2}$ , la longueur des deux travées extrêmes devra être respectivement, d'après ce que nous avons dit de la position des points d'inflexion,

$$\frac{\lambda}{2} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{5}} \right) \text{ et } \frac{\lambda}{2} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right).$$

Dans le cas de  $R = \infty$ , la quantité dont les appuis  $A_0$  et  $A_n$  devront se trouver en contre-bas de la droite  $A_1 A_{n-1}$  est fort aisée à trouver, puisqu'elle n'est autre chose que la flèche produite dans la portion de pièce de longueur  $\frac{\lambda}{2} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{5}} \right)$ , encastrée horizontalement à l'une de ses extrémités, chargée uniformément du poids  $p$  par mètre courant, et tenant, en outre, suspendu à son autre extrémité un poids égal au poids de la moitié de l'arc de longueur

$\frac{\lambda}{\sqrt{3}}$ . La formule donnant la valeur d'une semblable flèche se trouve dans tous les cours de stabilité, et, en s'appliquant, on trouverait que la quantité cherchée a pour valeur  $\frac{p\lambda n}{864\epsilon}$ .

Dans le cas de  $R = \frac{48\epsilon}{p\lambda^2}$ , un calcul tout à fait analogue conduirait à ce résultat que, dans une travée quelconque, les deux points d'inflexion se trouvent à la distance  $\frac{p\lambda^4}{512\epsilon}$  au-dessous de la droite qui joint les deux bouts de cette travée, et que, par conséquent, c'est également de  $\frac{p\lambda^4}{512\epsilon}$  que les deux appuis extrêmes  $A_0$  et  $A_n$  devront se trouver respectivement en contre-bas des cordes de longueur  $\lambda$  qui se trouveraient elles-mêmes respectivement à gauche de  $A_1$  et à droite de  $A_{n-1}$  sur le cercle de rayon  $\frac{48\epsilon}{p\lambda^2}$ .

#### ÉLECTIONS.

La classe des sciences avait fait des pertes nombreuses depuis les élections qui ont eu lieu l'année dernière à la même époque; elle avait à nommer cinq membres, dont deux dans la section des sciences physiques et mathématiques, en remplacement de MM. Delvaux et Timmermans, et trois dans la section des sciences naturelles, en remplacement de MM. Sauveur, Cantraine et Kickx. Les suffrages ont désigné successivement les savants suivants, qui participaient déjà aux travaux de l'Académie à titre de correspondant ou d'associé (1).

---

(1) Le titre d'associé ne peut appartenir qu'à des savants étrangers à la Belgique, comme celui de membre ou de correspondant n'appartient qu'à des Belges. C'est donc par suite de la naturalisation de M. Spring que ses collègues, à l'unanimité, l'ont proclamé membre.

*Section des sciences mathématiques et physiques :*

M. MAUS, ingénieur en chef de première classe du corps des ponts et chaussées, à Mons.

M. GLOSENER, professeur émérite à l'Université de Liège.

*Section des sciences naturelles :*

M. SPRING, professeur ordinaire à l'Université de Liège.

M. CANDÈZE, docteur en médecine, à Liège.

M. COEMANS, vicaire à Gand.

La classe a nommé de plus quatre associés.

*Section des sciences mathématiques et physiques :*

M. HANSEN, directeur de l'Observatoire de Gotha.

M. KEKULÉ, professeur ordinaire à l'Université de Gand.

*Section des sciences naturelles :*

M. JAMES D. DANA, à New-Haven, aux États-Unis.

M. AD. BRONGNIART, membre de l'Institut de France et professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

La classe s'est occupée ensuite des différentes dispositions à prendre pour la séance publique du lendemain.





*Séance publique du 16 décembre 1864.*

M. le général NERENBURGER, vice-directeur, occupe le fauteuil.

M. GACHARD, directeur de la classe des lettres, et M. ALVIN, vice-directeur de la classe des beaux-arts, prennent place au bureau.

Sont présents :

MM. d'Omalius d'Halloy, Wesmael, Stas, De Koninck, Van Beneden, Ad. de Vaux, de Selys-Longchamps, le vicomte B. du Bus, Nyst, Gluge, Melsens, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, *membres*; Schwann, Spring, Lamarle, *associés*; Candèze, Maus, Donny, Morren, *correspondants*.

Assistent à la séance :

*Classe des lettres* : MM. Paul Devaux, Leclercq, Faider, Arendt, le baron Kervyn de Lettenhove, *membres*; le général Guillaume, *correspondant*.

*Classe des beaux-arts* : MM. Navez, Éd. Fétis, De Buscher et Franck, *membres*.

L'ordre du jour de la séance avait été arrêté, dans la réunion de la veille, de la manière suivante :

1° *Les hommes d'Engis et les hommes de Chauvaux*, notice par M. Spring, membre de l'Académie;

2° *Sur la composition chimique des aciers*, rapport de M. Stas, sur la question inscrite au programme du concours annuel;

3° *Rapport du jury chargé de décerner le prix quinquennal des sciences physiques et mathématiques*; M. de Koninck, membre de l'Académie, rapporteur;

4° Proclamation des résultats du concours et des élections faites par la classe.

---

*Les hommes d'Engis et les hommes de Chauvaux*, par  
M. A. Spring, membre de l'Académie.

Au début, lorsqu'on a commencé à explorer avec méthode les divers terrains qui composent l'enveloppe solide de notre globe, on inclinait généralement à croire que des catastrophes solennelles, immenses, avaient successivement détruit tout ce qui existait et vivait à la surface.

Au bout de périodes plus ou moins longues, croyait-on, le feu souterrain serait venu itérativement mettre en fusion les masses solides, et plus tard, des mers soulevées soudainement auraient, d'époque en époque, englouti tout ce qui sentait ou respirait. Depuis la faune silurienne et depuis la flore houillère jusqu'aux animaux et aux végétaux des époques postglaciaires, il y aurait eu ainsi des *créations successives*, au nombre d'environ vingt ou trente, chacune parfaitement indépendante, mais réalisant un progrès notable sur l'œuvre précédente. La création la plus récente aurait seule produit l'homme, le chef-d'œuvre de la nature.

On se représentait donc le créateur comme un artiste qui aurait pour ainsi dire fait école et qui ne serait parvenu à la perfection qu'après s'être essayé inutilement à plusieurs ébauches.

Cette singulière opinion semble cependant avoir perdu

tout crédit auprès de la plupart des géologues contemporains.

Au lieu de grandes convulsions marquant la fin de chaque période terrestre, ils sont disposés à admettre des transformations lentes et insensibles, surtout pour les temps tertiaires et quaternaires; au lieu de créations successives, ils inclinent, avec notre vénéré doyen, M. d'Omalius d'Halloy, en faveur d'une transformation des anciennes espèces animales et végétales, avec addition, à chaque époque, d'un certain nombre d'espèces nouvelles.

En effet, on constata, à mesure que les études avancèrent, que chaque terrain est relié au terrain précédent par des passages insensibles, et que le principe formulé par Linné : *Natura non facit saltus*, trouve son application en géologie aussi bien qu'en botanique. On constata particulièrement que les faunes et les flores empiètent d'une époque sur l'autre, et que de nombreuses espèces avaient survécu après chaque prétendue catastrophe.

Pour le sujet que nous voulons traiter dans cette lecture, aucune transition n'offre plus d'intérêt que le passage qui s'est fait de l'âge tertiaire à l'âge diluvial ou quaternaire. C'est le diluvium qui recèle les plus anciens vestiges de l'existence humaine, et la question se présente, dès lors, de savoir dans quels rapports l'homme s'est trouvé avec la faune et la flore tertiaires.

Malgré l'opinion soutenue par quelques-uns, nous n'avons aucun motif pour dater son origine de l'époque tertiaire même. Mais ce qui devient tous les jours plus probable, c'est que, dans son enfance, l'homme a connu encore des animaux de cette époque, des animaux simplement *survivants* et destinés à s'éteindre, mais caractéristiques. Il n'est pas absolument défendu de croire que les

premiers hommes aient encore connu les hideux et monstrueux reptiles dont les squelettes sont enfouis dans les systèmes créacé et jurassique : les mosasaures et les mégalosaires, les plésiosaures et les ichthyosaures, ainsi que le dragon volant, couvert d'écailles : le ptérodactyle (1).

Il y a dans les légendes des peuples primitifs une concordance et un cachet de sincérité qui nous empêchent de les dédaigner absolument. On sait le rôle important qu'y jouent les serpents monstrueux, les dragons, les pythons, les hydres insatiables. Partout les premiers temps se sont passés dans des luttes avec ces reptiles hideux ; les héros de ces luttes ont été célébrés par la bouche des poètes et vénérés à l'égal des dieux, et les monstres sont restés dans le souvenir des peuples comme l'expression vivante

(1) L'hypothèse qui admet, avec plus ou moins de probabilité, qu'une première race d'hommes se soit rencontrée avec des monstres survivants du temps tertiaire, la place nécessairement avant la période glaciaire qui, en Europe, a éteint tout ce qui vivait. Si cette hypothèse ne s'appuyait exclusivement que sur la légende, je conviendrais qu'elle serait trop hardie ; mais d'autres motifs viennent la soutenir. Sans parler de l'homme fossile de Denise près de Puy, qui semble avoir vécu en même temps que l'*Elephas meridionalis*, et avant l'extinction des volcans du centre de la France (voyez les notes de M. Aymard, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 1844, 1845 et 1847), je rappellerai que M. D. Desnoyers a rencontré, à Saint-Prest près de Chartres, dans le sable et le gravier stratifié, antérieur aux terrains de transport de la Seine et de la Somme, et renfermant aussi des restes de l'*Elephas meridionalis*, des ossements fossiles portant des incisions et d'autres marques qui paraissent avoir été faites à l'aide de couteaux de silex (Mém. réimprimé dans l'*Ancienneté de l'homme*, Appendice, p. 94). Or il semble bien établi que la faune à laquelle appartenait l'*Elephas meridionalis* était antérieure à la période glaciaire. Des empreintes du même caractère ont été rencontrées depuis sur des os du Val d'Arno, en Toscane.

du principe même du mal. Sans parler du serpent du Paradis, la terreur et la superstition leur ont fait rendre un culte dans Babylone, chez les Assyriens et les Parthes, dans l'Inde et en Égypte, chez les Scythes et chez les Chinois. Les vieux poèmes de la Germanie célèbrent les exploits de Siegfried, le tueur de dragons, qui a purgé les bords du Rhin et de la Meuse, et la légende scandinave nous raconte que le dieu Thor, au moyen d'un énorme hameçon dont la tête de bœuf formait l'amorce, a détruit le serpent gigantesque qui menaçait d'avalier le monde. Enfin, même dans la belle Grèce, Hercule a vaincu l'hydre de Lerne, et le mythe de Deucalion et Pyrrha nous enseigne que, lorsque Jupiter avait détruit le monde par l'eau, il naquit de l'océan de fange un serpent géant, le Python, *monstrum horrendum et informe*. Il vécut dans les grottes du mont Parnasse, où il fut tué de la main d'Apollon. Les jeux pythiques furent institués en commémoration de ce bienfait.

Les terrains quaternaires ou diluviens sont remarquables par les restes des grands mammifères qu'ils renferment. Ils correspondent, entre autres, à l'époque où l'Europe a été habitée par les mammouths et par d'autres éléphants, par les rhinocéros, les hippopotames, les ours, les hyènes et les lions des cavernes. A considérer la force et la taille de ces animaux, on comprend que les récits héroïques aient attribué la force et la taille de géants aux hommes qui ont eu à leur disputer le sol. Ai-je besoin de rappeler que les traditions de tous les peuples anciens parlent, en effet, d'une race de géants, de titans, de cyclopes et aussi de troglodytes ou habitants des cavernes?

Mon intention ne saurait être, messieurs, d'étaler sous

vos yeux les faits nombreux qui démontrent, en général, que l'homme a réellement existé à cette époque. Sir Charles Lyell vient de les grouper dans un ouvrage dont vous avez pris connaissance (1). Je parlerai donc seulement des faits qui appartiennent à la Belgique.

L'Académie se rappelle avec orgueil qu'un de ses membres, feu le docteur Schmerling, de Liège, a, l'un des premiers, affirmé que l'homme a été contemporain, sur le sol belge, des éléphants, des rhinocéros, des hyènes et des ours des cavernes (2). Elle se rappelle aussi l'hésitation avec laquelle l'importante découverte de Schmerling avait été accueillie dans le principe. Cette découverte allait

(1) *On the Geological Evidence of the Antiquity of Man*, etc. London, 1865. L'ouvrage a été traduit en français par M. Chaper, sous le titre : *L'Ancienneté de l'homme prouvée par la géologie*. Paris, 1864. Des *appendices*, suivis d'une réimpression de tous les travaux sur l'homme fossile en France, ont paru au mois de juin dernier, comme suite de la traduction française du livre de M. Ch. Lyell. — Un exposé général des découvertes relatives à ce sujet a été présenté aussi par M. Carl Vogt, dans un intéressant ouvrage intitulé : *Vorlesungen ueber den Menschen*, etc. Giessen, 1863, 2 vol. in-8°.

(2) *Recherches sur les ossements fossiles découverts dans les cavernes de la province de Liège*. Liège, 1855, in-4° avec atlas in-fol. — On connaissait déjà avant Schmerling des dépôts d'ossements humains dans des cavernes. Notre célèbre confrère cite lui-même les découvertes faites en 1828, dans le midi de la France, par MM. Tournal et Christol. Dans la caverne de Bize (Aude), M. Tournal avait trouvé des ossements et des dents d'homme mêlés à des fragments de poterie grossière, à des coquilles terrestres d'espèces encore vivantes et à des os de mammifères; les uns disparus, tels que les rennes, les autres existants encore (*Annales des sciences natur.*, 1828. t. XV, p. 548. *Ann. de chimie et de physique*, 1855, p. 161). M. Christol a trouvé dans la caverne de Pondres, près de Nîmes, des os humains dans la même boue que les os d'hyène et d'un rhinocéros éteint, ainsi que des fragments de poterie. (*Notice sur les ossements humains des cavernes du Gard*. Montpellier, 1829.)

à l'encontre de convictions généralement imposées par la plus grande autorité de l'époque : par Georges Cuvier. Il était d'ailleurs difficile de contrôler les faits. « Qu'on se figure Schmerling, dit le grand géologue anglais, cité tout à l'heure (1), allant, l'un jour après l'autre, se laisser glisser le long d'une corde attachée à un arbre, jusqu'au pied de la première ouverture de la caverne d'Engis, où se trouvèrent les crânes humains les mieux conservés; qu'on se le représente, ayant ainsi pénétré dans la première galerie souterraine, rampant ensuite à quatre pattes dans un étroit passage menant aux grandes chambres; là, surveillant à la lueur de torches, de semaine en semaine, et d'année en année, les ouvriers perçant la croûte stalagmitique aussi dure que du marbre, pour extraire au-dessous, pièce à pièce, la brèche osseuse presque aussi dure; restant pendant des heures les pieds dans la boue, la tête sous l'eau qui suintait des parois, afin de noter la position et prévenir la perte du moindre os isolé; et au bout de tout cela, après avoir trouvé le temps, la force, le courage d'exécuter toutes ces choses, voyant dans l'avenir, comme le fruit de son labeur, la publication mal accueillie des travaux d'un esprit luttant contre les préjugés du public scientifique et du public ignorant; qu'on se rappelle toutes ces circonstances, qu'on en tienne compte, et l'on n'osera plus s'étonner, non-seulement qu'un voyageur de passage ait négligé de s'arrêter pour contrôler la valeur des preuves qu'on lui donnait, mais même que les professeurs de l'université de Liège, vivant tout à côté, aient laissé écouler un quart de siècle avant d'entreprendre la défense de la

---

(1) *L'Ancienneté de l'homme*, etc., p. 71.

véracité de leur infatigable et clairvoyant compatriote. »

Actuellement le temps a fait son œuvre. Il a amorti les préjugés, et, en mettant au jour des découvertes analogues, il a préparé les esprits à s'ouvrir à la vérité. Les trouvailles faites par M. Boucher de Perthes dans le terrain de transport de la vallée de la Somme (1), et auxquelles on avait également opposé, pendant longtemps, des doutes ou un silence dédaigneux, ont contribué le plus, nous semble-t-il, à opérer ce résultat. Le bruit de l'enquête scientifique solennelle à laquelle la mâchoire de Moulin-Quignon a donné lieu récemment, retentit encore dans les journaux (2), et, comme pour forcer les convictions les plus rebelles, le sol même de Paris et de Londres a parlé (3).

(1) M. Boucher de Perthes a commencé, en 1841, à recueillir, dans le *diluvium* d'Abbeville, des instruments de silex mêlés à des os de mammoth, de rhinocéros, d'ours, d'hyène, etc. Il les a décrits sous le nom d'instruments *antédiluviens* dans son ouvrage intitulé : *Antiquités celtiques et antédiluviennes*. Paris, 1847, 2 vol. grand in-8°, avec planches. — Une découverte semblable a été faite plus tard à Saint-Acheul, par le docteur Rigollot, d'Amiens, qui avait d'abord fait opposition à M. Boucher de Perthes. Voyez son *Mémoire sur les instruments en silex trouvés à Saint-Acheul, près d'Amiens*, etc. Amiens, 1854, br. in-8°, avec cartes et planches.

(2) Toutes les pièces relatives à l'homme fossile de Moulin-Quignon sont reproduites dans le supplément joint à la traduction française de l'ouvrage de sir Ch. Lyell (*Appendice*, p. 57-94). On conviendra, du reste, avec M. d'Archiac, qu'il n'était nullement besoin de la découverte de cette mâchoire pour prouver la justesse des conclusions de M. de Perthes sur la coexistence de l'homme et des grands pachydermes.

(3) Depuis 1860, on découvre des instruments de silex non polis dans les graviers *inférieurs* ou diluviens des faubourgs de Paris, qui contiennent en même temps des os d'éléphant et d'autres mammifères. Les premiers silex ouvrés y ont été signalés par M. Hippolyte J. Gosse de Genève. M. Lartet en a trouvé ensuite à Clichy, et M. Peigné-Delacourt a extrait



Schmerling a rencontré des ossements humains dans deux cavernes : dans la caverne d'Engis et dans celle d'Engihoul, qui se trouve vis-à-vis de la première, sur l'autre rive de la Meuse. Ils y étaient dans des conditions à lui faire croire d'emblée qu'ils y avaient été ensevelis à la même époque et par les mêmes causes que les restes des races éteintes d'animaux.

Deux autres localités lui avaient donné des os humains, mais dans des conditions moins évidentes de contemporanéité avec les ours et les hyènes. Puis, toutes les cavernes à ossements des vallées de la Meuse, de la Vesdre et de l'Ourthe, recélaient des silex à forme régulière (1), ressemblant aux silex de la Somme, décrits et figurés depuis par M. Boucher de Perthes.

Dans la grotte de Chokier, il a rencontré au milieu de dents de rhinocéros un os taillé grossièrement et perforé obliquement; dans la caverne d'Engis, un os taillé en pointe; dans la caverne du Fond-de-Forêt, des portions de cornes et d'os ouvrés (2); enfin, dans la caverne sous le château de Logne, des fragments de bois de cerf taillés et des os de bœuf coupés (3).

une hachette du même type à Précy, près de Creil. M. Lyell admet que ces graviers correspondent aux niveaux inférieurs du bassin de la Somme (*loc. cit.* p. 156 et 159). — On trouve dans le bassin de la Tamise, sous la ville de Londres même, les restes des mêmes mammifères éteints et des instruments en silex, non polis, dont l'indication détaillée se trouve dans *Lyell*, (*loc. cit.*, p. 167 sv.)

(1) Ils avaient la forme de flèches et de couteaux. Voyez *Recherches*, etc., t. II, p. 176, tab. 56, fig. 10.

(2) *Recherches*, etc., tab. 56, fig. 9; tab. 56, fig. 7; tab. 52, fig. 4.

(3) Schmerling déclare cependant, sans dire ses raisons, que ces derniers objets appartiennent à une époque *très-récente* (*loc. cit.*, p. 59). Il ne se doutait évidemment pas encore de la valeur probante que les os taillés ont acquise depuis.

Le plus grand nombre d'ossements humains s'étaient rencontrés dans la caverne d'Engihoul, dont nous avons nous-même exploré, en 1855, en compagnie de plusieurs jeunes amis, un embranchement alors récemment ouvert, et qui, en 1860, sur nos indications, a reçu la visite de sir Charles Lyell et de M. Malaise, actuellement professeur à l'Institut de Gembloux (1).

Dans la caverne d'Engis qui, depuis, a entièrement disparu par l'exploitation du calcaire qui la formait, le docteur Schmerling a trouvé, entourés d'os d'éléphants, de rhinocéros et de grands carnassiers, les débris de trois individus humains, parmi lesquels deux crânes, dont l'un est assez complet pour se prêter à l'étude méthodique (2).

(1) La partie explorée par Schmerling n'existe plus. Elle avait donné des fragments de crânes humains, un fragment de mâchoire inférieure, une vertèbre lombaire, un fémur, quelques phalanges, des os du métacarpe et du métatarse (*Recherches*, etc., I. p. 54). — Lors de ma visite au nouvel embranchement, j'en ai retiré cinq têtes d'ours avec quantité d'autres os qui ont été remis au Musée paléontologique de l'université de Liège. Le chef de cuisine de feu le baron de Goër, propriétaire de la caverne, avait formé une riche collection d'os que j'ai souvent vue au château d'Engihoul. Je ne sais ce qu'elle est devenue depuis. Il s'y trouvait, entre autres, une mâchoire humaine, conservée à l'état complet. Voyez la note V de mon *Mémoire sur les ossements de Chauvaux* (BULLETINS DE L'ACAD. ROY., t. XX, n<sup>os</sup> 11 et 12). M. Malaise y a trouvé, en 1860, trois fragments d'un crâne humain et deux mâchoires inférieures intactes avec leurs dents; le tout associé aux os d'ours, de grands pachydermes et de ruminants. (*Bulletins de l'Acad. roy.*, 1860, t. X, p. 546). Il a eu tort cependant de mettre sur la même ligne (*loc. cit.*, p. 545), avec les silex ouvrés d'Engis et d'Amiens, les haches taillées et polies de Spiennes, qui sont évidemment de la période franque ou de l'époque normande.

(2) Ce crâne porte la désignation *Engis* n<sup>o</sup> 2, dans la collection de Schmerling, qui l'a décrit à la page 69 de ses *Recherches* et figuré à la planche 1, fig. 1-2. J'en ai fait faire, à la demande de sir Ch. Lyell, le moule en plâtre, dont des exemplaires ont été distribués aux principaux

Ce crâne, bien connu maintenant de tous ceux qui s'occupent de recherches sur les races antiques, est de dimension ordinaire et de forme allongée; il est remarquable par sa très-faible capacité frontale jointe à une grande capacité occipitale et par des orbites très-grandes avec faible concavité du bord orbitaire. Ce bord est séparé de celui du côté opposé par une dépression médiane dans la région du glabella. Les dents incisives sont très-grandes, mais insérées perpendiculairement (1). D'après les os de membres recueillis en même temps, Schmerling croyait pouvoir attribuer à ces hommes une taille moyenne de cinq pieds et demi environ.

Plusieurs anatomistes ont cherché à déterminer la race à laquelle les hommes d'Engis auraient appartenu. Schmerling lui-même les rapprochait dubitativement de la race éthiopienne (2). Il est cependant certain maintenant qu'ils n'ont rien du nègre de l'Afrique, si ce n'est le front fuyant.

MM. Busk et Huxley leur trouvent de l'analogie avec certaines races européennes actuelles; mais le dernier de

Musées de l'Europe. Une dent incisive détachée et les os de la mâchoire supérieure d'un autre individu, non adulte, ont été représentés par Schmerling, tab. I, fig. 5, 4 et 5.

(1) C'est le rapprochement que Schmerling a fait de ce crâne avec le crâne de l'Éthiopien qui a été probablement la cause que plusieurs auteurs lui attribuent des dents insérées obliquement. Je me suis assuré, au contraire, que leur insertion est *perpendiculaire*, de même que dans les mâchoires du château d'Engihoul et dans les mâchoires trouvées par M. Malaise. — L'étude magistrale du crâne d'Engis n° 2, a été faite par le professeur Huxley, dans *Evidence as to man's place in nature*. London, 1865, p. 120. Le rapport de la longueur à la largeur est comme 192 : 151. Sa hauteur est assez normale : 118 millim.

(2) *Recherches*, etc, t. I, p. 61.

ces anatomistes distingués insiste particulièrement sur ses affinités avec les races sauvages de l'Australie (1); et M. Carl Vogt pense que le crâne d'Engis tient le milieu entre l'Australien et le crâne de l'Esquimaux (2). Le professeur Huxley, M. C. Vogt et sir Ch. Lyell cherchent, en outre, à établir des rapports avec le célèbre crâne du Néanderthal, si bien décrit par le professeur Schaafhausen, à Bonn (5).

(1) *Evidence as to man's place, etc.*, p. 125. — Les observations de M. Huxley sont reproduites dans l'ouvrage de M. Lyell, trad. franç., p. 85.

(2) *Vorlesungen ueber den Menschen*, t. II, p. 75.

(5) *Zur Kenntniss der aeltesten Rassenschaedel*, in MUELLERS ARCHIV FÜR PHYSIOLOGIE, 1858, p. 458, tab. 18. — C'est le professeur Fuhlrott, à Elberfeld, qui a le mérite d'avoir reconnu comme ossements humains et d'avoir conservé à la science les os mis au jour en 1857 dans une grotte du Néanderthal, entre Düsseldorf et Elberfeld (*Verhandlungen des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande und Westphalens*. Bonn, 1857, n° 2). — M. Busk a accompagné sa traduction anglaise du mémoire de M. Schaafhausen, de *Remarques* qui doivent être recommandées à l'attention des crâniologistes (*Natural History Review*. London, 1861, avril, n° 2, p. 153). — Le crâne du Néanderthal, le plus bestial de tous les crânes humains connus, selon l'expression de MM. Schaafhausen et Busk, diffère entièrement du crâne d'Engis, d'après l'examen comparatif que nous en avons fait nous-même sur un moule en plâtre que M. Fuhlrott a bien voulu nous communiquer. Il en diffère surtout par un vaste développement des arcades sourcilières qui se touchent presque sur la ligne médiane et qui ont dû communiquer à l'individu une expression éminemment sauvage et menaçante, rappelant celle du gorille. Il est remarquable, en outre, par l'épaisseur extraordinaire de ses parois, par la brièveté de la suture sagittale et par le grand aplatissement des lobes cérébraux postérieurs. — Voyez aussi Huxley, *Evidence, etc.*, p. 127, sv. — MM. Busk et Huxley ont comparé aussi le crâne de Néanderthal avec un crâne trouvé dans le tumulus de Borreby, en Danemark. Je ferai remarquer, cependant, que le crâne de Borreby que j'ai vu à Copenhague est brachycéphale, et que le tumulus qui le recélait est d'une époque beaucoup plus récente. Dans

Pour ce qui en est de notre propre manière de voir, nous considérons comme stériles tous les efforts qu'on tenterait afin d'appliquer à ces très-anciens restes une étiquette moderne.

*L'homme d'Engis* doit être considéré comme une race à part, race troglodyte, ayant pour caractères distinctifs, outre le gisement géologique, d'être dolichocéphale et orthognathe, et pour répéter des indications déjà données, de présenter une faible capacité frontale avec une grande capacité occipitale, des orbites larges, des arcades sourcilières séparées, peu proéminentes et peu concaves, des dents incisives très-grandes et une stature moyenne; race contemporaine des grands mammifères éteints, et ne disposant pour armes et ustensiles que d'instruments de pierre, aiguisés par simple cassure, sans avoir connu l'art de les polir : c'est là tout ce que nous savons pour le moment.

La mâchoire de Moulin-Quignon répond assez bien à ces caractères (1), et il nous semble permis de considérer, en

ma conviction, l'homme du Néanderthal est encore sans analogue; il constitue une véritable énigme, tant au point de vue paléontologique qu'à celui de l'archéo-anthropologie; et aussi longtemps que cette énigme n'est pas éclaircie, il serait imprudent de s'en servir à l'appui de la doctrine du développement progressif. Il est remarquable, en tout cas, ainsi que le fait remarquer sir Ch. Lyell lui-même, que le crâne d'Engis, dont l'époque est incontestable, est, dans sa conformation, de beaucoup supérieur à celui du Néanderthal, dont l'époque est douteuse.

(1) M. Pruner-Bey se croit autorisé à considérer l'individu de Moulin-Quignon comme brachycéphale (*L'Ancienneté de l'homme, Appendice*, p. 82). J'avoue ne pas comprendre comment une pareille détermination serait possible d'après la seule inspection de la mâchoire inférieure. Pour ce qui me concerne, je lui trouve une étroite ressemblance avec les mâchoires d'Engis et d'Engihoul.

général, comme contemporains des hommes d'Engis, les tribus qui, dans les vallées de la Somme, de la Seine et de la Tamise, ainsi que dans les cavernes de l'Angleterre et de la France centrale et méridionale ont laissé des haches, des flèches, des couteaux et des ornements de pierre et d'os, enfouis dans le gravier inférieur et dans le limon, en même temps que les restes de mammoths, de rennes et de rhinocéros (1).

C'est avec la réserve que commande le sujet que j'ajoute la mention de restes humains trouvés dans le *loess*, aux environs de Maestricht (2).

(1) Voici, d'après l'ouvrage de sir Ch. Lyell, les stations où l'on a découvert, en Angleterre, des instruments de silex non polis, mêlés aux débris de mammifères éteints :

Caverne appelée *Kents Hole*, près de Torquay (*L'Ancienneté de l'homme*, p. 101);

Caverne de *Brixham*, à six kilomètres de Torquay, dans le Devonshire (*Ibidem*);

*Bedford*, dans la vallée de l'Ouse (*Ib.*, p. 170);

*Hoarne*, dans le comté de Suffolk (*Ib.*, p. 175);

*Icklingham*, également en Suffolk (*Ib.*, p. 176);

Caverne de *Wells*, dans le Somerset-shire (*Ib.*, p. 177);

Cavernes de *Gower*, dans le Glamorgan-shire, Galles du Sud (*Ib.*, p. 179);

*Fisherton*, près Salisbury (*Ib.*, *Appendice*, p. 19).

Pour la France, la détermination des stations de la race dolichocéphale ancienne offre des difficultés très-grandes, parce que les mêmes lieux ont été fréquentés, évidemment, plus tard, par d'autres races dont les débris se sont mêlés à la première. Nous croyons cependant pouvoir y rapporter, outre les assises diluviennes de la *Picardie* et celles de *Clichy*, près Paris, celles de *Viry-Nouveau* (Aisne), puis la couche inférieure d'*Arcy-sur-Yonne*, décrite par le marquis de Vibraye (*Bulletin de la Soc. géolog. de France*, 1860; Lyell, *loc. cit.*, p. 158); enfin, s'il n'est réellement pas préglaciaire (voyez la note à la page 481), le tuf volcanique de *Denise* près du Puy, en Velay, qui a acquis une si grande célébrité au congrès scientifique qui a eu lieu au Puy en 1856 (Lyell, p. 201).

(2) En novembre 1860, M. de Binckhorst, de Maestricht, a bien voulu

Ces rapprochements faits, on nous demandera, sans doute, d'où les hommes d'Engis étaient venus? S'ils étaient aborigènes? s'ils descendaient de la race *préglaciaire* encore problématique, des tueurs de dragons et de mosasaures? ou, enfin, s'ils avaient immigré dans les régions de la Meuse actuelle?

On comprendra qu'il est difficile de répondre à ces questions autrement que par des conjectures.

Je suis frappé d'un fait. Le sol de l'Allemagne, si bien exploré cependant dans tous les sens, n'a pas fourni une

soumettre à mon examen des ossements humains, trouvés, selon lui, dans le *loess*. Ils appartenait à une race dolichocéphale. Les arcades sourcilières étaient très-fortes et rapprochées de la ligne médiane. Les orbites étaient grandes, ovales, obliques; le front bas et étroit; la suture coronale se trouvait de plusieurs centimètres plus en arrière que de coutume. La face était très-développée, et la mâchoire inférieure circoncrivait un espace très-large. Le menton était en pointe triangulaire et les dents incisives étaient insérées *obliquement*. — M. de Binckhorst m'a fourni en même temps l'occasion d'examiner l'os frontal décrit en 1856 par feu notre collègue le professeur Crahay (*Bull. de l'Acad.*, t. III, p. 45) et qui est la propriété de l'athénée de Maestricht. Ce frontal concordait d'une manière remarquable avec celui du crâne conservé par M. de Binckhorst. On se rappelle que les os décrits par Crahay avaient été déterrés, lors du creusement du canal de Maestricht à Hocht, entre 1815 et 1825, dans la colline de Caberg près du village de Smeermass, et qu'ils s'étaient trouvés au contact du loess et du gravier sous-jacent, dans un terrain non remanié. Une défense d'éléphant était située dans le même plan, à cinq mètres de distance horizontale. La mâchoire humaine décrite par Crahay est conservée dans le musée de Leyde. — C'est l'occasion de rappeler aussi la trouvaille faite, en 1825, par M. Ami Boué, d'ossements humains (sans crâne) dans les couches profondes du loess, à Lahr, Grand-Duché de Bade, presque en face de Strasbourg (*Ann. sciences natur.*, 1829, vol. XVIII; *Revue bibliographique*, p. 150, et *Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien*, 1852, t. VIII, p. 89. Voyez Ch. Lyell, *loc. cit.*, p. 555, note, et *Appendice*, p. 28).

seule station de l'homme diluvial (1), tandis que ces stations abondent à l'ouest, depuis la France méridionale jusqu'aux limites de l'Écosse. Serait-il téméraire de conclure de là, surtout en tenant compte en même temps de la configuration du sol, propre à l'époque postglaciaire, que l'homme n'a pas habité alors les pays situés au delà des limites actuelles du Rhin ? Et, en considérant ses traces depuis le val d'Arno et à travers les monts de l'Auvergne, n'est-il pas permis de croire que les hommes d'Engis ont immigré du Sud, en suivant les bords de la Méditerranée d'abord, les côtes élevées de la France centrale ensuite, les plateaux de l'Ardenne à la fin, et qu'ils se sont répandus de là sur les plaines de la Picardie et de l'Angleterre encore continentale !

Car, à l'époque où les hommes d'Engis hantaient les bords actuels de la Meuse et de l'Ourthe, l'Angleterre et l'Irlande n'étaient pas encore séparées du continent, et, selon la conjecture du professeur Forbes, la Tamise se jetait dans le Rhin. La Meuse elle-même n'avait pas adopté son lit actuel. Les volcans de l'Eifel n'étaient pas encore éteints; mais la période glaciaire était passée dans nos contrées (2); seulement l'Écosse et la Scandinavie étaient

(1) Des fossiles humains : un morceau de mâchoire inférieure et une omoplate ont été déjà rencontrés, il est vrai, par Esper, dans les fameuses cavernes de Geilenreuth, parmi des restes d'ours, si communs en cet endroit. Mais Rosenmueller, ayant visité ces cavernes quelques années après, y a reconnu des squelettes humains entiers; on peut dès lors considérer comme certain qu'ils n'appartenaient pas à la période diluviale.

(2) Les coupes de Bedford nous enseignent, selon sir Ch. Lyell (*l'Antiquité de l'homme*, p. 175), que les hommes qui ont façonné les anti-ques ustensiles de silex et les mammifères leurs contemporains étaient



encore couvertes de glaces et dans une condition semblable à celle où se trouve le Groenland aujourd'hui.

Les végétaux qui ornaient alors l'Europe centrale étaient bien différents de ceux de l'époque suivante et de la nôtre. Il n'y avait pas encore de chênes ni de hêtres. Les forêts étaient constituées par le pin d'Écosse, dont on trouve des dépôts immenses dans les tourbières du Danemark, ainsi que sur les côtes de la Normandie et de l'Angleterre, cachés ici sous les sables et les limons qu'y ont déposés depuis les mers modernes. L'étude des petites espèces végétales conservées dans les profondeurs de nos tourbières démontre qu'une même flore a régné depuis les Alpes jusqu'aux glaces du Nord (1). Pas de céréales encore, pas d'arbres à fruits, si ce n'est quelques baies sauvages. L'homme vivait de la chasse à l'aurochs, aux grands cerfs, aux rennes, à l'élan, et il disputait leur proie aux ours de cavernes, aux lions et aux hyènes.

Mais le temps s'avança. Les conditions du sol et de l'atmosphère subirent peu à peu des changements. La pé-

tous postglaciaires. MM. d'Archiac et C. Vogt sont également arrivés, chacun indépendamment de l'autre, à cette conclusion, que les hommes d'Amiens étaient postérieurs à l'époque des glaciers.

(1) M. Edward Forbes a le premier soutenu que la présence des mêmes espèces végétales sur des points si différents démontrait que, à une époque antérieure, des communications existaient entre ces points, et que peut-être la flore actuelle des Alpes, des Pyrénées et des Appenins, qui se retrouve aux sommets les plus élevés de l'Allemagne du Nord, de l'Angleterre et de l'Écosse, et concorde avec celle des régions polaires, avait été la flore dominante dans toute l'Europe avant le dernier bouleversement de sa géographie physique. La plupart des botanistes géographes semblent se rallier à cette opinion. Voyez entre autres un article inséré par M. le professeur Ruetimeyer, à Bâle, dans le *Jahrbuch des Schweizer Alpenclubs*, 1864; il porte le titre : *Die Bevoelkerung der Alpen*.

riode du diluvium rouge s'annonça. Les volcans de l'Eifel et ceux de l'Auvergne, déchirés dans de dernières convulsions, changèrent le niveau des terres environnantes(1). Plusieurs couches nouvelles de limon et de sable s'y déposèrent, et peu à peu la configuration du sol devint telle qu'elle est aujourd'hui. Les ruisseaux et les rivières qui avaient traversé la plupart des cavernes se retirèrent en y laissant le limon et la boue qui enveloppe les ossements et obstrue les fentes et les galeries.

L'existence devint de jour en jour plus difficile aux éléphants, aux ours et aux hommes. Ceux-ci abandonnèrent leurs stations et leurs lieux de rendez-vous, en y laissant les objets de leur industrie et, sauf quelques retardataires dans les îlots de montagnes où sont les cavernes, ils se retirèrent devant les flots qui menaçaient de les engloutir (2).

En même temps, les rhododendrons, les gentianes, les gnaphaliums et les autres fleurs des Alpes, dont la vue nous charme aujourd'hui comme des souvenirs d'enfance, toute la flore postglaciaire fuyait vers le voisinage des glaces qui recouvraient les hautes montagnes (3) ou se noyait dans les fonds des tourbières futures.

(1) D'après sir Ch. Lyell, ce sont les volcans de l'Eifel qui ont amené dans les Ardennes et le pays de Liège les grands bouleversements qui séparent cette époque de l'époque récente.

(2) La séparation entre la race dolichocephale et la race brachycéphale suivante est complète dans les vallées de la Meuse et de la Somme; elle semble avoir été moins complète dans le centre de la France, où les débris des deux races et des espèces animales correspondantes se confondent en plusieurs endroits. La France centrale aurait-elle fourni pendant un temps plus long un abri aux fuyards?

(3) C'est Wahlenberg (*de Vegetatione et climate in Helvetia septen-*

Les grands pachydermes moururent, faute de nourriture, et à leur suite les ours, les hyènes et les lions des cavernes. D'autres mammifères suivirent les végétaux dans leur émigration au Nord et sur les hautes montagnes.

Une nouvelle flore et une nouvelle faune, la flore et la faune actuelles, s'avancèrent des plateaux de l'Asie et achevèrent la dispersion des flores et faunes postglaciaires. Mais, pendant longtemps encore, il y eut des *survivants* mêlés aux *nouveaux venus*. Le renne, entre autres (1), le bœuf musqué, l'aurochs, l'élan et d'autres espèces, aujourd'hui septentrionales, continuèrent d'habiter le centre de l'Europe jusqu'à l'époque où les temps historiques commencèrent à poindre.

Il y eut une longue période de transition, période de misère et de rénovation, pendant laquelle l'Angleterre se détacha du continent, et toute l'Europe prit peu à peu sa configuration actuelle.

Une nouvelle race d'hommes parut.

Ce fut une race brachycéphale et orthognathe, de petite stature; une race du Nord.

En 1855, à pareil jour, j'eus l'honneur de rendre

*trionali etc., observatis et cum summi septentrionis comparatis tentamen.* Turici, 1815) qui a le premier fait voir que la flore des Alpes suisses se retrouve dans les montagnes de la Scandinavie, au Groenland, ainsi qu'aux côtes de la Laponie et de la Sibérie. Même l'île de Melville, entre 70° et 80° de lat. nord, possède encore une petite flore dont les représentants pour la plupart vivent aussi dans les Alpes suisses à 9000 et 10000 pieds d'altitude.

(1) Schmerling a retiré des bois de rennes par centaines, et il y en avait dans toutes les cavernes de la province de Liège. Le plus grand nombre en appartenait à une espèce actuellement éteinte (*Recherches*, etc., t. II, p. 151, tab. XXVII).

compte à l'Académie de l'exploration à laquelle je m'étais livré, avec l'assistance de notre savant confrère M. G. Dewalque, d'un dépôt d'ossements d'hommes et d'animaux dans la grotte de Chauvaux, province de Namur (1). J'avais reconnu alors que ces ossements se trouvaient dans des conditions entièrement différentes de celles où Schmerling avait rencontré les siens et qu'ils appartenaient à une époque postérieure au grand déluge. De là on a inféré qu'ils pouvaient être tout à fait modernes; on les a mis sur la même ligne que les ossements humains et les ustensiles enfouis dans les tourbières de la Flandre et dans les couches supérieures au diluvium du Hainaut et de la province de Namur.

Convenons tout de suite qu'en effet aucun *intervalle* ne semble avoir séparé le règne des hommes de Chauvaux de celui des peuples historiques qui sont venus, plus tard, les chasser devant eux et qui les ont en partie exterminés; mais affirmons en même temps qu'il n'y a pas eu de confusion entre les premiers, qui étaient de race brachycéphale et les seconds qui sont tous de race dolichocéphale. Affirmons, en outre, que pendant de longs siècles peut-être le sol a été possédé exclusivement par les hommes de Chauvaux. Ils marquent une période à part dont les vestiges se retrouvent ailleurs.

En effet, la découverte des ossements de Chauvaux est devenue, je ne dirai pas le point de départ, mais le précurseur de découvertes analogues sur différents points de

(1) *Sur des Ossements humains découverts dans une caverne de la province de Namur.* (BULLETINS DE L'ACADÉMIE, t. XX, nos 11 et 12.) — Je crois inutile de rappeler ici plus en détail les particularités de ce gisement.

l'Europe; elle a reçu de ces dernières une autorité qui lui assure définitivement son rang dans les recherches, si ardemment poursuivies de nos jours, sur l'antiquité de l'homme.

Sur les côtes du Jutland, des îles danoises et de la Suède, il existe d'immenses dépôts d'écaillés d'huîtres et d'autres mollusques comestibles, renfermant en outre des ossements brisés d'animaux de chasse, des os d'oiseaux et de poissons, ainsi que des haches et autres instruments de silex. On avait, depuis longtemps, signalé ces dépôts comme une simple curiosité géologique, et on en avait enlevé des milliers de charges de chevaux pour couvrir les chemins, avant que l'idée de leur origine fût venue à personne. Le mérite d'y avoir reconnu des amas de déchets de cuisine, des *Kjökkenmöddinger*, provenant d'un ancien peuple qui, à la manière de certaines tribus sauvages actuelles de l'Amérique et de l'Australie, avait vécu de chasse et de pêche, ce mérite appartient aux efforts réunis de MM. Steenstrup, Worsæ et Forchhammer (1).

Du fond des tourbières et des plus anciens tumulus du Danemark, que les antiquaires du pays considèrent comme contemporains des *Kjökkenmöddinger*, on a extrait des crânes humains dont, grâce à l'obligeance de MM. Worsæ et Thomsen, j'ai pu moi-même comparer un grand nombre. Ces crânes sont petits et ronds, et remarquables surtout par une proéminence considérable des arcades sourcilières. Ils sont assez conformes au crâne que j'ai vu à Chauvaux.

(1) Les travaux des naturalistes et des antiquaires danois sur les *Kjökkenmöddinger* ont été résumés par M. A. Morlot, dans le *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, t. VI, Lausanne, 1860, et par M. John Lubbock, dans le *Natural History Review*, 1861, octobre.

Les os longs qui les accompagnent démontrent à leur tour que la race était de petite stature (1).

Tout le monde a connaissance des dépôts nombreux et variés d'ossements et d'ustensiles de l'âge de pierre, qui ont été découverts, pendant ces dernières années, dans les cavernes du centre et du midi de la France (2). Qu'il me soit permis cependant de signaler les principales stations recouvrant des restes qui me semblent devoir être considérés comme contemporains des hommes de Chauvaux.

Ce sont, d'abord, des restes de festins de funérailles à Aurignac (Haute-Garonne), dont nous devons la description à M. Lartet (5); puis le caveau funéraire près de Saint-Jean-d'Alcos (Aveyron), décrit par M. P. Cazalis de Fondouce; la grotte de Lourdes (Hautes-Pyrénées) explorée par M. Alphonse Milne Edwards; les cavernes de Ganges dans le bas Languedoc visitées par M. Bontin; les grottes de Massat et la caverne de Savigné (Ariège), décrites par

(1) Les naturalistes danois constatent que ces crânes ressemblent beaucoup à ceux des Lapons actuels. Les instruments de pierre sont polis, et l'on n'a trouvé nulle part en Danemark des restes de mammoth, de rhinocéros, ni aucune autre espèce antédiluvienne; le renne lui-même y manque jusqu'à présent.

(2) Tous les travaux publiés sur l'homme fossile en France ayant été réunis et réimprimés dans l'*Appendice* déjà plusieurs fois cité, qui fait suite à la traduction française de l'ouvrage de sir Ch. Lyell, je puis me dispenser d'entrer à ce sujet dans beaucoup de détails, et surtout de multiplier les citations bibliographiques. — On lira surtout avec fruit les publications magistrales de M. Ed. Lartet : *Sur la coexistence de l'homme et des grands mammifères* (ANNALES DES SCIENCES NATURELLES, t. XV), et *l'Homme fossile dans le Périgord* (REVUE ARCHÉOLOGIQUE, 1864, avril, en collaboration avec M. H. Christy). Le deuxième mémoire est reproduit dans l'*Appendice*, p. 155.

(5) Le dépôt plus profond d'Aurignac appartenait certainement à l'époque des hommes d'Engis.

M. Alfred Fontan; les cavernes de la vallée de Tarascon (Ariège), explorées par MM. Garrigou et H. Filliol. Dans la caverne d'Arcy-sur-Yonne, le marquis de Vibraye a trouvé trois dépôts superposés, dont le plus profond appartenait, selon nous, à l'époque des hommes d'Engis (1); la couche moyenne était de l'époque des hommes de Chauvaux, et la couche supérieure renfermait des antiquités celtiques et gallo-romaines. Enfin, au fond de la caverne de Bruniquel (Tarn-et-Garonne), dont le dépôt a été scruté avec infiniment de soin par MM. F. Garrigou, L. Martin et E. Trutat d'abord, et par MM. Milne Edwards et Ed. Lartet ensuite, l'on a trouvé l'emplacement d'un foyer, des cendres et du charbon, des os calcinés et des fragments de crâne et de mâchoire humains, comme à Chauvaux. M. Garrigou dit expressément que les hommes auxquels ces fragments appartenaient étaient de petite taille et brachycéphales.

En nous transportant, ensuite, vers l'est, au pied des Alpes, nous avons à signaler l'étonnante découverte des *habitations lacustres* (2). Pendant l'hiver 1854, les eaux du

(1) Voir plus haut la note (1), page 491.

(2) Les collections publiques et privées qui ont été formées en Suisse, des objets provenant des habitations lacustres sont une des choses les plus curieuses qu'un voyageur puisse visiter, et les publications y relatives méritent d'être lues non-seulement des antiquaires, mais aussi des naturalistes. Les principales d'entre elles sont : Ferd. Keller, *Pfahlbauten* dans les *SCHRIFTEN DER ANTIQUARISCHEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH*, t. XII et XIII, 1858-1861. Troyon, *sur les Habitations lacustres*, Paris, 1860. Rutimeyer, *Untersuchung der Thierreste aus den Pfahlbauten der Schweiz*, Zurich, 1860. Un excellent résumé de ces publications a été donné par M. Lubbock dans le *Natural History Review*, 1862. Janvier, et une exposition populaire recommandable, par M. J. Staub, instituteur primaire à Fluntern, sous le titre de : *Die Pfahlbauten in den Schweizer Seen*. Zurich, 1864. Il a été fait une traduction française de ce petit livre.

lacs de Zurich avaient été extraordinairement basses; elles s'étaient retirées à une grande distance et avaient laissé à nu le limon du fond. Ce limon contenait un grand nombre d'outils de pierre, des os et des cornes taillés, des poteries, puis des noisettes et des végétaux divers à demi pourris. Il s'y trouvait, en outre, enfoncés perpendiculairement dans le lit du lac, des pilotis au nombre d'environ cent mille, chacun de 20 à 50 centimètres de diamètre, et tous régulièrement disposés à la distance de 50 à 40 centimètres les uns des autres. L'esprit sagace de M. Ferdinand Keller, secrétaire de la Société des antiquaires de Zurich, découvrit bientôt que ces pilotis étaient les fondations d'un village antique antérieur aux âges de bronze et de fer, et que les objets de pierre et d'os dataient d'un peuple anté-historique.

La découverte produisit une sensation immense, et devint le point de départ de recherches auxquelles les principaux naturalistes et antiquaires de la Suisse prirent part avec une ardeur et une intelligence qu'on doit admirer. On trouva peu à peu de semblables villages dans tous les lacs de la Suisse, dans les lacs de la Lombardie et dans ceux de la Bavière. Dans la Suisse seulement on en connaît déjà deux cents.

L'examen méthodique des objets qu'ils contenaient et l'étude des restes d'animaux sauvages et domestiques, poursuivie surtout par le professeur Rutimeyer à Bâle, permirent de reconstruire pour ainsi dire l'histoire et l'éthnographie des anciens habitants des lacs et de suivre leurs progrès jusqu'au contact des peuples historiques (1).

---

(1) La détermination crâniologique de la race qui habita sur des pilotis dans les lacs de la Suisse laisse encore des doutes. Le crâne de Meilen



Le temps ne me permet pas, messieurs, de m'arrêter plus longtemps à cette trouvaille grandiose; il ne me permet non plus, de vous parler, en détail, d'une découverte analogue faite dans les lacs de l'Irlande. Je dois me borner à vous dire que dans ce dernier pays les habitations lacustres avaient été construites dans l'intérieur des eaux, non pas sur des pilotis, mais sur des îlots artificiels qui ont reçu le nom de *crannoges* (1).

Des motifs sérieux, qu'il serait également trop long de rappeler ici en détail, nous autorisent à considérer les hommes de Chauvaux comme appartenant à la race Tschoude ou Finnoise (2) dont les Lapons d'aujourd'hui

que j'ai eu l'occasion de voir dans la collection de l'université de Bâle, confiée aux soins de M. le professeur His, n'est pas rond; il se rapproche du type intermédiaire entre les dolichocéphales et les brachycéphales qui domine encore aujourd'hui en Suisse; ce qui me porte à croire qu'il ne s'est mêlé que par accident aux restes de l'ancien village lacustre. La station de Meilen, quoique très-ancienne, a, du reste, fourni aussi des objets de bronze et d'ambre; elle a donc positivement été occupée par une race plus récente. D'un autre côté, le crâne humain dont parle M. Morlot et qui a été trouvé dans la couche de l'âge de pierre au delta de la Tinière, près de Villeneuve, sur le lac de Genève, était petit, *rond* et fort épais. — Au mois de septembre dernier, pendant un court séjour que j'ai fait en Suisse, l'on a retiré à Robenhausen un autre crâne humain mêlé à des restes du *Bos primigenius*. On attend avec un grand intérêt l'étude qu'en feront MM. His et Rutimeyer.

(1) Les *crannoges* ont été décrits par M. W. Wylie, *Archæologia*, vol. XXXVIII, 1859. Voyez Ch. Lyell, *L'Ancienneté de l'homme*, traduction française, p. 50.

(2) Qu'on nous permette un rapprochement étymologique. Le nom Finnois ou Fénnois semble venir de *Fen* qui, dans les langues scandinaves, signifie lac ou marais. C'est *Fenn* en hollandais. La partie de l'Ardenne qui s'étend vers Malmédy et qui est remarquable par des plateaux marécageux, porte, en allemand, le nom de *Veen*, *hohe Veen*, en français, celui de *fagnes*, *hautes fagnes*, et par corruption *hautes fanges*.

sont également des descendants. Cette race, avant l'arrivée des Celtes et des Scandinaves, posséda les bords de la Baltique; elle s'étendit peu à peu sur la Suède méridionale, sur les îles danoises, sur le Jutland et dans les plaines du Mecklembourg.

Pendant qu'une partie de ce peuple traversa la mer du Nord pour se fixer en Angleterre et en Irlande, une autre partie remonta les rivières du continent, entre autres la Meuse, et prit station autour des grottes et des cavernes qui longent cette rivière. Ne rencontrant plus les grands pachydermes, ni les ours et les hyènes, leur existence fut plus facile. Ils pêchaient dans le fleuve, ils chassaient dans les forêts de l'Ardenne l'aurochs, l'élan, le grand cerf et le sanglier, et, je suis fâché de le rappeler, dans les grandes occasions, ils immolaient aussi des femmes et des enfants pour les manger. Adam de Brême qui, au onzième siècle de l'ère chrétienne, avait demeuré comme missionnaire et comme soldat auprès du roi danois Swen Ulfson, représenta encore leurs descendants comme des sauvages nomades « couverts de peaux d'animaux, chassant l'aurochs et l'élan, émettant des sons qui ressemblaient plutôt aux cris des animaux féroces qu'à la voix humaine, se réfugiant dans des cavernes et des crevasses de rochers, d'où ils sortaient nuitamment pour se livrer à des actes sanguinaires. » (1)

Les hommes de Chauvaux ignoraient encore l'usage des métaux, mais ils avaient appris à aiguiser mieux et à polir les armes et les instruments de cuisine et de travail

---

(1) Gejer, *Schwedens Urgeschichte*, p. 541; Prichard, *Researches into the physical history of mankind*, trad. allem., t. III. part. I, p. 501. On relira avec intérêt dans l'ouvrage de Prichard les chapitres qui traitent de la race tschoude, finnoise ou laponne.

de pierre et d'os dont ils se servaient. Ils appendaient à leur corps des ornements d'os et peut-être aussi des ornements composés de dents humaines (1). Pour abattre les animaux, ils se servaient probablement aussi d'espèces de frondes; car c'est de cette manière que je m'explique la présence dans le dépôt de Chauvaux de cette énorme quantité de pierres, évidemment choisies et concassées, et toutes à peu près de la même grandeur (2). Enfin, ils fabriquaient déjà des poteries grossières et sans ornementation, en les cuisant dans les cendres de bois.

Les hommes de Chauvaux ou leurs congénères se sont ensuite avancés vers la France, où ils ont laissé des traces nombreuses dans les cavernes du centre et du Midi. Une branche a franchi les Pyrénées, et l'on croit que les Escaldunes ou Basques, dont la langue et la conformation physique correspondent au type finnois, en sont des survivants civilisés. Une autre branche s'est dirigée vers le sud-est et a pénétré dans la grande vallée qui sépare les Alpes du Jura. Ne trouvant pas là des cavernes pour s'abriter, et ayant conservé de ses ancêtres de la Finlande, de la Suède et du Danemark, l'habitude des lacs et des marais, elle s'est construit des habitations lacustres et des îlots paludéens pour protéger les femmes et les enfants contre les incursions des animaux sauvages et peut-être des tribus humaines hostiles.

Les Celtes et les Germains, dans des siècles ultérieurs, ont forcé les hommes lacustres, qui avaient fini par adopter

(1) Je ne puis m'expliquer autrement le grand nombre de dents humaines *détachées* qui se trouvent dans les brèches osseuses de Chauvaux.

(2) Les mêmes pierres se retrouvent en très-grand nombre dans les brèches osseuses de la vallée de Tarascon (Ariège).

la vie pastorale, à s'enfuir dans les hautes montagnes. Les points les plus retirés du canton des Grisons, là où de nos jours l'ours brun a également cherché son dernier refuge, sont habités par une race brachycéphale qui, par son contraste avec les autres races de la Suisse, a depuis longtemps fixé l'attention des ethnographes (1).

Outre la branche occidentale ou basque, et la branche orientale ou suisse, doit-on admettre encore une troisième branche qui se serait portée directement vers le Midi et aurait occupé successivement, en longeant le versant occidental des Alpes maritimes, la Toscane et les îles de Corse, de Sardaigne et de Sicile? Je suis porté pour l'affirmative, bien que j'avoue ne pas posséder assez d'études sur les questions si difficiles auxquelles donnent lieu les races aborigènes de l'Italie. Il est certain, d'un côté, que des hommes lacustres ont réellement habité le versant sud des Alpes (2), et d'un autre côté, on peut suivre une trace de brèches osseuses, semblables à celles du centre de la France, depuis Nice et Antibes à travers la Sardaigne jusqu'en Sicile (3).

(1) M. le professeur His, à Bâle, forme de ces habitants des Grisons son quatrième type suisse, sous le nom de type de Dissentis. Leur crâne est court et large, presque cubique, à occipital large et aplati, à bosses pariétales fortes et à arcades sourcilières peu développées. J'ai eu l'occasion d'examiner plusieurs de ces crânes. Les Souabes d'aujourd'hui sont également brachycéphales. Un rameau des habitants lacustres se serait-il enfui en même temps du lac de Constance vers les bassins du Lech et de l'Ilher?

(2) On a trouvé des habitations lacustres dans le lac Majeur, et M. de Mortillet décrit des pilotis semblables à ceux de la Suisse, enfoncés dans la tourbe qui a rempli l'un des lacs de moraines formés par l'ancien glacier du Tessin.

(3) Les dépôts de Nice et d'Antibes ont été vérifiés par une des plus grandes autorités dans la matière, par le professeur Steenstrup de Copen-

La marche de la race de Chauvaux, depuis la Finlande jusqu'aux Pyrénées et aux Alpes, a été lente, très-lente; les hommes ont eu le temps de se perfectionner dans les arts et dans l'industrie, soit par leurs propres efforts, soit par le contact avec d'autres races plus civilisées.

Il est remarquable de voir le progrès continu dont témoignent ses restes de station en station, à mesure qu'on approche du Midi. Tandis qu'à Chauvaux encore, on ne trouve que des instruments peu variés et des argiles façonnées grossièrement, les cavernes de la France centrale renferment déjà des objets sculptés en os (1); plus loin,

hague. Les os d'animaux y étaient réellement cassés mécaniquement, à l'aide d'instruments contondants, et l'on voyait manifestement qu'ils avaient été exposés au feu. On y trouva, au surplus, un grand nombre de morceaux de charbons engagés dans le ciment qui unissait les fragments d'os. Dans un bloc de la brèche de Nice, M. Steenstrup a même trouvé des fragments manifestes d'une lance de silex. L'homme avait donc passé par là; la brèche a été formée incontestablement avec des *déchets de cuisine* comme les brèches du Danemark (Voyez *Froriep's Notizen*, 1861, II, n° 19). — Le comte Albert de la Marmora a trouvé des fragments de poteries très-anciennes et des objets ouverts sur la côte sud de la Sardaigne, à Cagliari et dans le voisinage, avec des ossements de mammifères éteints. En Sicile, dans la grotte de Macagnone, du côté ouest de la baie de Palerme, le docteur Falconer a découvert un dépôt ossifère avec couteaux de silex, des éclats d'os, des morceaux de charbon de bois, de l'argile cuite, mêlés entre autres avec des coprolithes d'hyènes, etc. (Lyell, *L'Ancienneté de l'homme*, pp. 182 et 184).

(1) M. de Vibraye a découvert, dans les grottes d'Arcy-sur-Yonne, des dessins et des sculptures qui me semblent appartenir à l'époque des hommes de Chauvaux (*L'Ancienneté de l'homme*, *Appendice*, p. 118). Outre les outils finement *taillés* et ornementés, tels que flèches, hameçons, poinçons, cuillers et poignards, il y avait des représentations d'animaux dessinés à la pointe sur des fragments de bois et des mâchoires de renne. Dans les fouilles de Tayac, M. de Vibraye a même rencontré une statuette de femme en ivoire, espèce d'idole impudique, comme il dit (*loc. cit.*, p. 124).

dans les grottes du Périgord, M. Ed. Lartet a rencontré même des représentations de formes animales gravées en profil sur des plaques de roche, et d'autres, gravées sur des os de renne et de bœuf (1); et des dessins semblables se sont présentés aussi dans la caverne de Bruniquel (Tarn-et-Garonne) (2).

Tandis que les hommes à Chauvaux étaient encore de véritables sauvages<sup>1</sup>, infestés de cannibalisme :

*Mutum et turpe pecus, glandem atque cubilia propter,  
Unguibus et pugnīs; dein fustibus atque ita porro  
Pugnabant armis, quæ post fabricaverat usus;*

on rencontre, en s'avancant vers le sud, des vestiges d'un culte et de quelques idées sociales. En outre, la présence de certains animaux domestiques démontre déjà des tendances qui conduiront bientôt la race à la vie pastorale et à l'idée du domicile.

La branche qui s'est fixée en Suisse semble être encore plus récente que la branche des Pyrénées.

Tout y est plus avancé, plus perfectionné. Les hommes y vivaient à poste fixe, en communautés régulières :

*Oppida cæperunt munire, et ponere leges;  
Ne quis fur esset, neu latro, neu quis aduller;*

ils avaient appris l'art de dégrossir les troncs d'arbres et de les agencer pour construire des habitations à l'abri des vents, des eaux et des animaux sauvages.

(1) Voyez le mémoire de MM. Lartet et Christy, dans l'*Appendice* souvent cité, pp. 156, 166, etc.

(2) C'étaient des figures d'animaux gravées sur os. Voyez les publications de MM. F. Garrigou, L. Martin et E. Trutat, Milne Edwards et Ed. Lartet, *ibidem*, pp. 180-189.

Leurs instruments de travail et leurs armes sont plus variés, plus perfectionnés, plus élégants; leurs poteries sont mieux fabriquées et déjà ornées de dessins; le nombre des animaux soumis à la domesticité égale presque celui de nos jours. Ils cultivaient l'orge, le froment, le lin, et ils savaient confectionner non-seulement des filets de pêcheur, mais même des étoffes d'habillement. Rien n'est plus curieux que de suivre, dans les collections, le perfectionnement graduel et continu des objets que l'âge de pierre a laissés au fond des lacs.

En Danemark, en Suède et dans le Mecklembourg, la séparation de l'âge de pierre avec l'âge de bronze est nettement accusée. Les objets de métal représentent, pour autant que mes souvenirs sont exacts, d'autres types que les objets de silex, et les crânes qui leur correspondent sont allongés et plus grands. Mais en Suisse, les plus anciennes haches de bronze sont exactement modelées sur la forme des haches de pierre de l'âge précédent. Je conclus de cette différence, et d'une série d'autres faits qu'il serait trop long d'énumérer, qu'au nord les objets de bronze indiquent l'arrivée d'une race distincte qui a vaincu la race brachycéphale, attardée dans son développement, tandis qu'en Suisse la transition s'est faite graduellement.

Le peuple des lacs avait eu le temps de mûrir pour les arts de la paix. Les Phéniciens lui apportaient alors le bronze comme objet du commerce; il le façonnait lui-même selon les modèles qui lui étaient familiers (1), et

---

(1) A Wuelflingen, dans le canton de Zurich, on a découvert une ancienne fonderie, et dans le village lacustre de Morsée sur le lac de Genève, M. Forel a trouvé le moule d'une grande hache. Le colonel Schwab, à Bienne, a découvert aussi la forme dans laquelle on avait coulé des épingles à cheveux et de petits anneaux.

les villages lacustres ont continué d'exister peut-être jusqu'à l'époque de l'invasion de la race allemanique.

Au centre comme au nord de l'Europe et particulièrement sur les bords de la Meuse, aucune trace de rapports avec des peuples commerçants n'a pu être constatée. Les hommes de Chauvaux ont été refoulés ou exterminés par les Celtes, qui possédaient le bronze, et par les Germains, qui possédaient le fer. Il est probable cependant que pendant longtemps encore après l'arrivée de ces peuples qui sont dolichocéphales, des groupes d'hommes brachycéphales ont encore occupé les parties les plus inaccessibles de l'immense forêt des Ardennes et les points les plus sombres des vallées de la Meuse et de l'Ourthe. Là ils cherchaient un refuge dans les cavernes et y menaient une existence triste et périlleuse. La misère et les privations ont dû affaiblir leur constitution, enlaidir leurs formes et raccourcir encore leur taille qui était déjà petite. A la fin, il n'en restait plus que quelques individus dont le souvenir survit encore dans la mémoire du peuple.

Les ouvertures des cavernes portent dans le pays le nom de *Trous de Sottais* et *Trous de Nutons*. Les habitants prétendent que jadis ces grottes avaient servi d'habitation à une race d'hommes de très-petite taille : *Sottais*, *Nutons*, pygmées, race timide et inoffensive. Ils racontent que, quand on déposait à l'entrée des grottes des objets cassés, en y ajoutant des vivres, les Sottais se chargeaient de les raccomoder. Souvent aussi ils déposaient eux-mêmes des vases vides près des ouvertures des cavernes pour solliciter le don de quelques vivres.

C'est à peu près l'histoire des Koblts et des Elfes de la Germanie. Une crainte superstitieuse se joignit plus tard au souvenir de cette race petite, laide et farouche. La



légende populaire tantôt accusa ses instincts moqueurs et dévastateurs, tantôt elle prêta des accents compatissants à son immense tristesse. A la fin, la poésie, qui console et concilie toutes les souffrances, accorda une origine céleste aux Elfes et aux Kobolts ; leur roi Alberich devint l'Obéron et sa femme May reçut le nom de Titania.

Telle est la loi providentielle. Pour que les rapports d'une race inférieure avec une race civilisée ne lui deviennent pas fatales, il faut qu'elle se soit élevée d'abord par ses propres efforts, qu'elle se soit rendue apte à recevoir les bienfaits de la civilisation, sinon elle est impitoyablement vouée à la destruction.

Les Celtes et les Germains, qui ont marché sur le corps des hommes de Chauvaux, descendent de la race des Aryas(1). Participant de la culture dont le zend et le sanscrit sont les interprètes, ils avaient un culte et des traditions. L'Histoire commence.

Leurs plus anciens restes sont enfouis dans les tourbières, dans les tombes et dans les champs de morts disséminés en grand nombre depuis la mer Caspienne, le long du territoire de la Russie méridionale, et des plaines de l'Allemagne et de la Scandinavie, en Belgique et jusqu'aux points extrêmes du nord-ouest de l'Europe. Les crânes qu'on y trouve sont du type dolichocéphale ; ils sont accompagnés d'armes en bronze artistement travaillées, de parures et d'ornements du même métal, d'objets d'ambre, de perles en verre bleu, et d'urnes funéraires

---

(1) Les linguistes font descendre d'une souche commune : des Aryas ou Ariens, toutes les races de l'Europe actuelle, excepté les Basques, les Finnois, les Magyars et les Turcs. Les Grecs et les Latins descendent des Phrygiens.

d'une forme particulière et caractéristique. C'étaient des peuples richement doués et destinés à retremper plus tard les races plus civilisées du Midi (1).

Je craindrais faire abus de la bienveillante attention que l'assemblée a prêtée à cette lecture, déjà trop longue, si j'allais suivre davantage les Celtes et les Germains à travers l'âge de bronze, et si j'allais ensuite essayer de faire voir les origines de l'âge de fer. Que l'honorable assemblée me permette cependant encore un éclaircissement qui se rattache intimement aux recherches sur l'âge de pierre en Belgique.

On trouve dans le sol arable du Hainaut et de la province de Namur, dans les tumulus de la Hesbaye et dans les tourbières de la Flandre une riche collection de pierres taillées et polies à divers degrés d'achèvement : des haches, des flèches, des coins et des couteaux. On en trouve aussi dans les cavernes des provinces de Liège et de Namur, mais dans des conditions qui n'ont rien de commun ni avec les hommes d'Engis, ni avec les hommes de Chauvaux. La plus riche collection de ces objets a été formée

(1) Je ne me sens nullement autorisé à intervenir dans le débat savant et intéressant porté, il y a quelques années, devant la classe des lettres de notre Académie, sur l'identité des Celtes et des Germains. J'affirmerai seulement qu'au point de vue crâniologique, il m'est impossible de reconnaître une différence qui les séparerait les uns des autres. Un grand connaisseur des antiquités celtiques et germaniques, M. Lisch à Schwerin, estime qu'ils ne diffèrent pas plus entre eux que ne diffèrent les Allemands des Danois ou les Allemands du Sud de ceux du Nord. Il est certain, en tout cas, que les objets de bronze que, dans l'Allemagne du sud, en France, en Angleterre, on attribue aux Celtes, ressemblent sous tous les rapports à ceux du Mecklembourg et de la Scandinavie, où les Celtes ne sont jamais venus.

par MM. Albert et Désiré Toilliez, ingénieurs de mines à Mons (1).

Ces pierres taillées appartiennent à des époques très-récentes.

Lorsque les armes de bronze et de fer étaient déjà connues et à la disposition des chefs, les simples combattants continuaient, pendant des siècles encore, de se servir d'armes de pierre. Il était sans doute difficile et coûteux de les pourvoir tous d'armes plus parfaites. On sait positivement que la hache de silex était encore l'arme des Francs et des Scandinaves, et que les Normands s'en servaient jusqu'aux huitième et neuvième siècles. D'ailleurs M. Albert Toilliez déclare avoir positivement reconnu que le lit superficiel qui contient, dans le Hainaut, les silex travaillés est superposé au limon hesbayen (2).

Le but que je m'étais proposé dans ce travail, était

(1) Voyez Désiré Toilliez, *Des pierres taillées, monuments de l'industrie primitive*, dans les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 1847, t. XIV, part. I, p. 563, où l'auteur donne aussi la revue complète des pierres ouvrées trouvées jusqu'alors en Belgique. — Des notices ultérieures ont été présentées par lui sur cet objet intéressant : *Bulletins*, 1848, tome XV, part. II, p. 190; *ibid.* 1849, tome XVI, part. I, p. 662, et *ibid.*, 1851, tome XVIII, part. I, p. 659. — M. Toilliez a reconnu même des fabriques de ces pierres près de Mons, de Quaregnon, de Baudour et à Ghlin. — M. Malaise a, de son côté, recueilli des silex taillés à Spiennes près de Mons; et notre savant collègue M. De Koninck a donné à l'Académie une hachette trouvée dans un champ aux environs de Visé près de Liège. Cette pierre, déterminée par M. Dumont, était une roche feldspathique qui ne se trouve ni en Belgique ni dans les parties limitrophes des pays voisins. *Bulletins*, 1849, t. XVI, part. II, p. 550. — C'est l'occasion de rappeler aussi la trouvaille faite par Charles Morren dans une tourbière des Flandres : *Mémoire sur les ossements des tourbières de la Flandre*. Gand, 1852. (*Messenger des sciences et des arts*, 1855, p. 255.)

(2) Lettre à M. De Koninck. Voir *Bulletins de l'Académie*, 1860, t. X, p. 515.

principalement un but de classification. En présence du mouvement qui s'est produit parmi les savants de l'Europe à la recherche de l'antiquité de l'homme, il me semblait utile de coordonner et de rattacher aux découvertes faites dans d'autres pays les documents que nous a fournis le sol de la patrie.

Je me résume donc en retraçant ainsi qu'il suit la succession des âges de pierre :

I. L'ÂGE PRÉGLACIAIRE OU MYTHOLOGIQUE. — L'homme a coexisté avec l'*Elephas meridionalis*, avec les dragons et, en général, avec les grands reptiles survivants des temps tertiaires.— *Les hommes de Saint-Prest* et peut-être *les hommes de Denise*.

II. L'ÂGE POSTGLACIAIRE OU HÉROIQUE. — Une race d'hommes dolichocéphales a vécu avec les grands pachydermes et les ours des cavernes. Les cours d'eau n'avaient pas encore adopté leurs lits actuels; les îles Britanniques n'étaient pas encore séparées du continent; la Scandinavie était couverte de glaciers. — *Les hommes d'Engis*, de *Moulin-Quignon*, de *Clichy*, de *Kent's Hole*, de *Brixham*, etc.

III. L'ÂGE DILUVIAL (âge du diluvium rouge) OU TROGLODYTIQUE. — Les volcans du centre de l'Europe étaient éteints; les mers et les rivières avaient conquis leurs cours actuels; la faune et la flore ne comprenaient plus que quelques espèces anciennes en voie de se retirer au nord et vers les sommets des hautes montagnes.— *Les hommes de Chauvaux*, *les troglodytes du centre de la France et des Pyrénées*, *les plus anciens habitants des lacs de la Suisse et de l'Irlande*, *les hommes des tourbières et des kjökkenmoeddingen du Danemark*.

IV. L'ÂGE MIXTE OU CELTO-GERMANIQUE. — Les armes et

les ustensiles de pierre sont mêlés à des armes et ustensiles de bronze et de fer. — Les *pierres taillées des couches alluviales des provinces du Hainaut et de Namur*; les *tumulus du Mecklembourg, du Danemark, de la Bretagne, etc.*; les *hommes lacustres de la Suisse occidentale, etc.*

L'exposé sommaire que nous venons de faire pourra donner aux esprits les plus sévères, nous osons du moins l'espérer, la conviction qu'à côté de conjectures, comme le sujet en comporte nécessairement, la science possède à présent une méthode et des faits suffisants pour guider sûrement les observateurs futurs dans la question, encore si controversée, de l'homme fossile ou antédiluvien.

Nous avons même la confiance que le sol belge fournira lui-même encore prochainement des matériaux importants. A la demande de l'Académie, le gouvernement subsidie des explorations méthodiques qu'un jeune géologue de talent, M. E. Dupont, a entreprises dans les grottes et les cavernes de la province de Namur, et pour lesquelles notre savant confrère, M. Van Beneden, lui prête un concours précieux. Déjà plusieurs restes humains ont été déterrés par lui dans le limon recouvert par la stalagmite. M. Van Beneden en a fait l'objet d'une communication dans la dernière séance ordinaire de la classe. Le sujet s'agrandira et les interprétations se rectifieront sous des soins aussi zélés et habiles.

Les données qu'on recueille dans ces recherches sont nécessairement fragmentaires, comme tous les faits sur lesquels s'appuient et la paléontologie et la géologie elle-même. Cependant, à force de les multiplier et de les rapprocher, elles finiront par se prêter à des inductions scientifiques sévères. Les recherches de paléontologie humaine

ressemblent, sous ce rapport, aux efforts que fait la philologie pour reconstituer les anciennes langues mortes.

Lorsque Grotefend entreprit, le premier, à déchiffrer les signes qui se trouvent sur les monuments assyriens, on ignorait encore s'ils constituaient réellement une écriture ou s'ils n'étaient que de simples ornements fantastiques; on ignorait tous les mots de la langue qu'ils pouvaient représenter, et même l'époque à laquelle ils appartenaient; on ne savait pas si l'alphabet était phonétique, syllabique ou hiéroglyphique. Tout cela était inconnu d'abord, et tout cela a été trouvé successivement. « Nous connaissons à présent les inscriptions cunéiformes de Cyrus, de Darius, de Xerxès, d'Artaxerxès I<sup>er</sup>, de Darius II, d'Artaxerxès Memnon, d'Artaxerxès Ochas. Nous en avons des traductions, des grammaires et des dictionnaires. Ce n'étaient, il y a peu d'années, que des espèces de conglomerats de signes en forme de clous et de coins, gravés et peints sur le monument solitaire de Cyrus dans le Mvigháb, sur les ruines de Persépolis ou sur les rochers de Behistán, près des frontières de la Médie, ou au précipice de Van en Arménie (1). »

---

(1) *Max Müller*, discours inaugural prononcé à l'Institution royale de Londres, le 21 février 1863.

*Rapport du jury chargé de décerner le prix quinquennal des sciences physiques et mathématiques pour la période 1859-1865 (1).*

MONSIEUR LE MINISTRE,

Le jury chargé, par arrêté royal en date du 19 novembre 1865, de décerner le prix au meilleur ouvrage sur les sciences physiques et mathématiques qui a été publié pendant la dernière période quinquennale, a l'honneur de vous exposer le résultat de ses délibérations.

Le nombre des ouvrages qui ont paru pendant la période écoulée étant assez considérable, le jury a consacré plusieurs séances à leur examen et à leur appréciation.

Parmi les plus remarquables de ces travaux, deux ont spécialement fixé l'attention du jury.

Après mûre délibération, le jury, par cinq voix contre deux, a donné la préférence au mémoire que M. Stas a

---

(1) Le jury se composait de :

MM. DE KONINCK, professeur à la faculté des sciences de l'université de Liège, membre de la classe des sciences de l'Académie royale de Belgique ;

LAMARLE, professeur à la faculté des sciences de l'université de Gand ;

LIAGRE, major du génie, professeur à l'école militaire, membre de la classe des sciences de l'Académie royale de Belgique ;

MELSENS, professeur à l'école vétérinaire, membre de la classe des sciences de l'Académie royale de Belgique ;

NERENBURGER, général-major, directeur au département de la guerre, membre de la classe des sciences de l'Académie royale de Belgique ;

SCHAAR, professeur à la faculté des sciences de l'université de Liège, membre de la classe des sciences de l'Académie royale de Belgique ;

VALERIUS, professeur à la faculté des sciences de l'université de Gand.

publié en 1860 et qui a été inséré dans le tome X de la seconde série des *Bulletins de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique* (1).

Ce mémoire, à la rédaction duquel l'auteur a consacré plusieurs années de recherches, a eu pour but la vérification de l'hypothèse de Prout, qui, dans ces derniers temps, a repris grande faveur et a été adoptée par plusieurs des chimistes les plus distingués de notre époque.

On sait que cette hypothèse consiste à admettre que le poids atomique des corps simples est multiple de celui de l'hydrogène.

Comme le fait fort judicieusement remarquer M. Stas, *au point de vue de la philosophie naturelle, la portée de l'idée de Prout est immense.*

En effet, si elle se vérifiait d'une manière absolue, elle conduirait infailliblement à l'admission de l'unité de la matière et à celle de la composition des éléments qui jusqu'à présent ont résisté à nos investigations à cet égard.

Il n'est pas étonnant qu'une pareille question ait exercé la sagacité des plus habiles chimistes modernes et ait trouvé parmi ceux-ci des adversaires déterminés et des partisans convaincus, suivant les résultats plus ou moins concluants auxquels les uns et les autres arrivaient par leurs propres recherches.

C'est ainsi que l'illustre chimiste suédois Berzélius, dont une grande partie de la vie s'est écoulée en travaux concernant les poids des équivalents des corps, et les professeurs Turner et Penny se rangèrent parmi les premiers et que M. Th. Thomson et MM. Dumas et de Marignac se

(1) Recherches sur les rapports réciproques des poids atomiques.



firent remarquer parmi les seconds. Seulement, les éminents chimistes que je viens de citer en dernier lieu conclurent de leurs travaux que l'unité admise par Prout était trop forte de moitié pour certains corps et des trois quarts pour certains autres.

En sorte que, selon M. Dumas surtout, les équivalents des corps simples sont des multiples de celui de l'hydrogène pris pour unité, ou par 1 ou par 0,5 ou enfin par 0,25.

Selon M. Stas, dont la conviction est basée sur un grand nombre de recherches très-variées, *la loi de Prout, avec tous les tempéraments apportés par M. Dumas, n'est qu'une illusion, une pure hypothèse formellement démentie par l'expérience.*

Selon lui, les chimistes qui, après avoir examiné son travail, s'en tiendront uniquement à l'expérience, partageront bientôt sa conviction, à savoir : *qu'il n'existe pas de commun diviseur entre les poids des corps simples qui s'unissent pour former toutes les combinaisons définies.*

Le jury n'a pas eu à se préoccuper de ces divergences d'opinion, ni à se rallier à l'une plutôt qu'à l'autre. C'est un débat scientifique sur lequel le dernier mot n'est probablement pas encore dit et dans lequel le seul rôle qui convienne à la commission est celui d'un témoin qui prend acte des efforts faits de côté et d'autre, afin d'arriver à la solution ayant pour but la vérité et pour expression une loi de la nature.

Il n'a eu à juger que la valeur scientifique du travail de M. Stas et à s'assurer si les recherches auxquelles il s'est livré offrent assez d'intérêt et présentent assez d'originalité pour mériter la haute faveur que le jury propose de lui accorder.

Une analyse succincte de ce travail nous a paru être le meilleur moyen d'en faire apprécier l'importance et de prouver que nul autre de même genre ne lui est certainement supérieur.

Les recherches de M. Stas n'ont porté que sur l'*azote*, le *chlore*, le *soufre*, le *sodium*, le *plomb* et l'*argent*, parce que, dit-il, *ces corps sont mieux connus, qu'ils forment les composés les plus stables et que généralement on les fait obéir à la loi de Prout.*

La sagacité avec laquelle ces recherches ont été conduites font regretter qu'elles n'aient pas été étendues à un plus grand nombre de corps.

Afin de constater avec certitude et de mesurer exactement de petites différences qui se produisent dans les pesées, l'auteur a augmenté considérablement les quantités sur lesquelles on opère assez généralement.

A cet effet, il a dû se procurer des poids d'une exactitude aussi parfaite que possible et des balances d'une sensibilité extrême sous des charges de plusieurs kilogrammes.

Toutes ses pesées ont été faites dans le vide, avec les précautions indiquées pour la première fois par M. Dumas, afin d'obtenir des poids constants.

L'action de la flamme sur les vases dont il s'est servi a été étudiée par lui avec un soin particulier et il a pu constater que, sans exception aucune, *tout verre chauffé longtemps au rouge dans la flamme de l'alcool ou du gaz éclairant, diminue de poids lentement, mais constamment.*

Le verre de Bohême, au contraire *conserve parfaitement son poids lorsqu'on le chauffe au point de le ramollir et de l'aplatir sous son propre poids, à l'abri de la flamme, soit à l'aide du charbon, en le préserrant des atteintes des*

*cenclres de celui-ci, soit dans un bain de magnésie pure qui l'enveloppe complètement.*

Tandis que le verre de Bohême résiste à l'action des acides nitrique et chlorhydrique jusqu'à une température de 500° à 550°, le verre commun cède déjà à la température ordinaire, à ces mêmes acides, des traces des bases qu'il renferme.

Tous les verres sont attaqués au rouge, par les acides sulfurique et chlorhydrique et par la vapeur du sel ammoniac.

L'auteur expose ensuite les précautions qu'il a prises pour obtenir de l'eau, de l'acide chlorhydrique, de l'acide nitrique, de l'acide sulfurique, du sel ammoniac et du carbonate sodique chimiquement purs.

Tous ces travaux préliminaires, sans lesquels bien des erreurs auraient pu se glisser dans les recherches de l'auteur et en fausser les résultats et qui lui ont pris un temps considérable, témoignent des soins extraordinaires qu'il a apportés à ses expériences et de la confiance qu'elles méritent.

Quoiqu'ils portent déjà le cachet d'un esprit élevé et synthétique, ces travaux ne sont rien encore en comparaison de ceux qui ont eu pour objet la détermination directe du rapport des poids des atomes de l'azote, du chlore, du soufre, du potassium, du sodium, de l'argent et du plomb.

Afin de connaître les rapports réciproques des atomes de ces sept corps, l'auteur a fait :

La synthèse :

- 1° Du chlorure d'argent ;
- 2° Du sulfure d'argent ;
- 5° Du nitrate d'argent ;

4° Du nitrate de plomb;

5° Du sulfate de plomb.

L'analyse :

6° Du chlorate de potassium;

7° Du sulfate d'argent.

Il a cherché le nombre proportionnel entre :

8° L'argent et le chlorure de potassium;

9° L'argent et le chlorure de sodium;

10° L'argent et le chlorure d'ammonium;

11° Le nitrate d'argent et le chlorure de potassium;

12° Le nitrate d'argent et le chlorure d'ammonium.

C'était s'attaquer à l'un des problèmes les plus difficiles que puisse offrir la chimie; car, avant d'exécuter les opérations délicates qui devaient conduire à la solution, il a fallu produire les divers composés dont l'action était requise, de manière à ne laisser exister aucun doute sur leur pureté absolue.

Ici, de nouvelles et nombreuses difficultés se sont présentées. Toutes, hâtons-nous de le dire, ont été habilement et heureusement surmontées.

Quiconque n'est pas habitué aux travaux du laboratoire ne peut se rendre un compte exact de ces difficultés, ni de la durée des opérations, ni de l'habileté nécessaires pour les conduire à bonne fin, ni des dépenses considérables auxquelles elles entraînent.

Pour atteindre son but, l'auteur n'a rien négligé et n'a reculé devant aucun sacrifice, quelque grand qu'il fût.

Diverses méthodes ont été mises en pratique pour l'obtention des éléments ou des composés dont il avait besoin. Toutes ont été contrôlées et comparées entre elles. Lorsqu'elles étaient insuffisantes, elles ont été modifiées et perfectionnées, souvent même remplacées par des méthodes nouvelles.

Toutes sont décrites avec la plus grande précision et leur description est accompagnée des détails nécessaires pour permettre de les répéter et de les contrôler au besoin.

Il serait impossible d'indiquer ici toutes ces méthodes : elles ne supportent pas d'analyse et, pour les faire saisir, il faudrait transcrire une grande partie du travail de M. Stas.

Qu'il suffise de savoir que toutes celles qui concernent la préparation d'un des éléments ou des composés dont l'auteur s'est servi ont été discutées et comparées avec cette sagacité, ce désir d'arriver à la connaissance de la vérité, cette franchise et cette netteté que respire chaque page de son mémoire.

Aussi cette partie ne laisse-t-elle aucune prise à la critique. En la lisant attentivement, on admire la prévoyance avec laquelle l'auteur parvient à surmonter les obstacles qu'il rencontre à chaque instant sur sa route.

Ce n'est pas sans raison que le travail de notre compatriote est considéré, par les chimistes les plus compétents de notre époque, comme un travail classique et comme l'un des plus consciencieux et des mieux faits qui aient paru dans ces derniers temps.

On conçoit, en effet, son importance en réfléchissant que, sans la connaissance exacte des poids atomiques des corps, le chimiste marche en quelque sorte au hasard. Sans elle, aucune opération ne peut fournir des résultats favorables ; c'est le pivot autour duquel tournent toutes les recherches scientifiques et toutes les applications industrielles auxquelles la chimie sert de base.

La première des synthèses indiquées plus haut a été faite par quatre procédés différents, dont les résultats sont très-concordants et permettent à M. Stas de conclure que-

100,000 d'argent produisent 152,850 de chlorure de ce métal.

La seconde synthèse a été effectuée à l'aide de la dissolution de 77 à 400 grammes d'argent dans l'acide nitrique, de l'évaporation et de la dessiccation complète du nitrate d'argent.

Sur sept opérations, dont une exécutée dans des vases de platine et les autres dans des appareils en verre de Bohême, M. Stas a obtenu en moyenne 157,472 de nitrate par 100,000 de métal employé.

La troisième synthèse a été faite par la combinaison directe du soufre avec l'argent, laquelle, exécutée avec soin, produit du sulfure d'argent *admirablement cristallisé*.

La moyenne de 5 opérations dont le plus grand écart n'est que de 0,005 a fourni 114,8522 de sulfure par 100,000 d'argent.

La quatrième synthèse, qui avait pour objet celle du nitrate de plomb, a été faite d'une façon analogue à celle du nitrate d'argent. Le plomb, dont la purification offre encore plus de difficultés que celle de l'argent, a été préparé par 4 procédés différents.

Dans une première série de 6 opérations, dans laquelle le nitrate a été desséché entre 140° et 160°, M. Stas a obtenu une moyenne représentée par 159,974 de nitrate pour 100,000 de plomb.

Dans une seconde série de 4 opérations, dans laquelle le nitrate a été desséché dans le vide, à la température de 155°, il a obtenu 159,9645 de nitrate pour 100,000 de plomb.

La dernière synthèse faite par M. Stas est celle du sulfate de plomb.

Celle-ci est encore plus laborieuse que les précédentes,

à cause des difficultés dont elle est entourée et de la facilité avec laquelle les vases de verre les plus réfractaires sont attaqués par l'acide sulfurique.

En remplaçant ces derniers par des vases de platine, M. Stas a échappé à cet inconvénient; il n'a pas moins heureusement surmonté tous les autres obstacles qu'il a rencontrés.

Des 6 opérations très-concordantes qu'il a exécutées, il déduit une moyenne qui fournit 146,4273 de sulfate pour 100,000 de plomb employé.

Les autres opérations, qui ont eu pour but les analyses et la recherche des nombres proportionnels précédemment indiqués, ont été conduites avec la même habileté et sont décrites par l'auteur avec la même lucidité et dans les plus grands détails.

Notons en passant qu'il a été le premier à faire l'analyse du chlorate de potassium à l'aide de l'acide chlorhydrique, analyse qui jusqu'à présent n'avait été faite qu'à l'aide de la chaleur, en dégageant tout l'oxygène contenu dans le chlorate et en le transformant en chlorure de potassium.

Les deux méthodes ont fourni des résultats très-concordants, puisque la moyenne de l'une est représentée par 59,1572 d'oxygène dégagé et par 60,8428 de chlorure de potassium produit au moyen de 100,000 de chlorate, et la moyenne de l'autre, par 59,1540 d'oxygène et 60,8460 de chlorure de potassium.

Pas moins de 24 essais ont été faits pour établir le rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure de potassium; 10 essais ont eu lieu pour obtenir le même rapport entre l'argent et le chlorure de sodium et 14 autres pour rechercher celui entre l'argent et le chlorure d'ammonium.

La moyenne des résultats a été pour le premier rapport de 69,105; pour le second, de 54,2078, et, pour le troisième, de 49,5944 de chlorure alcalin équivalant à 100,000 d'argent.

Quant aux rapports proportionnels entre le nitrate d'argent et les chlorures de potassium et d'ammonium, ils ont été obtenus, le premier à l'aide de 10 essais et le second à l'aide de 4 essais.

La moyenne fournie par ces divers essais est de 45,8758 de chlorure de potassium et de 51,488 de chlorure d'ammonium équivalant à 100,000 de nitrate d'argent.

Malgré tous les détails dans lesquels nous venons d'entrer, il est impossible de donner une idée exacte des travaux considérables que le mémoire de M. Stas a nécessités et de la persévérance qu'il lui a fallu pour le conduire à bonne fin.

En résumé, il résulte de ces recherches que l'oxygène étant représenté par 8,

Le poids atomique de l'argent sera représenté par . . .	107,945
— du chlore . . . . .	55,46
— du potassium . . . . .	59,15
— du sodium . . . . .	25,05
— de l'ammonium . . . . .	18,06
— de l'azote . . . . .	14,041
— du soufre . . . . .	15,0574
— du plomb (synthèse du sulfate). . .	105,435
— du plomb ( — du nitrate). . .	105,460

En tirant une conclusion rigoureuse de ces expériences, on doit admettre que la loi de Prout n'est pas exacte; elle n'est même, d'après M. Stas, *qu'une pure illusion*. Selon lui, on doit regarder les corps indécomposables de notre globe comme des êtres distincts, n'ayant aucun rapport simple de poids entre eux.



Le jury n'ignore pas les objections qui ont été faites à cette opinion, basée elle-même sur des expériences consciencieusement faites et habilement conduites.

Mais, ainsi qu'il a été dit au commencement de ce rapport, le jury n'a pas à se prononcer sur la valeur de cette assertion, que le temps et l'expérience finiront par confirmer ou par détruire.

La tendance véritablement scientifique du travail de M. Stas, jointe à un rare mérite d'exécution, a seul guidé le jury dans son appréciation et l'a déterminé à lui accorder ses suffrages.

*Les Membres du Jury :*

A. NERENBURGER, J. LIAGRE, MELSENS, H. VALERIUS,  
SCHAAR, C. LAMARLE, L. DE KONINCK, rapporteur.









Date Due

---

AUG 31 1968



3 2044 093 256 352

