



UNIVERSITY OF ILLINOIS  
LIBRARY

Class  
506

Book  
AR

Volume  
Ser. 3, v. 3

Ja 09-20M

~~ECOLOG~~

Remote  
Storage









**ARCHIVES**  
**DES**  
**SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES**

---

Genève. — Imprimerie Charles Schuchardt.

---



BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

---

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

---

LIBRARY  
UNIVERSITY OF ILLINOIS  
TROISIÈME PÉRIODE

TOME TROISIÈME

---

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE

GEORGES BRIDEL

Place de la Louve, 1

PARIS

G. MASSON

Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

---

1880

506  
AR  
Ser. 3, V. 3

Remote  
Storage

UNIVERSITY OF CALIFORNIA  
LIBRARY



## LES SEICHES DICROTES

---

I. LETTRE DE M. F.-A. FOREL A M. J.-L. SORET

Morges, janvier 1880.

Au mois de juin 1879, je vous demandai de bien vouloir étudier un type particulier d'ondulations que j'avais constaté dans les seiches de notre lac Léman, les *seiches dicrotes*. Vous avez eu l'obligeance de répondre à mon appel, et l'analyse que vous en avez faite vous a permis de reconnaître, dans ce type compliqué, l'interférence de deux ordres d'oscillation fixe, de durées différentes, l'une ayant un peu moins de la moitié de la durée de l'autre; vous avez supposé que l'une est une onde uninodale, l'autre une binodale. Cette distinction a pris une telle importance pour la théorie des seiches de notre lac qu'il est nécessaire d'en donner actuellement une description précise, afin que nous puissions nous baser sur votre démonstration pour le développement des faits que MM. Ph. Plantamour, Ed. Sarasin et moi-même nous avons constatés dès lors.

Je vais donc essayer de résumer la description de ce type d'ondulation, et je serais heureux si vous vouliez bien faire suivre cette description de l'interprétation que vous en donnez.

Les seiches des lacs sont des mouvements réguliers et répétés de flux et de reflux, mouvements dont le rythme est, d'une manière générale, constant dans la même station. Ce rythme n'a aucun rapport avec la position des astres et n'a rien à faire avec la marée; il n'est fonction que des dimensions du lac, longueur et profondeur. Je crois avoir démontré que les seiches sont une des manifestations d'un mouvement pendulaire qui fait balancer la masse entière de l'eau du lac des deux côtés d'un axe médian.

Les seiches se traduisent sur les traces d'un limnographe par des ondulations régulières dont le type, toujours le même dans ses traits généraux, varie cependant de deux manières :

a) Dans son amplitude, suivant l'intensité de l'impulsion mécanique génératrice du mouvement de balancement, et suivant le nombre d'oscillations qui se sont succédées depuis l'impulsion première;

b) Dans sa complication, suivant qu'une seule impulsion génératrice a fait balancer l'eau du lac ou bien que plusieurs impulsions se sont succédées avant l'extinction du premier mouvement, et font interférer leurs ondulations.

Il est un type spécial qui se présente très fréquemment dans l'oscillation des seiches et qui me semble mériter d'être étudié et décrit; il est caractérisé par l'existence, sur les traces limnographiques, d'ondulations compliquées, une onde secondaire venant toujours broder sur l'onde principale; il doit être le résultat de la superposition de deux séries d'ondes, qui interfèrent l'une sur l'autre suivant des lois toujours les mêmes.



J'appellerai ce type spécial *seiches dicrites* en analogie avec le mouvement dicrote du pouls dans certains états pathologiques.

Il se retrouve parfois sur les tracés de seiches transversales du lac Léman, dessinées par mon limnimètre enregistreur de Morges; il est beaucoup plus fréquent et beaucoup mieux développé sur les tracés du limnographe de Sécheron, près Genève, dont je dois la communication à l'obligeance de M. Ph. Plantamour.

J'ai dans la planche I figuré six exemples de ces seiches dicrites, réduites au cinquième d'après les tracés originaux de Sécheron; je me servirai de ces dessins pour faire une description rapide du type.

Ainsi que je l'ai dit, dans les seiches dicrites, on voit toujours une onde secondaire brochant sur l'onde principale; nous avons donc à considérer deux séries d'ondes :

a) L'onde principale ne semble pas différer sensiblement de l'onde normale des seiches simples; elle se rapproche fort de la sinusoïde plus ou moins élancée des seiches normales (comparez pl. I, fig. 6). La durée de l'onde principale des seiches dicrites varie dans certaines limites; en moyenne elle correspond à la durée normale des seiches de la station : dans le cas qui nous occupe, seiches longitudinales du lac Léman, elle est de 73 minutes;

b) L'onde accessoire varie d'amplitude relative; parfois très faible, beaucoup plus faible que dans aucun des exemples de la planche I, elle n'apparaît souvent que comme un petit ressaut sur l'onde principale. D'autrefois elle est très évidente et très nette, pl. I, fig. 1, 2, 3 et 7. D'autrefois, enfin, elle est tellement développée qu'elle égale presque dans son amplitude l'onde principale, pl. I, fig. 5 et surtout fig. 4.

Un des caractères principaux du dicrotisme, c'est que dans les seiches successives, l'onde accessoire se déplace constamment sur l'onde principale, et cela toujours dans la même direction ; elle avance toujours sur l'onde principale.

Prenons par exemple la figure 1 : les seiches n<sup>os</sup> 6 et 7 ont leur onde accessoire située sur le côté gauche et en haut de l'onde principale ; cette onde principale descend de ce côté gauche dans les seiches 8, 9 et 10 ; elle vient se placer dans les creux séparant les ondes principales n<sup>os</sup> 11, 12, 13 et 14 ; dans les seiches 15 à 20, elle remonte sur le flanc droit de l'onde principale, jusqu'à ce qu'elle arrive enfin en haut aux seiches n<sup>os</sup> 21 et 22. Nous pouvons suivre le même déplacement dans les seiches n<sup>os</sup> 24 à 35 ou n<sup>os</sup> 35 à 49 de la même figure 1.

Comment interpréter cette courbe ?

La première supposition qu'on est amené à faire en présence de cette courbe résultante, c'est d'y chercher l'interférence de deux séries d'ondes sinusoïdes, de durée presque semblable, l'onde accessoire étant un peu plus faible d'amplitude et un peu plus courte de durée que l'onde principale, l'une ayant une durée de 73 minutes, l'autre de 71 minutes. Mais dans cette supposition, nous devrions trouver de place en place quelque chose d'analogue aux *battements* des ondes sonores. Lorsque, dans leur déplacement relatif et progressif, les sommets des ondes des deux séries viendraient à coïncider, les deux ordres, se superposant et s'additionnant dans leurs sommets et dans leurs creux, devraient nous donner une ou deux seiches dépassant les autres de toute la valeur de l'onde accessoire.

Or cela n'a pas lieu ; que l'on cherche sur la planche I,

les points où devraient se trouver ces battements hypothétiques, les points que j'ai désignés par la lettre R, ou encore les seiches n<sup>os</sup> 4, 21, 34 et 49 de la figure 1, l'on ne trouvera rien de cette prédominance résultant de l'addition momentanée des deux ondes.

Si l'on analyse les allures des seiches à ces points R, on voit au contraire l'onde accessoire cesser de monter le long du flanc droit de l'onde principale, lorsque son sommet est arrivé à la hauteur de celui de cette dernière. Il en résulte que la seiche désignée sur mes figures par la lettre R présente un sommet bifurqué ou bifide; au lieu de montrer un sommet surélevé, résultant de l'addition de deux sommets différents; au point où devrait avoir lieu le battement, le sommet est comme échancré, comme excavé. A partir de ce moment, recommence le mouvement de déplacement relatif des deux ordres d'ondes que nous avons décrit plus haut; mais si l'on a soin de numéroter les ondes des deux séries, ou de les désigner comme je l'ai fait à la fig. 1 alternativement par un point noir ou un point blanc, on reconnaît que dans cette nouvelle période c'est la série des ondes, qui avant la révolution étaient accessoires, qui devient série principale et vice versa, les rapports d'amplitude et de durée étant du reste les mêmes qu'auparavant.

Cette absence de battements et ces allures très caractéristiques et très spéciales des deux séries d'ondes, au point R, me font donc écarter la supposition de l'interférence de deux ondes de forme semblable et de durée très légèrement différentes.

Quelques mots encore sur les conditions réelles du phénomène. Si j'analyse dans ma figure 1 la belle série



de seiches longitudinales dicrites de Sécheron, du 7 janvier 1879 à 3 heures au 9 janvier à 15 heures, je trouve les faits suivants : elle se compose de 49 seiches doubles ou dicrites; l'amplitude de la seiche principale était de 7 à 5 centimètres, celle de la seiche accessoire de 1,5 à 1 centimètre. Pendant cette période, on rencontre trois fois, ces sommets bifurqués qui prennent la place des battements absents, à savoir :

la première fois à la 4<sup>me</sup> seiche

2 <sup>e</sup>	»	21 <sup>me</sup>	»
3 <sup>e</sup>	»	34 <sup>me</sup>	»

A en juger par le déplacement de l'onde accessoire, une quatrième de ces révolutions aurait eu lieu vers la 51<sup>e</sup> seiche. D'après cela, c'est en moyenne au bout de 15 à 16 seiches dicrites qu'a lieu le retour des mêmes positions, la période des seiches dicrites est donc de 15 à 16 seiches. Ce chiffre est confirmé par l'étude des autres exemples que j'ai eu entre les mains.

La différence de durée entre les deux séries d'ondes correspond environ à 73 minutes entre deux ondes principales, 71 minutes entre deux ondes accessoires.

Les seiches dicrites sont relativement très rares à Morges. Je les trouve exceptionnellement sur les seiches transversales telles qu'elles se dessinent à mon enregistreur. Ainsi, j'en ai donné des exemples dans les planches de deux mémoires que j'ai publiés sur les seiches<sup>1</sup>. Je les avais prises à tort pour l'interférence de deux mouvements semblables, de point de départ un peu différent.

Je ne les trouve jamais dessinées sur les seiches lon-

<sup>1</sup> *Archives des Sciences phys. et nat.*, t. LVI, pl. II, fig. 2 et 3 ; t. LXIII, pl. IV, fig. 3 et 4.

gitudinales, telles qu'elles me sont fournies par mon limnographe de Morges, ou du moins, si elles y existent, elles y sont si faibles que je ne puis en distinguer les rapports.

En revanche, elles sont très fréquentes à Sécheron ; on peut presque les dire normales. Ainsi, par exemple, dans les six premières semaines de l'année 1879, j'ai compté sur les tracés de Sécheron :

Seiches dicotes  $18\frac{1}{2}$  jours.

Seiches simples  $11\frac{3}{4}$  »

Le reste du temps les seiches étaient assez irrégulières pour que je n'aie pas pu reconnaître avec sûreté leur type, ou bien elles appartenait à des types plus compliqués.

Agréez, etc.

Prof. D<sup>r</sup> F.-A. FOREL.

## II. — LETTRE DE M. J.-L. SORET A M. F.-A. FOREL.

Genève, janvier 1880.

Je me rends volontiers à la demande que vous m'adressez d'exposer la manière dont je crois que les seiches dicotes peuvent être expliquées ; cependant, je dois vous rappeler que j'en ai fait seulement une étude superficielle et rapide, et que l'hypothèse à laquelle j'ai été conduit, avant de pouvoir être admise, aura besoin d'être sérieusement contrôlée par l'observation.

Les courbes dicotes que tracent fréquemment les limnimètres enregistreurs et que vous avez décrites, me paraissent accuser d'une manière incontestable la superposition de deux mouvements d'oscillation simultanés dont

l'un a une durée dépassant un peu le double de la durée de l'autre. C'est ce dont il est facile de se convaincre par un simple tracé graphique plus facile à comprendre qu'un calcul qui, sans présenter de difficultés, serait cependant assez complexe.

Supposons un mouvement de balancement ou d'oscillation simple dont la durée soit de 72 minutes en nombre rond, et qu'aucune cause perturbatrice ne vienne troubler : la courbe tracée par l'enregistreur sera une sinusoïde telle que celle qui est représentée par la ligne ponctuée AA de la figure 1, pl. II. — Les temps sont pris comme abscisses, et les ordonnées, qui représentent le niveau de l'eau, seront positives ou négatives, suivant qu'elles sont au-dessus ou au-dessous du niveau moyen NN. Les ondulations de cette courbe seront d'autant plus accentuées que l'amplitude du mouvement d'oscillation sera elle-même plus grande.

Supposons un second mouvement d'oscillation simple d'une durée de 35 minutes, c'est-à-dire un peu plus petite que la moitié de la durée du premier mouvement. Si ce second mouvement existait seul, la courbe tracée par l'enregistreur serait encore une sinusoïde, mais de période plus courte, telle que celle qui est représentée par la ligne ponctuée BB de la figure. Ici encore la grandeur absolue des ordonnées et l'accentuation des inflexions dépendront de l'amplitude des oscillations.

Arrivons au cas où les deux mouvements dont nous venons de parler se produisent simultanément. La courbe donnée par l'enregistreur sera évidemment obtenue en prenant pour ordonnée correspondant à un point quelconque de l'axe des abscisses, la somme algébrique des ordonnées en ce point des deux courbes composantes AA



et BB. On aura, en faisant cette construction, la courbe CC tracée par une ligne pleine sur la figure et qui représente la résultante des deux courbes AA et BB.

Il suffit d'un coup d'œil pour reconnaître l'analogie complète qui se manifeste entre cette courbe théorique CC et les courbes tracées réellement par le limnimètre, telles que celles que vous avez données, fig. 1, 2 et 3, pl. I.

Dans le cas de la figure théorique, on a supposé entre les amplitudes des deux mouvements composants AA et BB le rapport approximatif de 2 : 1 ; on a supposé de plus une coïncidence exacte dans le moment des deux maxima au point de départ de la courbe. On a pris, comme nous l'avons dit, des durées d'oscillation de 72 et 35 minutes. J'ai choisi arbitrairement ces données, parce qu'elles m'ont paru répondre à un type fréquent des tracés des enregistreurs.

Examinons maintenant d'un peu plus près les caractères de cette courbe résultante CC, et appelons pour abrégier *grande composante* la courbe AA, correspondant au mouvement d'oscillation le plus lent, et *petite composante* la courbe BB, correspondant au mouvement le plus rapide. Nous sommes conduits aux remarques suivantes :

1<sup>o</sup> La forme prédominante de la résultante est celle de la grande composante, en ce sens que, abstraction faite des petites inflexions ou *broderies*, et de la position exacte des maxima ou minima, chaque sinuosité de la grande composante se traduit par une grande sinuosité de la résultante et que l'amplitude comptée d'un grand maximum au grand minimum suivant est à peu près constante.

2<sup>o</sup> Lorsqu'un minimum de la petite composante coïncide exactement avec un maximum de la grande composante, la résultante présente deux maxima égaux sé-

parés par un petit minimum (sommets bifurqués) qui correspond à la position du maximum de la grande composante.

3° A partir d'une période présentant, comme il a été dit au n° 2, deux maxima égaux, en allant de gauche à droite dans la figure, on a d'abord un petit maximum, sur le versant de gauche des grandes ondulations, ce petit maximum s'abaissant d'une période à l'autre jusqu'à ce qu'il dépasse le grand minimum; puis il se place sur le versant de droite des grandes ondulations, en s'élevant d'une période à la suivante, jusqu'à ce qu'il arrive à reproduire la forme première de deux maxima égaux séparés par un petit minimum.

4° Si en prenant encore comme point de départ un sommet bifurqué, on numérote par 1, 2, 3, etc., les maxima suivants (grands ou petits), on voit que les grands maxima portent des numéros pairs, et les petits maxima des numéros impairs, jusqu'à ce qu'on arrive à un nouveau sommet bifurqué, soit à deux maxima égaux dont le premier porte un numéro pair et le second un numéro impair. A partir de ce point, en continuant la numérotation, ce sont les grands maxima qui portent des numéros impairs, et les petits maxima des numéros pairs. Il résulte de là l'illusion qu'au bout d'une certaine période les petits maxima se changent en grands maxima. Cette illusion est facilitée par le fait que la position des grands maxima de la résultante est déplacée par rapport à la position des maxima de la grande composante du côté opposé à celui où se trouve la broderie ou petit maximum suivant, en sorte que pour l'ondulation à gauche d'un sommet bifurqué, le grand maximum est rejeté à gauche, tandis que pour l'ondula-

tion à droite du sommet bifurqué, le grand maximum est rejeté à droite. — L'inspection de la figure permet de se rendre facilement compte de ce qui se passe.

5° Si l'on réunit par une ligne enveloppe tous les grands maxima, et par une autre ligne enveloppe tous les grands minima, ces lignes (non tracées dans la figure) forment deux courbes sensiblement parallèles l'une à l'autre, dont les points les plus bas correspondent aux sommets bifurqués, entre lesquels elles s'élèvent notablement. Au premier coup d'œil, il semble résulter de là que le niveau moyen de l'eau doit subir une variation périodique répondant à des intervalles de temps beaucoup plus grands que la durée de 72 minutes d'une oscillation de la grande composante. Mais cela n'est pas exact : l'examen de la figure montre que dans les parties où les lignes enveloppes sont élevées, les minima de la résultante CC, quoique surélevés, sont plus *larges* que les maxima également surélevés, en sorte que le niveau moyen n'est pas à égale distance des deux courbes enveloppes.

Les différents caractères que je viens d'énumérer se présentent habituellement sur les tracés dicrotes de l'enregistreur de Sécheron, que M. Plantamour a bien voulu me permettre d'examiner.

J'ai à peine besoin d'ajouter que les données choisies pour le tracé de la courbe théorique peuvent être modifiées à l'infini : le rapport de la durée d'oscillation des deux mouvements et leur phase, les variations d'amplitude relative et absolue des deux composantes, auront sur la forme de la résultante des influences dont il sera facile de se rendre compte; mais les caractères généraux se retrouveront toujours à un certain degré. Je ne veux pas allonger sur ce sujet, cependant je dois signaler quelques points :



1° Le rapport de durée des deux mouvements qui interfèrent étant celui de 72 : 35, que j'ai pris arbitrairement comme type, on voit qu'au bout de 16 oscillations de la grande composante, soit au bout de 1152 minutes, la forme de la résultante est redevenue identique à ce qu'elle était au point de départ ; on peut appeler *longue période* cette durée après laquelle on est revenu à l'état primitif, et qui comprend un certain nombre d'oscillations de la grande et de la petite composante. — Si le rapport de durée des deux mouvements est autre que celui de 72 à 35, la durée de la longue période sera modifiée : s'il se rapproche de 2 : 1, la *longue période* s'allonge ; et au moment où il atteint 2, la longue période passe d'une durée infinie à la durée d'une seule oscillation de la grande composante. (Le même fait se reproduirait pour tout rapport simple 2 : 1, 3 à 1, etc.) — Si le rapport dépassait 2 : 1, la longue période serait de nouveau très grande, la forme générale de la courbe serait principalement modifiée en ce que les broderies ou petits maxima se déplaceraient en sens inverse, etc. Quels sont ceux de ces cas qui se réalisent ? C'est à l'observation à le déterminer.

2° Lorsqu'il y a coïncidence exacte d'un minimum de la petite composante avec un maximum de la grande composante, on obtient la forme du sommet bifurqué, dont il a été souvent question plus haut. Mais quand il y a coïncidence des maxima de la grande et de la petite composante, au lieu d'un sommet bifurqué à deux maxima égaux, la résultante présente, à droite et à gauche, deux ondulations dans lesquelles les petits maxima se suivent sans être séparés par un grand maximum : on a ainsi la forme représentée fig. 2, pl. II. — Inversement lors-

qu'il y a coïncidence d'un maximum de la petite composante avec un minimum de la grande composante, on obtient un *créux bifurqué*, fig. 3, pl. II; et s'il y a coïncidence des maxima de la grande et de la petite composante, la résultante accuse deux petits minima se suivant immédiatement : c'est ce qui a lieu dans la figure 1, à égale distance des deux sommets bifurqués. — Ces différentes formes m'ont paru se présenter dans les tracés du limnimètre de Sécheron.

3° Le type de la figure 1 répond au cas où l'amplitude de la grande composante est notablement plus grande que celle de la petite composante, cas qui paraît se réaliser souvent. Mais il peut aussi se faire que l'amplitude de la petite composante atteigne ou dépasse celle de la grande composante; on obtient alors une courbe résultante beaucoup plus heurtée dont la forme rappelle celle des lettres M ou de W. La figure 4 représente un cas de ce genre; on a pris entre les amplitudes le rapport de 1 : 1 $\frac{1}{2}$ , les autres circonstances étant les mêmes que pour la figure 1. L'analogie avec le tracé de l'enregistreur représenté, figure 5 de la pl. I, me paraît très évidente.

En résumé, sans crainte de se tromper, je pense qu'on peut admettre que les tracés de seiches dicrotés résultent de l'interférence de deux mouvements d'oscillation dont l'un a une durée un peu plus du double de celle de l'autre.

Maintenant à quelle cause peut-on attribuer ces deux mouvements concomitants? L'un, celui que nous avons appelé la grande composante, paraît évidemment le mouvement de balancement de 72 ou 73 minutes de durée que le limnimètre de Sécheron accuse presque constam-

ment d'une manière plus ou moins accentuée; c'est le mouvement correspondant aux seiches longitudinales uniodales. Quant au second mouvement, je suis porté à croire que c'est un balancement binodal, qui peut parfaitement, je dirai même qui doit habituellement accompagner le balancement uninodal.

La durée de ce balancement binodal serait donc un peu moins de la moitié de la durée du balancement uninodal.

On pourra objecter que d'après les expériences de M. Guthrie, le rapport de la durée de ces deux modes de balancements doit être celui de  $\sqrt{2}:1$  et non pas voisin de  $2:1$ . Mais ces expériences ont porté sur des bassins dans lesquels la profondeur était grande relativement à la longueur, et comme vous l'avez fait voir, comme le montre la formule de Merian, simplifiée par Sir William Thomson<sup>1</sup>, quand la profondeur est faible, les lois sont différentes: la durée du balancement uninodal, par exemple, devient proportionnelle à la longueur du bassin, et non à la racine carrée de cette longueur, comme dans les expériences de M. Guthrie.

Quelques raisons me font présumer que dans un bassin rectangulaire régulier, si la profondeur était extrêmement petite relativement à la longueur, la durée du balancement binodal serait exactement la moitié de celle du balancement uninodal, de même que dans les vibrations d'une corde, le premier harmonique est à l'octave du son fondamental.

Dans le lac Léman, il peut parfaitement se faire que ce rapport de durée soit un peu différent à celui de  $2:1$ ,

<sup>1</sup> Voyez *Archives* 1876, t. LVII, p. 278.



soit parce que la profondeur exerçant une influence sensible, le rapproche légèrement du rapport de  $\sqrt{2}:1$  donné par M. Guthrie, soit par suite de l'irrégularité de la forme du bassin ou de frottements.

Ces deux mouvements, uninodal et binodal ne sont pas les seuls qui puissent se présenter : il doit s'y ajouter dans certains cas un balancement trinodal, quadrinodal, etc. dont il serait intéressant de rechercher la trace dans les courbes données par les enregistreurs.

Agréez, etc.

L. SORET.

---

# COMPTE RENDU

DES

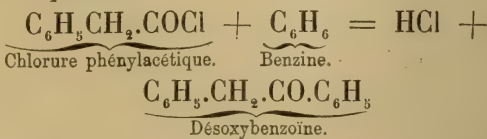
SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

---

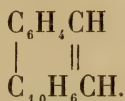
SÉANCE DU 10 MAI 1879.

M. Bungener communique à la Société une nouvelle synthèse de la désoxybenzoïne, réalisée par M. Græbe et lui en faisant réagir le chlorure de l'acide phénylacétique  $C_6H_5.CH_2.COCl$  sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium.

Le chlorure phénylacétique s'obtient facilement en triturant ensemble molécules égales d'acide phénylacétique et de pentachlorure de phosphore. On chauffe ensuite à  $110-120^\circ$  en faisant passer un courant d'acide carbonique pour chasser l'oxychlorure de phosphore. Le résidu peu coloré constitue le chlorure presque pur, qu'on emploie directement, car il se décompose à la distillation. On le mélange avec un excès de benzine et on introduit peu à peu du chlorure d'aluminium tant qu'il réagit encore. On verse ensuite le liquide foncé dans l'eau, on lave à la potasse, et on obtient par distillation et cristallisation ultérieure dans l'alcool la désoxybenzoïne pure. La réaction se fait d'après l'équation



Les mêmes auteurs sont arrivés à une synthèse du chrysène qui fixe la formule de cet intéressant hydrocarbure. En faisant réagir le chlorure phénylacétique sur la naphthaline en présence du chlorure d'aluminium, on obtient la benzylnaphtyl-kétone  $C_6H_5CH_2COC_{10}H_7$ . Celle-ci, réduite par l'acide iodhydrique et le phosphore à 150-160°, donne le carbure  $C_6H_5CH_2CH_2C_{10}H_7$ , lequel, dirigé en vapeur à travers un tube chauffé au rouge, perd 4 atomes d'hydrogène et fournit du chrysène, dont la formule est en conséquence



M. Nölting parle sur *la ténacité des métaux considérée comme fonction périodique de leur poids atomique*. Dans ces derniers temps, on s'est souvent occupé des relations entre le poids atomique ou moléculaire des corps et leurs propriétés physiques et chimiques, et MM. Lothar Meyer<sup>1</sup> et Mendeléeff<sup>2</sup> principalement, ont démontré que la plupart de celles-ci peuvent être considérées comme des fonctions périodiques des poids atomiques. Jusqu'à présent on n'avait pas encore pris en considération la ténacité des corps, c'est-à-dire leur résistance contre la traction; elle aussi, autant qu'elle est connue, se manifeste comme une fonction périodique du poids atomique, et

<sup>1</sup> Lothar Meyer. *Liebig's Annalen*, Supplementband VII, et *Die modernen Theorien der Chemie und ihre Bedeutung für die chemische Statik*.

<sup>2</sup> Mendeléeff. *Liebig's Annalen*, Supplementband VIII, et *Moniteur scientifique* 1879, pag. 691.

Un exposé de ces doctrines se trouve dans le nouvel ouvrage de M. Würtz, *La théorie atomique*, et dans le *Traité de chimie générale* de M. Schützenberger.



vient porter un nouvel exemple à l'appui de la généralité de la loi.

M. le professeur Fritz <sup>1</sup>, de Zurich, a le premier fait remarquer qu'il existe certaines relations entre la ténacité des métaux et leur équivalent, mais les lois intéressantes qu'il a déduites de quelques cas particuliers, manquent de généralité.

La mesure de la ténacité est le *module de rupture*, qu'on désigne en mécanique par la lettre K, et qui est égal au nombre de kilogrammes nécessaire pour provoquer la rupture d'une barre d'un corps quelconque, ayant une section de 1 millimètre carré. Bien que les nombres trouvés pour K, par les différents observateurs, diffèrent parfois considérablement, la régularité, lorsqu'on considère la moyenne, ne se laisse point méconnaître. Les chiffres pour K ont été puisés en partie dans l'ouvrage de Weisbach, *Ingenieur und Maschinen-Mechanik*, en partie dans l'article de M. Fritz, en partie dans le *Dictionnaire de Chimie* de M. Würtz, en partie enfin dans le *Traité de Chimie générale* de M. P. Schützenberger, t. I, p. 290.

En prenant comme point de départ la courbe construite par M. L. Meyer, dans laquelle les poids atomiques figurent les abscisses et les volumes atomiques les ordonnées, on voit à la première inspection que les métaux tenaces sont tous situés près des points minimum et que la ténacité va de là en décroissant progressivement jusqu'aux points maximum qui sont occupés par les métaux alcalins. Sur les branches descendantes de la courbe, sont

<sup>1</sup> H. Fritz. *Ueber die gegenseitigen Beziehungen einiger physikalischen Eigenschaften bei den technisch wichtigsten Metallen. Vierteljahrsschrift der zürcher naturforschenden Gesellschaft XVI, p. 161.*

situés les métaux dont le module de rupture n'est généralement pas encore connu.

Dans la première période de la courbe, nous trouvons aux points minimum, le glucinium (béryllium), le bore et le diamant; leur module de rupture n'a pas été déterminé, mais il est hors de doute qu'ils possèdent une ténacité beaucoup plus considérable que les métaux alcalins situés aux deux maximum, le lithium et le sodium.

Dans la seconde période on trouve sur la branche descendante le magnésium, que M. Willm (Dictionnaire de Würtz) qualifie de peu tenace, au minimum, l'aluminium dont la ténacité est déjà assez considérable ( $K=11-13$  Fritz, 27,8 Weisbach, aussi tenace que l'argent (Debray, *Dictionnaire de Würtz*), ensuite, sur la branche ascendante, le silicium, corps cassant (les corps cassants sont généralement moins tenaces que ceux qui sont malléables), enfin au troisième maximum, le potassium.

La troisième période présente en son minimum les métaux ayant le plus petit volume atomique et la ténacité la plus grande. Sur la branche descendante se trouve, tout près du potassium, le calcium malléable et mou, ensuite viennent les métaux cassants, le vanadium, le chrome et le manganèse, sur la ténacité desquels on n'a pas encore de données, puis au minimum les trois métaux les plus tenaces, le fer, le cobalt, le nickel. Pour le fer,  $K$  est égal à 56, d'après Weisbach, 80 d'après le Dictionnaire de Würtz; 62,5 d'après le Traité de Schützenberger; les valeurs extrêmes trouvées par différents observateurs sont 25 et 90 (Fritz). Ces grandes variations proviennent évidemment de l'impureté des matériaux essayés. La ténacité du nickel est, d'après le Dictionnaire de Würtz, égale à une fois et demie celle du fer, à 80

d'après le *Traité de Schützenberger*, et celle du cobalt est 108 (*Traité de Schützenberger*). Après le nickel vient, sur la branche ascendante de la courbe, le cuivre, pour lequel  $K$  varie de 16 à 50 d'après M. Fritz, de 29 à 58 (Weisbach), est égal à 32 (Baudrimont), à 43 (*Dictionnaire de Würtz*), 34,4 (*Traité de Schützenberger*); ensuite le zinc,  $K = 7,2$  ou 12,4 (Schützenberger), puis l'arsenic et, au maximum, le rubidium.

Le ruthénium et le rhodium occupent le minimum de la quatrième période; d'après leur analogie avec le platine, il est à supposer qu'ils sont assez tenaces. Ensuite viennent le palladium,  $K = 27$ , l'argent,  $K = 28,5$  (Baudrimont), 16 à 36 (Fritz), 21,1 (Schützenberger); le cadmium,  $K = 2,3$  à 4,8; l'étain,  $K = 1,7$  à 4,3, 3,9 (Schützenberger); l'antimoine,  $K = 0,65 - 0,7$ , et au maximum enfin le césium.

Au minimum de la dernière période se trouvent l'iridium et le platine; pour ce dernier,  $K$  est égal 24 — 41 (Fritz), 46 (Weisbach), 31,2 (Schützenberger), et tout à côté l'or,  $K = 10 - 30$  (Fritz), 37 (Weisbach), 16,5 (Schützenberger); enfin, sur la branche ascendante, le plomb,  $K = 1,3 - 2,4$  (Fritz), 1,78 — 3 (Weisbach), 2,4 (Schützenberger), et le bismuth,  $K = 0,97$ .

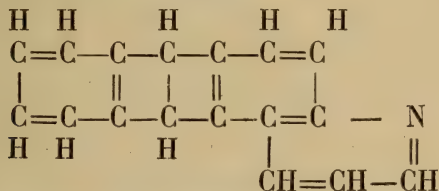
Bien que ce tableau soit plein de lacunes, on ne peut méconnaître une certaine régularité, et il est probable qu'elle se manifesterait bien plus clairement si on faisait des déterminations de ténacité comparatives dans les mêmes conditions et avec des matériaux chimiquement purs. Dans tous les cas, ce sujet ne paraîtra peut-être pas tout à fait indigne de l'attention des physiciens, et c'est ce qui a déterminé l'auteur à communiquer cette note, qu'il avait rédigée il y a déjà six ans et qui a été complétée de quelques nouveaux chiffres.



## SÉANCE DU 14 JUIN 1879.

M. Græbe a reçu de la Badische Anilin-und Soda-Fabrik une substance cristalline, rougeâtre, qui s'était déposée dans des vases en fonte, dans lesquels on avait fondu de la potasse. Elle appartient au système hexagonal, possède les propriétés optiques de l'hématite, et la composition d'un oxyde de fer hydraté,  $\text{Fe}_2\text{O}_4\text{H}_2$ . Sa densité est égale à 2,93, tandis que celle de l'hématite ( $\text{F}_2\text{O}_3$ ) est de 5 à 6, et celle de la Gœthite, qui a la même composition,  $\text{Fe}_2\text{O}_4\text{H}_2$ , mais qui cristallise dans le système orthorhombique, est égale à 3,6. Cet hydrate de fer est donc différent des minerais naturels, peut-être est-il identique avec l'hydrate obtenu par M. Roussin au moyen des nitroprussiates, dont les cristaux étaient extrêmement petits.

M. Græbe communique ensuite les idées qu'il s'est formées sur la constitution du bleu d'alizarine. La base  $\text{C}_{17}\text{H}_{11}\text{Az}$  qu'on obtint par réduction au moyen de la poudre de zinc, est probablement la quinoléine de la série de l'antracène et aurait la formule



Toutes ses réactions concordent bien avec cette manière de voir; c'est en effet une base tertiaire formant un iodure d'ammonium  $\text{C}_{17}\text{H}_{11}\text{N}.\text{CH}_3\text{I}$ , avec l'iodure de méthyle, et un hydrate d'ammonium, et elle se distingue par sa grande stabilité, ressemblant en ceci à la quinoléine.

La formation du bleu au moyen de la nitroalizarine, s'explique également, et on comprend pourquoi la nitroalizarine du commerce ( $\beta$  de MM. Schunk et Rœmer) qui a la constitution

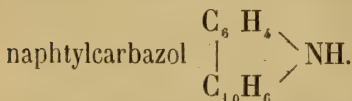


fournit le bleu, tandis que celle de Perkin, qui correspond à la purpurine et qui a la constitution



n'en donne point.

MM. Græbe et Knecht ont étudié une substance nouvelle que M. Brunck a trouvée il y a quelque temps dans les résidus d'anthracène et qui bout un peu plus haut que le soufre. Elle a la composition  $\text{C}_{16}\text{H}_{11}\text{N}$ , et présente dans ses réactions beaucoup d'analogies avec le carbazol  $\text{C}_{12}\text{H}_9\text{N}$ . Selon toutes les probabilités, c'est le phénylnaphtylcarbazol



Il fond à  $330^\circ$ ; son dérivé acétylique,  $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}$  ( $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}$ ) à  $421^\circ$ , et le dérivé nitrosé  $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}$  ( $\text{NO}$ ) à  $240^\circ$ . Par oxydation il fournit une quinone  $\text{C}_{16}\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$ , et par oxydation plus énergique un corps de la formule  $\text{C}_{16}\text{H}_8\text{O}_3$ , qui est à la fois une quinone et un analogue de la diphénylène-

oxyde  $\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} \rangle \text{O}$ ; le groupe NH est remplacé par le

groupe O. Avec la poudre de zinc, le corps  $\text{C}_{16}\text{H}_8\text{O}_3$  donne  $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{O}$ , qui est sans doute la phénylène-naphtylène-

oxyde  $\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{C}_{10}\text{H}_6 \end{array} \rangle \text{O}$ . Les auteurs essaieront de vérifier

leur manière de voir par la synthèse du carbazol et de l'oxyde.

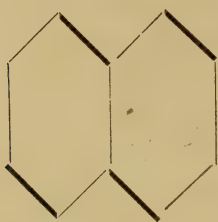
MM. Crafts et Ador ont étudié l'action de l'anhydride phtalique sur la naphthaline en présence du chlorure d'aluminium. Leur travail a été publié in extenso dans ce Journal, III<sup>e</sup> série, tome II, page 77.

#### SÉANCE DU 8 NOVEMBRE 1879.

M. Reverdin communique un travail sur les produits d'oxydation de la diméthyl-naphtylamine et de la naphtylamine, fait en collaboration avec MM. Monnet et Nölting. La diméthyl-naphtylamine, soumise à l'action d'oxydants divers, ne fournit pas trace de matière colorante, tandis que les anilines et toluidines méthylées donnent des colorants violets ou bruns. En la traitant par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, on obtient une petite quantité de naphtoquinone. La naphtylamine, soumise au même traitement, peut donner jusqu'à 40 pour 100 de ce corps. A côté de la naphtoquinone, il se forme de l'acide phtalique, qui parfois même est le produit principal de la réaction. L'acide amidonaphtylsulfureux ou naphthionique, obtenu en sulfoconjuguant la naphtylamine, donne également par oxydation de la naphtoquinone. La naphtoquinone, traitée en présence de l'acide sulfurique par la diméthylaniline, donne une matière colorante violette, soluble à l'alcool, dont l'étude n'a pas été poursuivie, et qui n'offre pas d'intérêt industriel. M. Græbe fait la remarque qu'il a obtenu, il y a plus d'une année, l'acide phtalique en oxydant la naphtylamine par le permanganate de potasse. Ce fait démontre d'une manière irréfutable la formule que M. Erlenmeyer et lui avaient autrefois propo-



sée pour la naphthaline, formule d'ailleurs presque universellement admise, qui considère cet hydrocarbure comme formé par la réunion de deux noyaux benzoliques. En effet la nitronaphtaline, dont dérive la naphtylamine, se transforme par oxydation, d'après MM. Beilstein et Kurbatow, en acide nitronaphtalique. Donc il est indifférent quelle moitié de la naphthaline on détruit, on tombe toujours sur l'acide phtalique; cet hydrocarbure doit avoir une structure absolument symétrique.

NO<sub>2</sub>

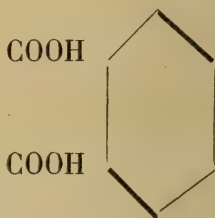
Nitronaphtaline.

NO<sub>2</sub>

Acide nitrophtalique.

NH<sub>2</sub>

Naphtylamine.



COOH

Acide phtalique

M. Rilliet expose des recherches entreprises en collaboration avec M. Soret, sur des spectres d'absorption ultra-violettes des éthers azotiques et azoteux. Les éthers azotiques (éthyle, isobutyle et amyle) et azoteux (éthyle et amyle) absorbent énergiquement les rayons ultra-violettes et donnent des bandes d'absorption très caractéristiques,

différentes de celles que donnent les sels métalliques de ces deux acides. Nous nous abstenons d'entrer dans les détails de cette intéressante étude, les auteurs ayant l'intention de la publier *in extenso* dans ce journal.

M. Græbe rapporte la suite des recherches sur son nouveau carbazol, exécutées en collaboration avec M. Knecht. En chauffant un mélange d' $\alpha$ -naphtal et de phénol avec l'oxyde de plomb, ils ont obtenu une phénylène-naphtylène-oxyde

$$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{C}_{10}\text{H}_6 \end{array} \rangle \text{O},$$
 mais elle diffère de celle dérivée du carbazol; avec le  $\beta$ -naphtal ils n'ont pu encore l'isoler,

mais ils ont obtenu le dérivé dinaphtylénique 
$$\begin{array}{c} \text{C}_{10}\text{H}_6 \\ | \\ \text{C}_{10}\text{H}_6 \end{array} \rangle \text{O}.$$

La phényl- $\alpha$ -naphtylamine, distillée à travers un tube chauffé au rouge, ne donne pas de corps bien caractérisé, mais avec la phényl- $\beta$ -naphtylamine, on obtient facilement le nouveau carbazol, ce qui confirme la formule

$$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{C}_{10}\text{H}_6 \end{array} \rangle \text{NH}$$
 qui lui avait été attribuée.

M. Græbe relate, à cette occasion, le mode de préparation du carbazol ordinaire, qui n'avait pas été publié jusqu'ici. En distillant l'antracène sur la potasse caustique, pour le purifier, le carbazol reste dans le résidu à

l'état de combinaison potassique 
$$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} \rangle \text{NK},$$
 qui est décomposée par l'eau.

En traitant le potassium-carbazol par l'iodure de méthyle et d'éthyle, on produit le méthyl et l'éthyl-carbazol. L'acide nitrique donne avec le carbazol divers produits

de substitution; les dérivés bi et tétranitré ont été isolés. Ce dernier est un acide énergique, formant des sels cristallisables, analogues à ceux des dérivés nitrés de la diphenylamine. — Le carbazol ordinaire n'a pas été encore transformé par oxydation en diphenylène-oxyde; cependant on remarque l'odeur de ce corps dans les fabriques d'alizarine pendant l'oxydation de l'anthracène, et il est probable que c'est le carbazol qui lui donne naissance.

M. Græbe ajoute que M. Caro et lui ont obtenu par oxydation de l'acridine, base énergique, isomère du carbazol, un acide qui, par distillation sèche, fournit de la quinoléine.

M. Knecht a étudié les dérivés chlorés du carbazol. En traitant le carbazol, en suspension dans l'acide acétique, le liquide devient bleuâtre, jaunâtre, verdâtre, enfin rouge. Si l'on interrompt alors la réaction, on obtient le trichloro-carbazol, aiguilles blanches fusibles à  $185^{\circ}$ , ni distillable, ni sublimable sans décomposition. En continuant l'action pendant 10 à 12 heures jusqu'à ce que le chlore ne soit plus absorbé, il se forme le dérivé hexachloré, fondant à  $225^{\circ}$ , se décomposant également à la distillation. Le pentachlorure d'antimoine au bain-marie fournit le dérivé

octochloré  $\left. \begin{array}{l} \text{C}_6\text{Cl}_4 \\ | \\ \text{C}_6\text{Cl}_4 \end{array} \right\} \text{NH}$ , fusible à  $285^{\circ}$ , distillant et se

sublimant sans décomposition. En chauffant avec le pentachlorure un tube scellé graduellement jusqu'à  $250^{\circ}$ - $260^{\circ}$ , et traitant entre temps par le chlore gazeux, on obtient comme produit final la pentachlorobenzine  $\text{C}_6\text{Cl}_6$ , et non le perchlorodiphényl  $\text{C}_{12}\text{Cl}_{10}$ .

MM. Merz et Weith avaient émis l'opinion que tous les



corps contenant le groupement diphénylique  $\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$  don-

naient par chloruration à outrance le perchlorodiphényl. Comme le phénanthrène à qui l'on donne habituellement

la formule  $\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4\text{CH} \\ | \quad || \\ \text{C}_6\text{H}_4\text{CH} \end{array}$  fournit de la perchlorobenzine, ils

supposèrent qu'ils ne contenait pas le groupement diphénylique et lui assignèrent la constitution  $\text{C}_6\text{H}_4=\text{CH}-\text{CH}=\text{C}_6\text{H}_4$ , qui ne rend pas si bien compte de ses réactions. Les expériences de M. Knecht montrent que la loi de MM. Merz et Weith n'est pas générale, attendu que le carbazol, qui renferme sûrement le groupement diphénylique, donne aussi la perchlorobenzine. Il n'y a donc pas de raison pour abandonner l'ancienne formule du phénanthrène.

E. NÖLTING, *secrétaire*.

SUR LA  
**CONSTITUTION DE L'ÉTHYLÈNE DIBROMÉ**

PAR

**M. E. DEMOLE**

---

Au moment d'écrire ces lignes, je lis dans les « *Berichte d. d. ch. Gesellsch. zu Berlin* » 1879 — 16 — 2073 — un travail de M. Anschütz sur le même sujet.

Il y a deux corps de la formule  $C_2H_2Br_2$ , l'un, le dibromure d'acéthylène, l'autre, l'éthylène dibromé.

M. Anschütz démontre d'une façon assez admissible que le dibromure d'acéthylène est symétrique :



d'où il conclut que l'éthylène dibromé est assymétrique :



Le raisonnement n'est pas mauvais, mais il me paraît incomplet, au moins pour ce qui touche à la constitution de l'éthylène dibromé, qui ne reçoit ainsi qu'une démonstration purement indirecte.

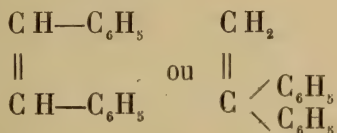
Au demeurant, on verra, par les faits qui vont suivre que j'arrive aux mêmes résultats que M. Anschütz, mais d'une façon purement expérimentale.

En soi, la constitution du dérivé dibromé de l'éthylène

a de l'importance, car elle peut aider à expliquer le phénomène d'oxydation que subit ce corps par l'oxygène libre déjà à la température ordinaire. Ayant obtenu de MM. Friedel et Crafts l'autorisation de faire agir le *chlorure d'aluminium* sur le benzol et l'éthylène dibromé, je suis arrivé à établir avec une très grande netteté la constitution dissymétrique de ce dernier corps.

*Action de la benzine sur l'éthylène dibromé en présence de  $Al_2Cl_6$ .*

Au moyen de la belle réaction de MM. Friedel et Crafts appliquée aux deux corps ci-dessus, les deux bromes de l'éthylène dibromé pouvaient être remplacés par des phényles et l'on pouvait obtenir :



suivant la constitution symétrique ou dissymétrique du corps ci-dessus. En outre on pouvait obtenir aussi des dérivés phénylés de l'éthane (triphénylétanes), par analogie avec ce qui a lieu dans la réaction de la benzine sur l'éthylène, en présence de  $Al_2Cl_6$ <sup>1</sup>.

28 grammes d'éthylène dibromé pur (87—92° c.) sont dissous dans 150 gr. de benzine pure (fus. vers 5—6° c.) et additionnés peu à peu à la température ordinaire de 40 à 50 gr. de  $Al_2Cl_6$  par petites portions.

La réaction est assez calme et ne s'établit un peu vivement que vers la fin de l'expérience, lorsque la tempéra-

<sup>1</sup> Balsohn. *Bulletin de la Soc. ch. de Paris*, 1879, n° 12-15 juin.

ture s'est accrue. — Il se dégage de l'acide H Br que l'on conduit dans de l'eau <sup>1</sup>. Pour achever la réaction on chauffe quelques instants à l'ébullition, puis après refroidissement on lave à l'eau froide et sépare la couche hydrocarbonnée; cette dernière, débarrassée de la benzine sur le bain-marie est de suite distillée; on obtient d'emblée deux corps, dont l'un bout vers 170—190° et l'autre au-dessus de 350°. Le premier produit, convenablement purifié par fractionnement, bout à 174—176° (n. c.). C'est une huile non bromée, incolore, fortement réfringente, d'une odeur agréable, non cristallisable, même à basse température, soluble dans l'alcool, l'éther, insoluble dans l'eau.

L'analyse de ce composé conduit à la formule  $C_{14}H_{12}$ , qui est celle du *stylobène* ou *diphényléthylène*.

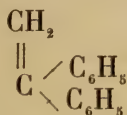
En outre son point d'ébullition et sa nature liquide, l'assimilent au *diphényléthylène dissymétrique*, dernièrement décrit par M. Hepp<sup>2</sup>. Pour fournir une preuve de la constitution dissymétrique de cet hydrocarbure, on l'a soumis à l'action oxydante de l'acide chromique en solution acétique. La réaction est très vive; il se dégage abondamment  $CO_2$ , et lorsque ce dégagement est achevé, on sature par  $Na_2CO_3$ . — Il se sépare alors des cristaux que l'on presse et distille de suite après les avoir séchés à 100°. Le corps qui passe à la distillation est unique; il bout à 295—300° c. (n. c.) et se prend de suite par refroi-

<sup>1</sup> On retrouve ainsi le 85 % du brome sous forme d'acide HBr. — Toutefois il faut tenir compte d'une part, qu'une partie de cet acide reste en dissolution dans la benzine, et d'autre part que le chlorure d'aluminium dégage probablement HCl dans le courant de la réaction.

<sup>2</sup> S. Hepp. *Deutsch. chem. Gesellsch. zu Berlin*, 1874, p. 1409 et *Jahresbericht* 1873, p. 377.



dissement en gros cristaux, représentant des prismes rhombiques blancs, fusibles vers  $48^{\circ}$  c. et qui constituent la *benzophénone* pure, comme le démontrent du reste les analyses. — L'hydrocarbure bouillant à  $274\text{—}276^{\circ}$  c. était donc bien le stylobène dissymétrique



dérivant évidemment de l'éthylène dibromé également dissymétrique



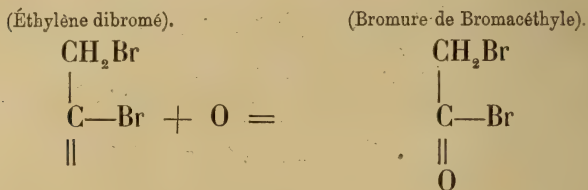
de telle sorte que la constitution de ce composé est définitivement fixée. — Quant au corps bouillant au-dessus de  $350^{\circ}$  c. qui se forme dans la réaction du  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  sur la benzine et l'éthylène dibromé, je n'ai pas encore pu l'isoler à l'état de pureté. Il est probable qu'il constitue un des triphényléthanes ou peut-être un mélange de ces deux isomères.

J'espère prochainement pouvoir donner quelques expériences sur l'oxydation de l'éthylène dibromé par l'oxygène libre; de façon à établir définitivement ou à détruire tout à fait l'hypothèse que j'ai émise pour expliquer cette oxydation.

Sans vouloir encore préjuger cette question, je désire en terminant faire l'observation suivante : Puisqu'il est démontré que dans l'éthylène dibromé, les deux bromes sont liés à un seul carbone, il me paraît convenable d'écarter désormais la manière de voir de M. Fittig<sup>1</sup>, par la-

<sup>1</sup> *Annalen der Chemie*, Band 195, p. 176.

quelle l'éthylène dibromé posséderait des valences libres et additionnerait l'oxygène de la façon suivante :



Cette manière d'expliquer le phénomène d'oxydation ci-dessus était à coup sûr d'une extrême simplicité, mais il n'est à présent plus possible d'en tenir compte.

Genève, novembre 1879.

---

DE

# L'ISOPHTHALOPHÉNONE OU DIPHÉNYLISOPHTALIDÉ

PAR

**M. E. ADOR**

---

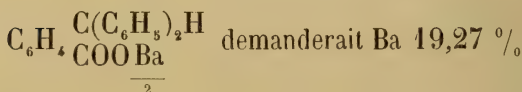
A. Bæyer<sup>1</sup> a déjà étudié la phtalophénone et a montré que sa constitution est  $C_6H_4 \begin{matrix} \diagup C(C_6H_5)_2 \\ \diagdown CO \end{matrix} O$ . En effet, si l'on cuit la phtalophénone avec de la soude en dissolution alcoolique, puis la réaction terminée, si l'on chauffe la dissolution aqueuse avec de la poussière de zinc, on obtient l'acide triphénylméthancarbone qui a pour constitution  $C_6H_4 \begin{matrix} \diagup C(C_6H_5)_2H \\ \diagdown COOH \end{matrix}$ .

J'ai entrepris l'étude de l'isophtalophénone et j'ai reconnu la constitution symétrique de ce corps.

Le chlorure de l'acide isophtalique est traité suivant l'excellente méthode de Friedel et Crafts, par le chlorure d'aluminium en présence de benzine; après avoir versé le produit de la réaction dans l'eau, décanté et lavé, on distille l'excès de benzine, puis traite le résidu par de la soude diluée, il reste de l'isophtalophénone, et la dissolution renferme deux acides et un peu de résine qu'on élimine en reprenant à plusieurs reprises le mélange par l'ammoniaque, puis précipitant et dissolvant dans l'eau

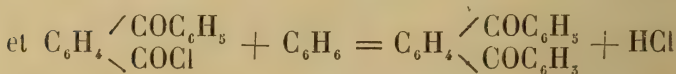
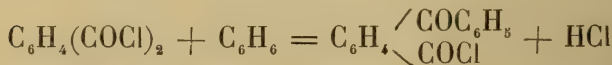
<sup>1</sup> *Berichte d. d. chem. Ges.*, XII, 642.

bouillante; la résine reste peu soluble; le sel ammoniacal des deux acides est évaporé à siccité et, en reprenant par l'eau, on obtient en dissolution de l'isophtalate d'ammoniaque et il reste un acide qui purifié, fond à  $161^{\circ}$ , il est moins soluble dans l'eau bouillante que l'acide isophtalique: le sel ammoniac se décompose à la dessiccation. Le sel de baryte cristallise sous forme de feuilles qui analysées, ont donné Ba = 23,09 % Ag = 6,08. La formule



Le sel d'argent se dissout très peu dans l'eau bouillante, bien dans l'ammoniaque, il cristallise sous forme de paillettes blanches; analysé, j'ai obtenu Ag = 32,92% calculé pour  $C_{14}H_9O_3Ag$ ; Ag = 32,43 %.  $C_{20}H_{13}O_2$  Ag demanderait Ag 27,34 %.

La réaction ne se passe donc pas pour le chlorure de l'acide isophtalique comme pour celui de l'acide phtalique; ce n'est pas l'oxygène qui est remplacé par deux groupes phényles, mais ce sont les atomes de chlore qui sont successivement éliminés; on a les deux réactions successives.



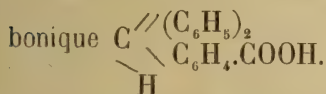


Il y a déjà deux acides benzoylbenzoïques connus, l'un fusible à 194°, s'obtient entre autres en oxydant la tolylphenylkétoûne, qui est un dérivé para; le mien, fusible à 161°, est un dérivé méta; donc l'acide, fusible à l'état anhydre à 127-128°, obtenu par Plascuda et Zincke en oxydant le benzyltoluène, doit avoir la position ortho. MM. Friedel et Crafts ont d'ailleurs obtenu cet acide en traitant l'anhydride phtalique par la benzine et le chlorure d'aluminium, il n'y a donc pas de doute sur sa constitution.

L'isophtalophénone est d'abord distillée, on obtient un liquide jaune, d'une odeur désagréable, bouillant au-dessus de 360°, qui se prend en mamelons; ceux qui se forment à la surface ont l'apparence d'une roue; en cristallisant d'alcool, il se sépare d'abord quelques grains, puis bientôt toute la masse se prend; les cristaux fondent à 96°, mais en répétant les cristallisations, on obtient comme premier dépôt, de petites feuilles fusibles à 99°,5-100°.

Analysées, j'ai obtenu C = 83,89 % H = 4,95. Calculé pour C<sub>20</sub>O<sub>2</sub>H<sub>14</sub>, C = 83,91 % H = 4,89 %.

Bæyer, en traitant la phtalophénone en dissolution alcoolique par la soude, puis la réaction terminée, chassant l'alcool et portant à l'ébullition avec de l'eau et de la poussière de zinc, a obtenu l'acide triphénylméthancarbonique



L'isophtalophénone traitée de même, se résinifie par l'action de la soude ou de la potasse alcoolique et je n'ai rien pu obtenir de cette résine rougeâtre, insoluble dans l'alcool et dans l'eau.

En fondant l'isophtalophénone avec de la potasse, on

obtient de l'acide benzoïque et un peu d'une résine acide, brune, insoluble dans l'eau bouillante; on n'obtient point d'acide isophtalique.

L'isophtalophénone se nitre difficilement à froid; il faut employer de l'acide fumant et chauffer, d'abord au bain-marie, puis quelques minutes à l'ébullition; en versant dans l'eau, on obtient un mélange de deux isomères. L'un, l' $\alpha$ , se forme surtout si l'on chauffe; il est presque insoluble dans l'alcool bouillant, mieux dans l'acide acétique glacial, dont il se dépose à l'état cristallin, il fond vers  $260^{\circ}$ . Analysé, j'ai obtenu C = 63,40 % et H 3,26 %, calculé pour  $C_6H_2(NO_2)_2$  ( $COC_6H_5$ )<sub>2</sub> C = 63,83 % H = 3,19 %.

La binitroisophtalophénone  $\beta$  se forme de préférence à son isomère si l'on chauffe peu de temps et seulement au bain-marie, elle est plus soluble dans l'alcool et dans l'acide acétique, mais ne peut être obtenue cristallisée, elle se dépose à l'état amorphe et fond mal vers  $100^{\circ}$ . La biamidoisophtalophénone  $\beta$  s'obtient facilement en réduisant par l'étain en dissolution acétique, après précipitation de l'étain par l'hydrogène sulfuré; la soude précipite la base à l'état amorphe. C'est un corps jaunâtre, fusible vers  $100^{\circ}$ , mais se décomposant déjà partiellement vers  $70^{\circ}$ , soluble dans l'alcool et s'en déposant à l'état amorphe, elle se dissout dans l'acide acétique avec une coloration rougeâtre, une addition d'acide chlorhydrique diminue cette coloration. Analysée, j'ai obtenu N = 8,76 %, calculé N = 8,86 %.

Si l'on ajoute à la dissolution chaude de la base dans l'acide chlorhydrique du nitrite de potasse, il se dégage un gaz et il se forme une résine brune, soluble en brun rouge foncé dans les alcalis, les acides précipitent des flo-

cons couleur brique; en traitant par l'alcool bouillant, une partie reste insoluble, ce qui se dissout est probablement une isophtaléine; en ajoutant de l'eau et portant à l'ébullition, on ne l'obtient point à l'état cristallin, elle se dépose à l'état amorphe.

En dissolution alcoolique elle est facilement réduite par la poussière de zinc, on obtient une substance amorphe, probablement de l'isophtaline qui se dissout sans coloration dans les alcalis; le ferricyanure de potasse colore en vert, exposée à l'air la dissolution noircit; l'acide sulfurique concentré décompose l'isophtaléine.

La  $\beta$  diamidoisophtalophénone, traitée par l'acide chlorhydrique et l'alcool méthylique, prend une teinte vineuse sans qu'il se produise de matière colorante. L' $\alpha$  diamidoisophtalophénone se comporte comme son isomère et paraît aussi donner une phtaléine.

Enfin l'isophtalophénone, réduite par le phosphore et l'acide iodhydrique à  $200^\circ$ , donne un carbure d'hydrogène distillant au-dessus de  $360^\circ$ , incolore, bien soluble dans l'éther, peu dans l'alcool froid, mieux dans l'alcool bouillant, dont il se dépose sous forme d'huile épaisse, ne cristallisant pas à  $-18^\circ$ . — Bæyer semble admettre que dans la réaction de la benzine sur le chlorure de l'acide phtalique en présence du chlorure d'aluminium, c'est l'oxygène qui est remplacé par deux groupes phényles. Je viens de montrer que pour le chlorure isophtalique c'est le chlore qui est éliminé, et il semble difficile de croire que la réaction puisse se passer différemment pour ces deux corps. Si, au lieu de donner au chlorure phtalique la constitution  $C_6H_4 \begin{matrix} \diagup COCl \\ \diagdown COCl \end{matrix}$ , on admettait pour ce corps la constitution  $C_6H_4 \begin{matrix} CCl_2 \\ \diagdown CO \end{matrix} \diagup O$ , les faits observés par

Bæyer trouveraient immédiatement leur explication naturelle. Ce n'est pas le seul fait qui milite en faveur de cette formule pour le chlorure phtalique ; j'indique seulement en passant les dérivés du phtalyle.

Genève, décembre 1879.

---



# DE LA MÉTALLOTHÉRAPIE

PAR

**M. le Prof. M. SCHIFF**

(Communication faite à la Société des Naturalistes allemands, dans sa 52<sup>me</sup> session, à Baden-Baden, le 24 septembre 1879.)

---

Dans la première séance générale de cette session, M. le prof. Hermann, a déjà parlé de la métallothérapie, et a insisté avec raison sur la nécessité d'apporter la plus grande circonspection et la plus grande défiance dans l'étude de faits qui sont ou du moins paraissent en contradiction flagrante avec tous les principes scientifiques connus jusqu'à ce jour. Ne se croirait-on pas en effet transporté en plein moyen âge, au temps où les rois de France guérissaient les écrouelles par l'imposition des mains, quand on nous raconte avoir vu disparaître parfois en peu de minutes, par le simple contact de pièces métalliques, une anesthésie hystérique absolue des mains ou de toute une moitié du corps avec perte de l'ouïe et de la vue, qui a résisté aux médications les plus énergiques et les plus tenaces.

Ces faits singuliers, quoique signalés depuis longtemps, n'ont commencé à attirer l'attention générale, que depuis es travaux de la nouvelle école névrologique française, qui les ont confirmés. Voici le phénomène, tel qu'il a été observé par Charcot, Vulpian et d'autres.

Chez des femmes nerveuses, parfois aussi chez des

hommes qui ont souffert des nerfs, toute une moitié du corps, ou bien les pieds et les mains seulement, deviennent insensibles, tandis que le mouvement est conservé. Il y a perte de la sensibilité tactile, aussi bien que de la sensibilité à la douleur et de ce qu'on appelle sens musculaire. Quand on a élevé le bras, et quand on le place dans différentes positions, en faisant fermer les yeux au malade, il ne peut le trouver avec l'autre main. Les courants électriques les plus forts, non seulement n'occasionnent aucune douleur, mais ne déterminent pas même le plus petit signe de malaise. Met-on un métal en contact avec la partie anesthésiée, la sensibilité revient vite, mais elle persiste seulement pendant quelques heures; chaque fois que l'on recommence l'expérience, le même phénomène se produit. D'après les observateurs français et de Burcq en particulier, tous les métaux ne sont pas également actifs chez le même individu. Les uns ne sont sensibles qu'à l'or ou au zinc, les autres au cuivre ou au fer, les uns à un seul métal, les autres à plusieurs, mais, fait curieux, cette action élective reste toujours la même pour le même individu et dans les mêmes conditions, même quand la maladie se prolonge pendant des années. Les piqûres d'épingles, qui avant l'application du métal ne saignaient pas et n'étaient pas senties, deviennent sensibles et donnent lieu à une perte de sang notable; il paraît donc y avoir une augmentation de la quantité de sang, et une circulation plus active dans les membres redevenus sensibles par le contact du métal. Il y aurait même parfois élévation de température. Tels sont les phénomènes qui ont été soumis pendant deux ans au contrôle d'une Commission spéciale, nommée par la Société de biologie de Paris, et qui ont été confirmés par elle.

A ces observations, elle en a même ajouté une autre, celle du *transfert* de la sensibilité d'un côté du corps à l'autre, elle a constaté que la sensibilité disparaît dans le côté sain, à mesure qu'elle revient dans le côté malade sous le contact du métal. Le phénomène inverse se produit, quand on applique ensuite le métal sur le côté primitivement sain. De cette façon chez beaucoup d'individus la maladie ne pouvait être guérie, mais seulement modifiée de la manière indiquée. Le transfert a été constaté à l'œil aussi bien qu'à la peau, néanmoins l'anesthésie oculaire n'est jamais totale, la différence entre le clair et le sombre est encore perçue, la perception des couleurs et du contour exact des objets a seule disparu. Comme d'ailleurs pour l'examen de sa sensibilité oculaire nous sommes obligés de nous en rapporter au dire du malade, mes recherches n'ont porté que sur la sensibilité cutanée.

Les journaux médicaux ont publié depuis lors une série de faits analogues qui ont été accueillis à juste titre avec la plus grande méfiance, en Angleterre et en Suisse, et qui même en France rencontrent encore des incroyables. C'est ce qui m'a décidé à aller moi-même à Paris étudier le phénomène. Grâce à l'amabilité des médecins des hôpitaux, et en particulier de Charcot, à la Salpêtrière, une série de malades présentant de l'hémi-anesthésie hystérique furent mis à ma disposition dans une salle près du laboratoire. J'ai pu continuer plus tard mes recherches en Suisse sur des malades semblables.

La première question qui se pose dans l'étude de ces phénomènes, est de savoir comment on peut éviter toute simulation, et mettre l'anesthésie hors de doute par une méthode de constatation objective. On a essayé jusqu'à présent par toutes sortes de tortures mécaniques d'éprou-

ver sa réalité, mais on ne s'est point servi à cet effet du courant magnéto-électrique. Je me suis servi dans mes recherches de deux aiguilles que j'enfonçais sous la peau, et que je mettais en rapport avec une puissante machine d'induction. Du côté paralysé je ne déterminais aucune sensation par une seule ou une série de décharges électriques, tandis que du côté sain le simple contact de l'aiguille était déjà douloureux. En faisant passer un fort courant à travers les aiguilles, on peut déterminer une contraction et la douleur la plus vive que nous puissions connaître. Si donc, au moment du passage du courant, la physionomie du malade reste impassible, la preuve de l'anesthésie nous paraît faite.

Néanmoins, comme à la rigueur il serait possible de voir supporter avec une indifférence stoïque le maximum de la douleur par l'accoutumance et l'énergie de la volonté, je me suis servi d'un autre moyen pour démasquer la simulation. Les électrodes furent placées avant tout autre examen sur le bord de la langue du côté anesthésique ; en faisant passer un courant très affaibli, quoique suffisamment fort par les aiguilles, on voyait la langue se rétracter rapidement du côté irrité, ce qui déterminait naturellement un peu de tiraillement dans l'autre moitié de la langue. Au lieu de prétendre ne rien sentir, mes malades m'annonçaient avec étonnement qu'ils avaient senti un tiraillement dans la moitié de la langue qui *n'avait pas été touchée* par l'instrument. Je leur avais enlevé le bandeau des yeux pendant l'expérience, de manière à ce qu'ils pussent voir ce que je faisais. De cette façon, s'ils avaient voulu me tromper sur leurs sensations, ils m'auraient simplement déclaré ne rien sentir du tout. Je puis donc affirmer, après ces diverses expériences que j'avais



affaire à une anesthésie véritable. J'appartiens d'ailleurs à ceux qui, comme Fuchs à Göttingue, ont autrefois douté de l'existence d'une véritable anesthésie hystérique. Un cas curieux d'hystéro-épilepsie, que j'eus l'occasion d'étudier il y a 18 ans déjà à l'hôpital de Berne dans le service de feu le prof. Demme me convainquit déjà alors de la réalité de l'analgésie.

L'insensibilité étant ainsi constatée, il s'agit maintenant d'étudier l'action du contact des métaux. Quelques expériences préliminaires faites à Paris, soit en ma présence par Charcot et ses assistants, soit par moi-même, m'avaient déjà forcé à reconnaître que 8 à 18 minutes après leur application, la sensibilité dans tous ses modes (pression, contact, piqûre d'une aiguille, pinceau électrique) reparaît dans le côté anesthésié, et qu'elle disparaît dans la même proportion de l'autre. Mes recherches à Genève et une expérience que j'ai faite à Lausanne, m'ont ôté les derniers doutes qui auraient pu me rester. Quant aux phénomènes oculaires, je ne les ai recherchés que sur trois de mes cinq sujets, les deux autres ne me donnant pas des garanties suffisantes sur la justesse de leurs réponses; je constatai qu'en faisant passer devant l'œil diverses couleurs, le malade ne pouvait d'abord en reconnaître aucune, tout en pouvant distinguer certaines formes. Peu de temps après l'application des métaux sur le bras ou sur la tempe, le rouge était perçu du côté malade, et ne l'était plus du côté sain; il en fut de même un peu plus tard pour d'autres couleurs.

Après les métaux je me suis servi de solénoïdes, comme déjà l'école française l'avait fait avec succès; un fil métallique recouvert de soie et de caoutchouc pour l'isoler du corps était enroulé en spirale autour de l'avant-bras du

côté anesthésique. Puis je faisais passer un courant galvanique à travers le solénoïde ; peu à peu, la sensibilité revenait dans le bras d'abord, puis dans toute la moitié du corps du même côté, tandis que l'autre moitié devenait insensible dans la même mesure chez quatre de mes six malades, chez les deux autres ce transfert qui s'était produit dans les premières expériences disparut dans les expériences subséquentes, qui furent continuées presque tous les jours pendant quelques semaines. J'ai varié l'expérience de la manière suivante : les spirales étaient disposées autour de quelques doigts et isolées du doigt par du verre ; le retour de la sensibilité se produisit également, mais plus lentement, dans le doigt d'abord, puis dans tout le côté malade et dans l'œil. Pour rendre plus objective la constatation du phénomène, je mis les pôles en rapport avec un levier qui pouvait ouvrir et fermer le courant presque sans bruit. Mon doigt, appliqué sur l'interrupteur, était caché par mon chapeau et arrangé de façon à ce que les assistants ne pussent le voir. Je commence l'expérience : aucun effet pendant une demi-heure ; pendant tout ce temps, aucun courant ne traversait le fil. Alors je fermais le courant sans que personne s'en aperçût, et douze minutes après, le malade affirmait voir les couleurs et sentir. Ces expériences que j'ai souvent répétées, m'ont donné toujours le même résultat : le courant agissait quand le malade ne savait pas le moment de la fermeture, et il n'agissait qu'à partir de ce moment-là.

La question est de savoir maintenant comment agissent les métaux. Est-ce une action électrique ? S'il y a un courant déterminé par le contact de la peau et du métal, il doit être bien faible, vu la résistance énorme du

corps et la bonne conductibilité du métal. Néanmoins, dans plusieurs de mes expériences, j'ai trouvé, comme Régnard, des courants électriques très faibles ( $\frac{1}{1200}$  Daniell) et le plus souvent trop fugitifs pour être mesurés, je les obtenais en plaçant des fils du même métal entre les extrémités du métal et la peau et en les mettant en rapport avec un galvanomètre très sensible. Or, le courant qui passe dans le fil du galvanomètre, quelle que soit la finesse et la longueur du fil, est encore beaucoup plus fort que celui qui traverse le corps qui offre une si forte résistance, et d'un autre côté les plaques de métal agissaient encore sur les malades, quand leurs bords étaient réunis par un autre arc métallique qui devait dévier l'électricité. Lorsque l'on interpose entre le métal et la peau, comme l'a remarqué déjà Westphal, un mouchoir de soie, de la cire à cacheter, ou un morceau de bois, on oppose ainsi une grande résistance au passage de l'électricité, et néanmoins l'action physiologique se produit.

Il est bien difficile d'admettre dans ce cas une influence électrique. De nouvelles expériences m'ont d'ailleurs convaincu qu'il ne s'agit pas ici d'une action électrique, et que la tension développée par le contact du métal et de la peau ou de ses sécrétions disparaît dans la plaque métallique et ne passe presque pas dans le corps. En effet, j'ai souvent trouvé que les métaux inactifs chez un certain individu développaient au contact un courant beaucoup plus fort que les métaux actifs, et que ceux-ci étaient souvent ceux qui déviaient le moins l'aiguille du galvanomètre. Je trouvai de plus que tous les métaux développent un courant électrique variable en intensité, suivant que l'on place la plaque sur le bras longitudinalement ou transversalement, et que néanmoins la position transversale ou longi-

itudinale n'influence pas l'action æsthésiogène. J'ai varié et répété les expériences de Westphal et me suis assuré comme lui qu'un revêtement de caoutchouc n'empêche pas l'action des métaux. Le solénoïde enroulé autour du bras ou du doigt était isolé, et ne pouvait influencer le corps que comme une bobine d'induction magnétise la barre de fer qui la traverse. J'ai obtenu encore l'action æsthésiogène, en plaçant le bras dans un cylindre de verre qu'il ne touchait point, et en faisant passer un courant de 2 à 4 éléments Grenet, dans un fil épais de cuivre revêtu de coton ou de soie que j'enroulais autour du cylindre. Ici donc le courant de la chaîne était isolé du corps par le verre, par l'air et par la soie qui entourait le fil. J'ai même vu dans deux expériences revenir la sensibilité au bout de 20 minutes, en mettant *un seul pôle* en rapport avec le solénoïde, et en mettant l'autre en rapport soit avec l'air extérieur, soit avec la conduite du gaz. J'ai dû donc complètement renoncer à expliquer l'action des métaux sur le corps par un courant électrique. Avant les dernières expériences qui m'ont forcé à renoncer à l'hypothèse électrique, j'avais recherché si les courants continus de l'intensité de ceux qui se développent chez l'homme vivant au contact des métaux, peuvent modifier l'excitabilité des tissus, immédiatement après la mort; excitabilité qui survit, comme on le sait, quelques temps encore à l'individu lui-même. J'ai bien trouvé quelques modifications, mais rien qui aie pu me mettre sur la voie de l'action physiologique des métaux. J'ai dû donc me forger une autre explication que, sans la regarder comme l'expression de la vérité, je pusse prendre comme guide de mon expérimentation. Or, le seul trait commun aux divers agents æsthésiogènes que nous avons



énumérés, est qu'ils sont la source de *vibrations moléculaires rapides* et qu'ils peuvent les communiquer. Les progrès de la physique ont mis hors de doute que dans tous les corps solides les molécules ne sont pas en repos, mais sont soumises à des oscillations continuelles, dites oscillations thermiques, qu'aucun corps n'est en réalité solide, mais que ses molécules sont toutes animées d'un mouvement plus ou moins étendu. Quand l'attraction moléculaire qui est l'antagoniste de la mobilité de chaque molécule atteint son minimum, le corps prend la forme gazeuse. Quand l'attraction moléculaire existe dans une faible proportion, le corps est liquide; quand elle grandit, le corps passe à l'état solide. Il est très probable que ce mouvement moléculaire varie suivant les corps, suivant leur densité, leur chaleur spécifique, leurs propriétés électriques et autres, et qu'ainsi s'explique la différence d'action physiologique des divers corps solides. Nous pouvons nous figurer que les vibrations moléculaires d'un corps solide n'agiront sur la sensibilité animale que si leur rythme a une affinité quelconque avec les mouvements moléculaires de l'action nerveuse, de même qu'une corde en vibration n'en fait vibrer une autre que si le nombre de ses vibrations atteint un chiffre déterminé. En cas d'hémi-anesthésie, nous admettons qu'il s'est produit une modification moléculaire dans le système nerveux, quoique l'anatomie pathologique ne l'aie point démontré et probablement ne le montrera jamais. Figurons-nous pour un moment que dans l'hystérie les molécules nerveuses sont plus faciles à mettre en mouvement qu'à l'état normal, et qu'en un point du névraxe situé entre la moelle épinière et le centre de perception des sensations, une partie des nerfs se trouve, sous l'influence de causes inconnues, dans

un état moléculaire anomal qui empêche la transmission du mouvement moléculaire qui constitue la sensation ; si alors on peut faire parvenir au point malade des secousses moléculaires d'une forme déterminée, les molécules nerveuses du côté malade reviendront à la norme, tandis que les nerfs les plus rapprochés, dont l'arrangement moléculaire, quoique normal, était dans un équilibre instable, sont entraînés par l'action de la même secousse moléculaire dans un état dynamique anomal qui pourra se traduire suivant les circonstances, tantôt par de la douleur, tantôt par de l'anesthésie, tantôt enfin par de la contraction. Suivant les circonstances individuelles qui varient tant dans l'hystérie, suivant même la disposition du moment chez le même individu, tous les métaux seront actifs, tantôt seulement quelques-uns d'entre eux, tantôt enfin un seul. Ces variétés d'action dépendraient de la forme et du rythme des secousses moléculaires que nous devons nous figurer différentes pour chaque métal. Mais ce qui tombe dans le domaine de l'expérience, dans mon hypothèse, à laquelle, je le répète, je ne crois pas, c'est que des secousses moléculaires faibles, partant de l'extérieur, peuvent se faire leur chemin à travers le corps jusqu'au centre nerveux et y faire vibrer certaines cordes déterminées. Or, s'il n'y a dans tous ces phénomènes qu'un ébranlement moléculaire, nous devons pouvoir reproduire les miracles de la métallothérapie par les agents les plus divers, à la condition qu'ils puissent communiquer un mouvement moléculaire rapide.

En est-il ainsi de la *chaleur* appliquée sur la peau ? J'entourais le bras d'une hystérique héli-anesthésique, avec une compresse épaisse trempée dans de l'eau à 50° et qui était maintenue aux environs de cette température.

par un filet d'eau provenant du bassin contenant l'eau à  $50^{\circ}$ , — résultat nul; — à  $54^{\circ}$ , idem; — à  $58^{\circ}$  on obtint au bout d'un quart d'heure l'action métallothérapique. Le jour suivant l'anesthésie était revenue, on appliqua de nouveau sur le bras la flanelle, chauffée par l'eau à  $59^{\circ}$ . Après 12 minutes, le bras redevint sensible, tandis que l'or ramenait la sensibilité après 9 à 10 minutes. Dans une autre expérience, j'ai réussi avec  $58$  degrés, mais après un temps un peu plus long, à rétablir la sensibilité dans tout le corps et la perception des couleurs. J'ai réussi même au bout de 26 minutes dans une autre expérience sur la même personne avec une bande de flanelle, trempée dans de l'eau à  $56^{\circ}$ , sans en maintenir la température par une irrigation continue. Le D<sup>r</sup> de Cérenville, à Lausanne, a déjà fait une expérience semblable avec succès sur une hystérique. Le D<sup>r</sup> Adamkievitch, par contre, n'a pu obtenir qu'un retour de la sensibilité exactement localisé à l'endroit de l'application d'un sinapisme chaud.

Passons maintenant à l'action des *aimants*, dont les vibrations moléculaires ont été clairement démontrées dernièrement par la machine de Hugues. Les expériences faites d'abord par Maggiorani à Rome, et plus tard par Charcot, ont démontré que l'aimant agit comme les métaux, même à une certaine distance du corps, à laquelle l'action magnétique se fait encore fortement sentir. Les autres métaux n'agissent que par contact immédiat. Il s'agissait de savoir si l'on pouvait faire agir l'aimant à de plus grandes distances encore, en essayant de communiquer son mouvement moléculaire à de longs fils de métal non magnétiques, dont l'extrémité fût en contact avec le malade. Il fallait s'assurer naturellement d'avance et, si

possible, immédiatement avant l'expérience, que le simple contact même prolongé de ce conducteur métallique était sans action sur la sensibilité du sujet. Dans une autre expérience préliminaire, je m'étais assuré que l'aimant, sans communication avec le corps, n'avait plus d'action sur lui à une distance moindre que celle choisie pour l'expérience. Voici comment fut instituée l'expérience fondamentale : Toutes les masses de fer transportables furent enlevées de la chambre, un aimant en fer à cheval de moyenne force fut placé sur une petite table et recouvert de façon à ce que le malade ne pût pas le voir. Un fil de zinc de 6 mètres de long, de 5 à 6 millimètres de diamètre, entouré de coton excepté à ses deux extrémités, pouvait être mis en rapport avec une des parties quelconques de l'aimant à l'aide d'une vis de pression mobile, l'autre extrémité du fil aboutissait à un gobelet en zinc que la malade tenait à la main, après l'avoir enveloppé de plusieurs tours d'un mouchoir de soie ; de cette façon la main n'était pas en rapport direct avec le métal ; toute l'expérience avait été préparée par le Dr Ziegler, qui l'avait déjà utilisée une fois dans notre laboratoire, avec une légère modification, pour un tout autre but. La malade tint d'abord pendant une demi-heure son gobelet, sans éprouver aucune action ; pendant ce temps, le fil de zinc avait été laissé sur la table à expériences, à quelques centimètres de l'aimant ; puis il fut fixé à son insu sur l'aimant, tout près du pôle sud ; la sensibilité revint au bout de 22 minutes. Ce retour fut précédé de fourmillements qui s'étendirent de la main à l'épaule, et de l'épaule à toute la moitié du corps, ainsi qu'à l'œil et à la bouche. Nous avons fait sur la même malade plusieurs expériences de contrôle pour comparer l'action des deux pôles. Le pôle sud parut



agir le plus vite, mais les deux agissent de la même manière ; l'expérience réussit encore à 10 mètres de l'aimant, mais il fallut un temps plus long. Il était donc certain que l'ébranlement moléculaire, si c'était lui qui était en cause, pouvait propager son action à une certaine distance à travers des fils métalliques pas trop rigides et inactifs par eux-mêmes.

Fort de ces résultats, je suis revenu au *courant galvanique* et ai institué une nouvelle expérience dont j'étais depuis longtemps impatient de connaître le résultat. Je mis en rapport les électrodes de 4 gros éléments Bunsen avec les deux extrémités d'une spirale en fil de cuivre de 3 millimètres de diamètre, disposés en trois couches de 12 tours chacune. Je recouvris cette spirale d'une spirale secondaire formée par un fil de même épaisseur de 5 couches superposées et bien isolé du premier fil. On sait qu'en pareil cas, si l'on fait passer un courant dans la spirale intérieure, il se forme dans la spirale extérieure, après le courant d'induction de fermeture, un état que Faraday a appelé *électro-tonique*, sans pouvoir y rapporter une action bien nette, de telle sorte que beaucoup de physiciens ont mis en doute qu'il s'agit là d'un état particulier du fil. Cl. Maxwell a d'ailleurs publié dernièrement un travail intéressant sur ce sujet. Si c'est un état moléculaire spécial, on ne peut se le figurer que sous la forme d'un mouvement moléculaire analogue à celui du courant électrique de la spirale primaire qui le produit et qui l'entretient. La question que je posai à l'expérimentation était celle-ci : Les secousses moléculaires délicates, qui constituent cet état problématique, peuvent-elles être communiquées à distance comme les secousses magnétiques et peuvent-elles agir sur les nerfs des hystériques ?

Dans ces expériences, il fallait naturellement fermer le courant dans la spirale première, avant de mettre la malade en rapport avec la spirale secondaire, afin d'éviter le choc d'induction de fermeture. Je mis ensuite une des extrémités du fil secondaire en rapport avec la conduite de gaz, l'autre, en rapport avec la main anesthésique et la malade par l'intermédiaire d'un gros fil de zinc de 10 mètres de long, et qui se terminait comme dans l'expérience précédente (gobelet de zinc entouré d'un mouchoir de soie et tenu par la malade). La sensibilité revint au bout de 18 à 20 minutes, dans la main d'abord, puis dans toute la moitié du corps et dans l'œil; dans ce cas le retour de la sensibilité fut précédé également d'une sorte de fourmillement s'étendant de la main au corps, et permettant à la malade de prédire le retour prochain de la sensation du contact; je pus en effet constater que la sensibilité à la pression revenait avant la sensibilité au toucher. Un fait remarquable, c'est que l'expérience n'a réussi qu'avec des spirales à gros fil et jamais avec des spirales à fil mince et long, même en attendant l'effet 45 minutes. Je n'ai pas recherché si elle réussirait en combinant un gros fil de la spirale primaire avec un fil mince de la secondaire ou vice versa. Le courant de la batterie avait toujours été fermé un certain temps avant l'expérience afin d'éviter les variations dans la constance du courant. Dans deux expériences je me suis même pré-muni contre des variations inattendues d'intensité, en plaçant une petite boussole dans le circuit de la spirale primaire. Nous avons donc pu démontrer l'existence d'un état électro-tonique dans la spirale secondaire, à l'aide d'un singulier réactif. Je n'ai pu trouver aucune différence d'action entre les deux extrémités de la spirale secondaire, la direction du courant restant la même.

Je rapporte ici une expérience intéressante à un autre point de vue : je plaçai un anneau de métal actif en haut du bras, près de l'épaule, j'immergeai la main et l'avant-bras jusqu'au coude dans un volumomètre d'eau tiède à 28°. Dans les premières minutes de l'expérience, les oscillations indiquées par le volumomètre furent insignifiantes; après que le métal eut agi un certain temps, le volume du bras s'accrut subitement, en même temps que la peau rougit visiblement. A ce moment, ou plutôt 12 secondes après, la sensibilité était revenue. Ainsi donc la masse du sang avait augmenté dans le bras, et la circulation était devenue plus active. Dans d'autres expériences semblables, le changement de couleur de la peau n'a pas été aussi net; nous avons pu obtenir également la turgescence du bras avec le retour de la sensibilité dans toute la moitié du corps par une plaque de zinc sur la cuisse et non sur le bras, il y eut en même temps phénomène de transfert; d'ailleurs l'augmentation de volume qui coïncide à peu près avec le retour de la sensibilité, s'observe aussi dans les cas où il n'y a pas de transfert; on ne peut donc pas l'expliquer uniquement par un reflux du sang provenant de l'autre moitié du corps dont les vaisseaux se rétréciraient.

Il m'a semblé que mon hypothèse trouverait un grand appui dans des expériences où j'éliminerais toute action directe d'un métal ou de l'électricité, et où je mettrais en rapport le côté anesthésique d'une hystérique avec des corps solides ébranlés mécaniquement. Dans une première série d'expériences je me suis servi d'un appareil à induction dans le genre du tétanomoteur de Heidenhain, qui mettait en mouvement un marteau revêtu de caoutchouc dans un temps assez rapide; le mar-

teau venait frapper une plaque de bois mise en rapport avec la main de la malade par une tige de caoutchouc durci terminée par une manille en zinc, ou (pour éviter le voisinage immédiat de la bobine à induction) par un très gros fil de zinc de près de 3 mètres de long. Les mêmes précautions furent prises dans ces expériences que dans les précédentes, on sentait très bien, en prenant entre les doigts l'extrémité du fil ou la manille, une vibration due à l'ébranlement communiqué de la plaque. La malade annonça, après 15 à 18 minutes, qu'elle sentait cette vibration dans la main d'abord, et que de là elle lui semblait monter plus haut. Bientôt après, la sensibilité était revenue dans le côté malade en même temps qu'elle disparaissait dans tout le côté sain. La perception des couleurs était également revenue, excepté pour le bleu. Après avoir servi quelque temps à des expériences analogues, elle devint sensible des deux côtés après l'action des vibrations; en d'autres termes il n'y eut plus de transfert, la perception pour le bleu seule n'est pas revenue, ou ne s'est montrée qu'une fois faiblement et passagèrement. Il est évident que dans cette expérience les faibles vibrations de la tige et du fil devaient être beaucoup plus fréquentes que les coups de marteau qui les entretenaient.

Je me suis servi, dans le même but, d'un moteur à eau de Schmidt; celui de notre laboratoire est assez petit et surmonté d'un cylindre de cuivre qui peut être entouré par la main. L'eau, en pénétrant par secousses dans l'appareil et en comprimant l'air dans le cylindre, communique au métal des ébranlements qui sont moins bien perçus que l'ébranlement de la tige dans l'expérience précédente. Après m'être assuré que la malade héli-anesthésique était insensible au cuivre (elle avait tenu le cylindre avec la main



insensible pendant une demi-heure), je fis passer l'eau dans le cylindre de cuivre, et 16 minutes après, il y avait retour de la sensibilité avec transfert ; quelques minutes après, l'œil reconnaissait le rouge. Ceci rappelle ce que, dans la sphère motrice, Charcot a déjà obtenu, une catalepsie passagère, produite chez les hystériques en les faisant embrasser avec les mains un très grand diapason en vibration. J'ai pu également obtenir la cessation et le transfert d'une contracture tonique des muscles de l'avant-bras, à plusieurs reprises, à l'aide d'un diapason chronoscopique de Kœnig.

Je me suis servi du nouvel instrument de Kronecker appelé Toninduktorium, qui permet de déterminer des vibrations longitudinales, perceptibles à l'oreille, dans des barres de fer fixes, par le frottement de 2 rouleaux de cuir saupoudrés de colophane. L'instrument était tourné par le moteur à eau, et j'en avais éloigné les bobines destinées à des recherches électriques. En me servant de différentes barres de fer et en calculant le nombre des vibrations, j'ai pu me construire une échelle de vibrations avec un maximum de 21,800 vibrations simples par seconde, et un minimum de 7000. Il est à peine besoin de remarquer que le nombre des vibrations se modifie quand on saisit dans la main l'extrémité libre de la barre ou qu'on l'applique sur la tempe de la malade. La sensibilité revint à la peau et dans l'œil, après que l'on eut produit pendant un certain temps un son de 21,800 vibrations. On en obtenait aussi avec 7000, avec 9000, avec 18,000 vibrations, tandis qu'on n'eut aucune action avec une tige de bois donnant un son de 2000 vibrations. Il paraît donc que, lorsqu'il y a production de sons par la vibration, on peut avoir une action sur la sensibilité, si en même temps

le nombre des vibrations est favorable. Les journaux de novembre 1879 racontent qu'il existe à Berlin un élève de l'école des sourds-muets, complètement sourd, qui est un musicien parfait et qui s'amuse à produire des mélodies dont il n'entend absolument pas le son, mais qui lui causent une sensation très agréable. Serait-ce là encore un effet des vibrations rythmiques sur le système nerveux sensitif? Par contre, les secousses grossières n'ont aucune action: une de mes malades a voyagé à deux reprises pendant deux heures et demi en chemin de fer, dans un wagon de troisième sans éprouver aucun changement dans son état. Il lui a suffi au retour de mettre un anneau d'or autour du bras pour voir revenir la sensibilité.

Je voudrais enfin pour finir, communiquer une expérience d'une forme un peu singulière. Un fil télégraphique partant d'un grand élément Grenet, qui se rendait à un électro-aimant se trouvant dans une chambre voisine vide, faisait enregistrer des sinusoïdes sur un rouleau noirci par la fumée, grâce à un inverseur de Poggendorff, mis en mouvement par un moteur et servant d'interrupteur. J'établis un contact entre le milieu du fil télégraphique tendu à travers la chambre, et un fil de zinc dont l'autre extrémité, en forme de peloton, était appliquée sur la tempe d'une hystérique autrefois anesthésique et qui est encore atteinte de cécité des couleurs du même côté. La malade dont l'œil sain avait été bandé, déclara après un quart d'heure qu'elle pouvait reconnaître les disques colorés, mais à la condition qu'ils eussent un grand diamètre.

J'ai voulu me borner dans ce travail à rassembler quelques faits qui paraissent être en faveur de l'hypothèse de l'ébranlement moléculaire, mais je suis loin de la regarder

comme démontrée, les preuves directes manquant encore; mon hypothèse fût-elle même regardée comme la seule possible, je sais parfaitement qu'elle ne donne aucune explication des singuliers phénomènes que nous venons de relater, mais elle aurait le mérite d'avoir circonscrit l'objet de nos recherches d'une façon plus nette et qui correspond mieux à l'état actuel de la physiologie du système nerveux; ce dont nous avons besoin maintenant avant tout, ce sont de bonnes observations *negatives* à côté des positives, pour déterminer d'une façon plus exacte la nature des oscillations qui peuvent modifier la transmission des sensations et des mouvements.

---

SUR  
QUELQUES APPLICATIONS NOUVELLES

DE LA

**FORCE CENTRIFUGE**

PAR

**M. THURY**

Professeur à l'Université de Genève.

---

Musschenbrœk, le physicien qui fut l'un des inventeurs de la bouteille de Leyde, écrit dans son traité de physique : « On n'a pas encore fait jusqu'à présent grand usage des forces centrifuges, ni dans la mécanique ni dans la physique... Mais il y a beaucoup d'apparence qu'on en retirera dans la suite beaucoup d'utilité. »

Aux applications scientifiques de la force centrifuge qui ont été faites depuis le temps de Musschenbrœk, nous pensons que l'on pourrait ajouter les suivantes :

1° *Mesurer l'adhésion des liquides* et des solides par la force centrifuge nécessaire pour détacher entièrement le liquide du solide auquel il adhère. Si l'on ne réussit pas à détacher entièrement le liquide, on aura du moins une valeur limite de l'adhésion. De plus, la mesure de la petite quantité de liquide qui reste adhérente après l'action d'une force centrifuge donnée, pourrait conduire à quelques résultats intéressants. On mesurerait de même la



force nécessaire pour chasser les gaz condensés dans les corps poreux.

2° *État des corps dans les dissolutions.* La séparation totale ou partielle du dissolvant peut-elle être obtenue par l'action des forces mécaniques ? L'effet de la pesanteur a été essayé et le résultat s'est trouvé nul. Mais l'emploi de la force centrifuge permet de disposer d'intensités cent fois ou mille fois plus considérables que celle de la pesanteur.

Pour que la force centrifuge soit  $n$  fois plus grande que la pesanteur, il faut que l'on ait :

$$F = nP = \frac{4\pi^2 Mr}{t^2} \quad (1)$$

$$\text{Donc } n = \left(\frac{4\pi^2}{g}\right) \frac{r}{t^2} = 4.0246 \times \frac{r}{t^2} \quad (2)$$

$$\text{Et aussi } t^2 = 4.0246 \times \frac{r}{n}. \quad (3)$$

$t$  est la durée totale d'une rotation en secondes ; les autres lettres ont la signification ordinaire. La formule connue

des forces centrifuges :  $F = \frac{MV^2}{r}$  devient la formule (1),

en remplaçant  $M$  par  $\frac{P}{g}$ , et  $V$  par la valeur  $\frac{2\pi r}{t}$

Pour remplir le mieux possible la condition fondamentale du problème, il faut rendre  $n$  maximum, dans les limites compatibles avec le fonctionnement régulier des appareils.

$n$  est proportionnel au rayon ; faisant, par exemple,  $r = 0^m5$ , on aura :  $n = 4.0246.. \times \frac{0.5}{t^2}$  ;  $t = \frac{1.4193.}{\sqrt{n}}$ .

$n = 100$  donnerait  $t = 0^s1419$  ; l'axe de rotation ferait un peu plus de 7 tours par seconde, et la force centrifuge serait égale à 100 fois la pesanteur. Mais on peut assez facilement obtenir 25 tours par seconde, ce qui donnerait :

$$t = \frac{1}{25}, t^2 = \frac{1}{625}, \text{ et } n = 4.0246.. \times 0.5 \times 625 = 1813.$$

L'intensité de la force centrifuge serait alors 1813 fois plus grande que celle de la pesanteur.

3° *Alliages métalliques ; état des métaux alliés.* Une séparation partielle de métaux de densités différentes peut être obtenue par l'action seule de la pesanteur dans quelques alliages maintenus à l'état de fusion (liquation). Des effets du même genre, mais incomparablement plus intenses, seraient produits à l'aide de la force centrifuge, en maintenant les alliages à l'état de fusion au moyen de becs de Bunsen, logés dans l'appareil de rotation. Les alliages eux-mêmes seraient contenus dans des tubes réfractaires dirigés suivant les rayons de l'appareil. On obtiendrait ainsi des effets nouveaux, et peut-être une mesure précise des forces jusqu'ici imparfaitement connues qui sont en jeu dans la formation et la dissociation des alliages.

Y a-t-il des combinaisons chimiques proprement dites que la force centrifuge soit capable de vaincre, seule ou bien en s'ajoutant à une action électrique ou calorifique ? Quelle est son action sur les amalgames ?

*Force de séparation des liquides de densités différentes placés sous l'influence de la force centrifuge.* Le principe d'Archimède est ici entièrement applicable, avec la seule différence que la force centrifuge remplace la pesanteur.

La force ascensionnelle d'un liquide dans un autre étant calculée comme s'il s'agissait de la pesanteur agissant dans la direction du rayon, il suffira de multiplier sa valeur par le nombre  $n$ , défini ci-dessus, pour obtenir la force de séparation des deux liquides soumis à la force centrifuge. Dans le cas de liquides imparfaits, où la communication des pressions n'aurait pas lieu également en tous sens, les chiffres de tension seraient naturellement modifiés.

4° *Action sur les gaz très raréfiés.* Si, aux limites de l'atmosphère, la dernière couche aérienne est retenue par la pesanteur de ses molécules, qui ferait équilibre aux actions répulsives des couches inférieures; il serait peut-être possible d'obtenir un vide semblable à celui des espaces planétaires en faisant agir la force centrifuge sur un gaz très raréfié, dont les molécules viendraient s'accumuler, dans le récipient, sur les parois opposées à l'axe de rotation. Il suffirait, par exemple, d'obtenir un gaz raréfié dont la densité ne surpassât pas mille fois celle des dernières couches atmosphériques. Si la réaction vibratoire calorifique des parois du récipient s'opposait à la production du phénomène, ce fait même serait intéressant à constater.

5° *Cristallisation.* En essayant de combiner la force centrifuge avec celle de cristallisation, on obtiendrait peut-être des formes modifiées de cristaux; ces formes seraient les résultantes de deux facteurs, dont l'un, bien connu, la force centrifuge, aiderait à caractériser l'autre. Essayer la cristallisation d'un mélange de sels, sous l'influence de la force centrifuge.

6° *Électrolyse.* Dans quelques circonstances, on pourrait obtenir à l'aide de la force centrifuge, la dépolarisation des électrodes.

*7<sup>o</sup> Développement de l'œuf; organisation de l'embryon.*

Il est difficile d'agir sur la formation des êtres, parce que les éléments de l'organisation, dans leurs groupements et leurs mouvements réciproques, obéissent à des forces intérieures sur lesquelles nous n'avons aucun pouvoir. Mais il est possible de faire intervenir des influences extérieures, dont l'effet se combine avec les forces de l'organisation et peut servir à les caractériser. Les forces extérieures dont l'action offre sans doute le plus de puissance, et aussi le plus d'intérêt, sont celles qui prennent les éléments de l'organisation dans leur intimité; non point en bloc et uniformément, mais avec des différences selon les parties, en sorte que l'arrangement relatif de celles-ci doit être modifié. Les forces magnétiques ou diamagnétiques d'une part, et la force centrifuge de l'autre, à supposer leur action suffisamment intense, semblent remplir assez bien les conditions mentionnées. La force centrifuge en particulier tend à séparer, dans le sens du rayon de rotation, tous les éléments intérieurs de densités différentes, avec une puissance proportionnelle à la différence de densité de ces éléments, et au carré de la vitesse de rotation de l'appareil centrifuge.

Si l'on voulait expérimenter, par exemple, sur des œufs de poule, il faudrait installer dans l'appareil de rotation une couveuse artificielle à température constante et régler la vitesse de manière à provoquer des anomalies dans la formation de l'embryon, sans empêcher son développement.

*Moyen d'observer un corps en mouvement circulaire très rapide, comme s'il était immobile.* Il suffit pour cela d'observer l'objet par réflexion totale à travers un prisme isocèle rectangle, animé lui-même d'un mouvement de rota-



tion de même sens que celui de l'objet, et de vitesse angulaire deux fois plus petite, autour d'un axe parallèle à l'hypothénuse du prisme, et coïncidant avec le rayon visuel. Le prisme peut être fixé dans une lunette d'observation que l'on fait tourner avec lui.

Il y a une dizaine d'années, je demandai à notre illustre et regretté collègue, le prof. A. de la Rive, l'insertion dans les Archives d'un article dont la substance eût été celle de la note actuelle. Il me répondit que les idées que j'énonçais lui paraissaient bonnes, et que pour ce motif il désirait me voir faire moi-même les expériences que je proposais à d'autres. Cependant les circonstances qui m'eussent donné la possibilité matérielle de recherches scientifiques suivies ne sont pas venues pour moi, et il n'y a guère d'espérance qu'elles viennent jamais. C'est pourquoi, estimant que les idées rappelées ci-dessus, et qui ont été communiquées en divers temps à plusieurs naturalistes, peuvent être encore de quelque utilité pour la science, j'ai renouvelé ma demande d'il y a dix ans au Comité de rédaction des Archives.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE

---

## PHYSIQUE

RÉSUMÉ D'OBSERVATIONS FAITES A ROSSINIÈRES PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1879. (Extrait d'une lettre de M. le col. M.-F. Ward à M. le prof. D. Colladon, du 6 janvier 1880.)

Pendant 27 jours de ce mois le soleil a lui brillamment et 21 jours ont été absolument sans nuages, la température de l'air restant très basse.

Le jour de Noël, le colonel Ward a fait l'ascension du Mont-Cray entre Rossinières et Château-d'Oex. La vue ne lui avait jamais paru si claire et si étendue. On pouvait voir environ jusqu'à 23 lieues de chaque côté. On distinguait les montagnes au sud du lac de Constance, celles de l'Oberland bernois, le Mont-Rose, le Mont-Blanc, le Mont-Parmelan, près du lac d'Annecy, le Jura, les Vosges et ce qui doit être les montagnes de la Forêt-Noire au nord de Bâle.

La plaine de la Suisse au nord du Mont-Cray et les vallées de chaque côté étaient parfaitement claires et on pouvait voir distinctement les villes de Romont et de Fribourg avec leurs tours et la cathédrale.

Un brouillard épais se trouvait sur les lacs de Genève, de Neuchâtel, de Morat et de Bienne et sur les vallées à côté. La surface supérieure de ce brouillard était tout à fait plane et avait l'air d'une mer de lait. Le brouillard commençait à environ 500 pieds au-dessous du Col de Jaman.

La planète Vénus a été visible à l'œil nu toute la journée et jusqu'à son coucher depuis le 23 du mois d'octobre jusqu'à la fin de décembre, ce qui démontre la pureté de l'atmosphère dans ces vallées du Pays d'Enhaut.

## CHIMIE.

MERZ et WEITH. — ÉTHÉRIFICATION DES PHÉNOLS  
MONOATOMIQUES. (*Berichte*, XII, 1924. Zurich.)

Le phénol ordinaire donne de l'oxyde de diphényle, lorsqu'on le chauffe à 350° — 400° avec un excès de chlorure de zinc; les auteurs cherchent de cette manière à introduire le groupe du phénol dans différentes combinaisons de la série aromatique.

MAINZER. — DINITROCHLORBENZINE ET ÉTHER SODACÉTIQUE.  
(*Berichte*, XII, 1925. Zurich.)

En faisant réagir la dinitrochlorbenzine sur l'éther sodacétique en dissolution alcoolique, ce chimiste obtient une substance cristalline jaunâtre qui a pour formules  $[C_6H_3(NO_2)_2]C_2H_3O$ . CH. CO<sub>2</sub> C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> ce serait l'éther éthylique de l'acide dinitrophenylacétique.

E. SCHULZE et J. BARBIERI. — AMIDES ACIDES SE FORMANT  
PENDANT LA GERMINATION DES GRAINES DE LUPIN. (*Berichte*,  
XII, 1924. Zurich.)

On extrait les germes par l'alcool chaud. On obtient, à côté de leucine et d'un peu de tyrosine une substance qu'on sépare de la leucine en faisant le sel de cuivre; cette substance renferme C 64 % H 7 % et Az 9 %.

En la chauffant dans un tube elle se décompose en deux corps cristallins, l'un qui distille et l'autre qu'on obtient comme résidu.

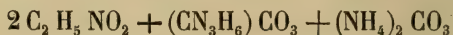
E. SCHULZE et BARBIERI. — LEUCINE ET TYROSINE DANS LES  
POMMES DE TERRE. (*Landw. V.-Station*, 34, p. 167, novembre 1879. Zurich).

Les auteurs ont extrait des pommes de terre desséchées

de la leucine et de la tyrosine qu'ils ont identifiées d'une façon certaine. La tyrosine avait d'ailleurs déjà été observée par la méthode microchimique par J. Borodin.

M. NENCKI et N. SIEBER. — SUR UN NOUVEAU MODE DE FORMATION DE LA GLYCOCYAMINE. (*J. f. pract. Chimie*, XVII, 477. Berne).

Lorsqu'on dissout dans l'eau chaude 15 p. de glyocolle et 18 p. de carbonate de guanidine, la solution concentrée lentement, laisse déposer une combinaison des deux corps fusible vers 100°, mais si on concentre rapidement, il se produit une vive réaction, il se dégage CO<sub>2</sub> et NH<sub>3</sub> et la température s'élève; en reprenant par l'eau il reste une poudre peu soluble qui est de la glycoeyamine, elle se forme par la réaction :



Il est probable que dans cette réaction, le carbonate de guanidine se décompose d'abord en carbonate ammonique et cyanamide, et que cette dernière en réagissant ensuite sur le glyocolle, engendre la glycoeyamine en vertu de la réaction découverte par Strecker.

G. BECHI. — SOLUBILITÉ DANS L'ALCOOL ET LE TOLUÈNE DE QUELQUES DÉRIVÉS AROMATIQUES. (*Berichte*, XII, 1976. Genève.)

M. Bechi donne le tableau suivant de la solubilité de quelques corps dans l'alcool et dans la toluène :

	100 parties de toluène dissolvant		100 parties d'alcool absolu dissolvant	
	à froid.	à 100°	à froid.	à la temp. d'ébullit.
Naphtaline . . .	31,94 à 16°,5	toute proportion	5,29 à 15°	en toute proportion
Anthracène . . .	0,92 »	12,94	0,076 à 16°	0,83
Phenanthrène . .	33,02 »	toute proportion	2,62 »	10,08
Pyrène . . . . .	16,54 à 18°	très soluble	1,37 »	3,08
Chrysène . . . . .	0,24 »	5,39	0,097 »	0,17
Carbazol . . . . .	0,55 à 16°,5	5,46	0,92 à 14°	3,88
Phénylnaphtyle <sup>1</sup>	à peine soluble	0,39—0,57	à peine soluble	0,25
Anthraquinone .	0,19 à 15°	2,56	0,05 à 18°	2,249



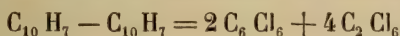
V. MERZ et G. ZETTER. — SUR QUELQUES DÉRIVÉS DE LA RÉSORCINE ET DE L'ORCINE. (*Berichte*, XII, 2035. Zurich.)

Les auteurs ont préparé l'acide styphnique et la trinitroorcine; le premier de ces corps a été transformé en triamido, puis en amidoïmidorésorcine.

La trinitroorcine chauffée avec de l'acide chlorhydrique donne un corps qui a la formule d'une trioxyquinone  $C_6H_4O_5$  mais qui paraît être un polymère, il donne facilement des dérivés, métalliques, bromés ainsi que des éthers. Enfin ils ont préparé une trioxytoluquinone  $C_5(CH_3)O_2(OH)_3$  et son dérivé acétylé.

WATSON SMITH. — CHLORURATION DE L'ISODINAPHTYLE. (*Berichte*, XII, 2131. Zurich.)

L'isodinaphtyle traité par 10 fois son poids de pentachlorure d'antimoine d'après la méthode déjà employée par Merz, donne un peu de perchlorméthane, mais surtout du perchloréthane et de la benzine hexachlorée suivant la réaction



Il serait intéressant de perchlorer les deux autres isomères de l'isodinaphtyle et de voir si les produits de la chloruration diffèrent.

R. MEYER et A. BAUR. — INTRODUCTION DU GROUPE HYDROXYLE PAR OXYDATION DIRECTE. (*Berichte*, XII, 2238. Coire.)

Ces recherches prouvent qu'il n'y a que les hydrogènes tertiaires qui puissent être remplacés par OH par l'oxydation directe, en effet en oxydant la sulfopropylbenzine normale on n'obtient pas de substitution mais bien en oxydant son isomère la sulfoisopropylbenzine, dérivant de l'acide cuminique.

C. GRÆBE. — PARALEUKANILINE DANS LES RÉSIDUS DE LA PRÉPARATION DE LA FUCHSINE. (*Berichte*, XII, 2241. Genève.)

Græbe a constaté l'existence de la paraleukaniline dans les

eaux mères de la chrysaniline, celle-ci étant obtenue des eaux mères de la préparation de la fuchsine. Cette leukaniline provient-elle de l'action de l'acide arsénique sur un mélange d'aniline et de toluidine, ou bien provient-elle d'une réduction de la rosaniline? la première hypothèse est la plus probable, car l'action de l'acide arsénique sur les parois de fer des chaudières ne doit pas être considérable. Mais on pourrait aussi penser que la leukaniline est le premier produit qui se forme dans la fabrication de la rosaniline et que en s'oxydant, elle donne la matière colorante. C'est une question importante à élucider pour les fabricants.

---

### BOTANIQUE.

MUELLER (Ferd. von). — EUCALYPTOGRAPHIA. (In-4°.  
Decades 1-3. Melbourne, 1879.)

M. le baron de Mueller commence une publication intéressante sur les espèces du genre *Eucalyptus* qui croissent en Australie et dans les îles adjacentes. Chaque espèce est figurée, avec des analyses nombreuses, dans lesquelles on remarque des détails peu connus sur les anthères, les graines, les sections de tige, etc. Le texte contient des informations que les descripteurs n'ont pas assez recherché jusqu'à présent. Ainsi la dimension des grains de pollen (dont la forme est semblable) est donnée pour une cinquantaine d'espèces, et l'on voit qu'elle est au maximum 0,033 millim. dans l'*E. calophylla* et au minimum 0,0128 dans l'*E. eudesmioides*. La présence ou l'absence de stomates sur chaque côté de la feuille est indiquée pour plus de cent espèces, avec le nombre moyen de ces organes par pouce carré. Ordinairement il y a autant de stomates d'un côté que de l'autre, mais dans une vingtaine d'espèces le nombre est plus grand sur la surface inférieure, et dans 18 il n'y en a point sur cette surface. Dans une même espèce, le nombre peut varier, pour le même côté de la feuille, du simple au double. L'*E. Torelliana* présente jusqu'à 300 à 531,000 stomates en dessous de la feuille, tandis que les feuilles de l'*E. globulus* âgé en ont de 45 à 56,000 seulement.

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1879.

- Le 1<sup>er</sup>, faible chute de neige ; hauteur de la couche 17<sup>mm</sup>.
- 3, brouillard dans la matinée ; neige depuis 1 h. après midi jusqu'au lendemain matin ; elle se change en grésil de 8 à 11 h. matin le 4 ; la hauteur totale de la couche est de 265<sup>mm</sup>.
- 4, vers 11 h. matin, roulement de tonnerres au SE. ; à 5 h. 34 après midi, secousses de tremblement de terre. Pendant toute la journée du 4, la marche de la température avait été tout à fait normale ; de — 4°,6 à 6 h. matin et — 5°,5 pour le minimum, la température s'était élevée à — 0°,4 à 2 h. après midi, le maximum marquant 0,0, puis la température a baissé graduellement, le thermomètre indiquant — 3°,9 à 10 h. soir, et elle a atteint aux environs de minuit un degré un peu plus bas — 4°,4 indiqué par le minimum. Pendant toute la journée, le vent était variable et très faible, le baromètre bas, avec une très légère tendance à la baisse, de 711<sup>mm</sup>,6 à midi, il est descendu à 709<sup>mm</sup>,3 à 10 h. du soir, aucun symptôme n'annonçait ainsi la perturbation de la nuit suivante.
- 5, dans la nuit du 4 au 5, à 1 h. matin, le vent du SSO. a commencé à souffler par rafales avec une très grande violence ; vers le matin, la direction a tourné au SO., et vers midi il a perdu beaucoup de son intensité en tournant à l'Ouest. Ce vent amenait de l'air d'une température relativement très élevée, car le thermomètre est monté rapidement au-dessus de 0, le minimum pendant la nuit s'étant élevé à + 8°,0 ; à 6 h. matin, le thermomètre marquait encore + 4°,3 ; à 8 h., — 0°,6 et la température a continué à baisser jusqu'au soir, pendant que le baromètre remontait rapidement ; il marquait 711<sup>mm</sup>,7 à 6 h. matin, soit 2<sup>mm</sup>  $\frac{1}{2}$  de plus que la veille au soir, et à 10 h. soir 724<sup>mm</sup>,4.
- 6, légère chute de neige dans l'après-midi ; hauteur de la couche 17<sup>mm</sup>.
- 7, forte bise tout le jour.
- 9, forte bise de 10 h. du matin à 10 h. soir.
- 13, forte bise tout le jour.
- 14, id.

Du 17 au 28 inclusivement, brouillard persistant pendant ces douze jours, avec une légère diminution d'intensité dans la journée du 19; dépôt de givre très abondant pendant une partie du temps.

Le 29, brouillard le matin, pluie le soir et la nuit suivante.

30, à plusieurs reprises dans la journée, secousses de tremblement de terre. Nous renvoyons pour les détails, de même que pour les secousses du 4, aux recherches qui seront publiées par la commission séismométrique.

31, fort coup de vent du SSO. dans la nuit du 30 au 31.

### Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 2 à 10 h. soir.....	724,76	Le 4 à 10 h. soir.....	709,29
8 à 10 h. matin.....	738,06	10 à 10 h. soir.....	735,00
12 à 10 h. matin.....	739,61	15 à 2 h. après midi.....	735,18
16 à 10 h. matin.....	737,47	17 à 8 h. soir.....	732,12
23 à 10 h. matin.....	745,54	26 à 2 h. après midi.....	737,63
28 à 10 h. matin.....	743,18	30 à 2 h. après midi....	732,48

La température du mois de décembre a été exceptionnellement basse; elle est de  $-6^{\circ},08$ , soit de  $6^{\circ},88$  au-dessous de la moyenne des cinquante années 1826 à 1875, tandis que la plus basse température notée précédemment pour ce mois était de  $-4^{\circ},51$  en 1871. Par contre, en 1868, la température moyenne du mois de décembre avait été de  $+6^{\circ},98$ , ce qui donne un écart de plus de  $13^{\circ}$  entre ces deux mois de décembre, dont la moyenne s'écarte assez peu de la moyenne générale. D'après les recherches basées sur les cinquante années 1826 à 1875, l'écart probable pour un mois de décembre est de  $\pm 1^{\circ},62$ , en sorte que l'écart de l'année 1879 est au moins quatre fois plus grand que l'écart probable; la probabilité d'un pareil écart est tout au plus de 0,005, et l'on ne doit pas s'attendre à le voir se présenter plus d'une fois dans un intervalle de deux siècles. Le minimum le plus bas du mois ne s'est pas abaissé au-dessous de  $-15^{\circ},0$ ; mais pour 13 jours, il est descendu à  $-10^{\circ}$  et au-dessous; c'est à la persistance du froid, plutôt qu'au chiffre exceptionnellement bas atteint par le thermomètre, qu'est dû l'écart anomal du mois.

La comparaison de la température observée à Genève et au Saint-Bernard fait ressortir une anomalie qui s'est présentée avec une persistance beaucoup plus grande que de coutume. Il n'y a guère d'année où, au mois de décembre surtout, l'on ne trouve exceptionnellement le degré accusé par le thermomètre du Saint-Bernard plus élevé qu'à Genève, mais cette anomalie est ordinairement de courte durée, quelquefois pendant une partie de la journée seulement, plus rarement pour la moyenne des vingt-quatre heures, et elle ne continue pas au delà de deux ou trois jours. Au mois de décembre 1879, cette interversion dans le décroissement normal de



la température avec la hauteur s'est prolongée pendant une partie notable du mois; le décroissement normal entre les deux stations, soit la différence entre la température moyenne des 24 heures, à Genève et au St-Bernard, est pour ce mois de  $+ 8^{\circ},39$ , tandis que les valeurs suivantes ont été observées pour les différents jours du mois :

Genève. — St-Bernard.		Genève. — St-Bernard.		Genève. — St-Bernard.	
Le 1 <sup>er</sup>	$+ 16,45$	Le 11	$+ 3,08$	Le 21	$- 3,39$
2	$+ 15,95$	12	$+ 2,21$	22	$- 2,65$
3	$+ 12,01$	13	$+ 11,61$	23	$- 1,76$
4	$+ 1,77$	14	$+ 6,82$	24	$- 4,81$
5	$+ 13,00$	15	$+ 5,72$	25	$- 6,20$
6	$+ 9,38$	16	$- 3,14$	26	$- 3,80$
7	$+ 13,00$	17	$- 0,01$	27	$- 2,91$
8	$+ 10,77$	18	$- 0,44$	28	$- 4,48$
9	$+ 9,49$	19	$- 3,29$	29	$- 2,09$
10	$+ 4,75$	20	$- 2,74$	30	$+ 11,16$
				31	$+ 12,88$

La moyenne des trente et un jours donne  $+ 3^{\circ},82$ , c'est-à-dire un décroissement moyen de  $4^{\circ},57$  plus lent que de coutume, mais avec des variations énormes d'un jour à l'autre; entre le décroissement de  $+ 16^{\circ},45$  le 1<sup>er</sup>, et celui de  $- 6^{\circ},20$  le 25, la différence est de plus de  $22^{\circ},5$ . L'interversion dans l'abaissement de la température avec la hauteur s'est prolongée pendant quatorze jours consécutifs, du 16 au 29; la moyenne de ces quatorze jours étant  $- 3^{\circ},0$ , pendant lesquels la station inférieure était plongée dans un brouillard persistant et très dense, tandis que la station supérieure jouissait d'un ciel sans nuages. Il est à remarquer que, dans les cas de pareille interversion dans la distribution normale, toute évaluation de la température d'une couche située à une altitude intermédiaire est à peu près impossible; elle ne pourrait reposer que sur des hypothèses arbitraires et pouvant s'écarter considérablement de la vérité. De là une incertitude très grande de la formule barométrique, soit qu'on l'emploie pour déterminer la différence d'altitude entre deux stations, soit qu'on s'en serve pour réduire au niveau de la mer une hauteur barométrique observée à une altitude donnée, ainsi qu'on le pratique maintenant dans un grand nombre d'endroits. Si pendant ces quatorze jours du mois de décembre la température, à Genève, a été en moyenne de  $- 7^{\circ},01$ , et au Saint-Bernard de  $- 4^{\circ},03$ , il serait tout aussi absurde de supposer qu'à l'altitude intermédiaire entre les deux stations, soit de  $1035^{\text{mm}}$  au-dessus de Genève, la température moyenne ait été de  $- 5^{\circ},52$ , que de supposer qu'à une altitude dépassant de 2070 mètres celle du Saint-Bernard la température se soit encore élevée de  $3^{\circ}$ . A cette altitude intermédiaire, la température a été, selon toute probabilité, notablement supérieure à  $- 5^{\circ},52$ , et même au-dessus de 0; mais de combien, c'est ce qu'il est impossible d'évaluer.

Jours du mois.	Baromètre.			Température C.			Tension de la vap.			Fraet. de saturation en millimètres			Pluie ou neige			Vent dominant.	NEBULOSITÉ MOYENNE	Temp. du Rhone		
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. des 24 h.	Nomb. d'h.	Mill.			Écart avec la temp. normale	Limnètre à 11 h.	
1	717,18	-9,56	3,38	5,63	5,7	1,1	2,65	-1,93	736	-114	630	820	0,8	2	SO.	0,82	+6,9	1,0	118,7	
2	721,71	-5,07	4,11	6,23	8,6	0,0	2,51	-2,03	757	-95	620	920	...	...	S.	0,44	6,7	-1,1	119,7	
3	729,04	-4,78	7,68	9,68	12,6	4,8	2,48	-2,02	927	+75	780	1400	15,1	11	E.	0,87	6,4	-1,3	118,0	
4	710,86	-16,00	2,67	4,55	5,5	0,0	3,60	-0,87	934	+82	900	970	14,0	10	variable	0,96	5,3	-2,3	119,6	
5	718,97	-7,93	2,04	3,80	6,6	8,0	2,81	-1,62	712	-141	500	800	...	...	SO.	0,81	5,9	-1,6	119,0	
6	723,78	-3,16	4,31	5,96	12,5	+	2,88	-1,52	804	-50	630	930	0,9	5	SO.	0,80	5,7	-1,7	121,2	
7	731,84	-4,86	8,89	10,43	10,7	7,6	1,88	-1,45	831	-33	730	890	...	...	NE.	0,67	...	...	123,0	
8	737,16	+10,14	9,75	11,18	14,2	7,8	1,74	-2,60	826	-29	770	880	...	...	NE.	0,81	3,8	-3,4	121,7	
9	735,98	+8,92	9,77	11,09	12,0	7,7	1,79	-2,52	840	-16	750	880	...	...	NE.	0,79	2,8	-4,3	118,8	
10	735,77	+8,67	10,29	11,51	14,8	8,7	1,79	-2,49	833	+29	820	930	...	...	SE.	0,96	3,0	-4,1	119,0	
11	737,15	+10,01	10,92	12,04	14,4	5,4	1,68	-2,38	860	+3	740	1000	...	...	E.	0,09	3,6	-3,4	117,7	
12	738,89	+11,71	9,02	10,04	15,0	2,3	2,17	-2,06	900	+42	740	860	...	...	S.	0,40	3,7	-3,2	115,4	
13	737,51	+10,29	2,79	3,72	10,8	3,2	3,08	-1,13	781	+77	710	860	...	...	NE.	0,41	4,1	-2,7	117,5	
14	736,74	+9,48	5,52	6,36	7,0	3,2	2,39	-1,80	807	-52	750	880	...	...	NE.	0,33	...	...	118,0	
15	735,65	+8,35	7,68	8,43	8,5	6,5	2,27	-2,07	831	-28	780	890	...	...	NE.	0,98	3,6	-3,0	113,2	
16	736,82	+9,48	8,60	9,27	9,5	7,0	2,27	-1,88	969	+109	920	1000	...	...	E.	1,00	3,2	-3,3	111,5	
17	733,86	+6,49	8,20	8,79	10,0	6,8	2,43	-1,70	994	+134	980	1000	...	...	ESE.	1,00	3,8	-2,7	110,5	
18	736,83	+9,42	7,05	7,56	8,4	5,9	2,50	-1,62	938	+77	900	1000	...	...	SE.	1,00	3,8	-2,6	112,4	
19	737,33	+9,88	6,74	7,18	8,5	5,1	2,47	-1,63	903	+42	790	1000	...	...	SE.	0,83	4,0	-2,3	110,7	
20	737,78	+10,30	6,26	6,63	7,2	3,0	2,77	-1,32	974	+112	940	1000	...	...	SE.	1,00	3,8	-2,4	110,7	
21	738,72	+11,50	6,79	7,09	8,6	5,2	2,74	-1,34	994	+132	970	1000	...	...	SE.	1,00	...	...	110,0	
22	741,50	+13,94	7,63	7,87	9,8	5,4	2,57	-1,50	1000	+137	1000	1000	...	...	variable	1,00	3,6	-2,5	108,1	
23	744,53	+16,94	5,62	5,80	9,2	5,4	3,00	-1,06	994	+131	970	1000	...	...	SE.	1,00	3,6	-2,4	108,1	
24	741,52	+13,90	7,95	8,07	9,2	5,9	2,48	-1,57	1000	+137	1000	1000	...	...	SO.	1,00	3,5	-2,5	108,0	
25	739,77	+12,12	8,13	8,20	9,4	5,1	2,52	-1,52	998	+134	980	1000	...	...	SO.	1,00	3,4	-2,5	105,1	
26	738,29	+10,59	6,11	6,13	7,8	4,2	2,89	-1,45	998	+134	980	1000	...	...	SE.	1,00	3,1	-2,7	105,5	
27	739,29	+11,58	6,63	6,60	7,5	5,4	2,74	-1,29	992	+128	970	1000	...	...	ESE.	1,00	3,3	-2,5	105,2	
28	742,21	+14,48	8,36	8,29	10,0	5,9	2,41	-1,62	998	+134	980	1000	...	...	ESE.	1,00	3,2	-2,4	105,4	
29	737,20	+9,44	4,05	3,94	12,9	7,0	3,01	-1,02	852	+13	310	1000	4,8	5	SSE.	0,90	3,0	-2,6	102,7	
30	733,47	+5,69	3,51	3,66	1,8	7,9	4,73	+0,71	804	-61	570	970	...	...	variable	0,63	3,1	-2,4	100,7	
31	734,57	+6,77	4,90	5,08	3,1	8,0	4,79	+0,77	735	-130	660	830	...	...	OSO.	0,93	3,1	-2,4	100,0	

## MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1879.

6 h. m. 8 h. m. 10 h. m. Midi. 2 h. s. 4 h. s. 6 h. s. 8 h. s. 10 h. s.

**Baromètre.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	724,59	725,34	726,18	725,84	725,56	725,75	725,99	726,11	726,29
2 <sup>e</sup> »	736,75	737,07	737,52	736,99	736,68	736,70	736,85	736,98	736,95
3 <sup>e</sup> »	739,28	739,65	739,99	739,44	738,82	738,75	738,93	739,06	739,05
Mois	733,73	734,20	734,74	734,27	733,85	733,89	734,09	734,21	734,26

**Température.**

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1 <sup>re</sup> décade	7,41	7,22	5,70	4,57	4,51	5,06	5,61	6,19	7,12
2 <sup>e</sup> »	8,05	8,13	7,11	5,69	5,29	6,09	7,15	7,51	7,68
3 <sup>e</sup> »	6,67	6,53	5,41	3,31	3,07	3,44	4,04	4,15	3,82
Mois	7,36	7,27	6,05	4,49	4,25	4,82	5,55	5,90	6,13

**Tension de la vapeur.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	2,18	2,29	2,41	2,50	2,64	2,58	2,54	2,50	2,32
2 <sup>e</sup> »	2,32	2,28	2,32	2,50	2,59	2,49	2,41	2,41	2,39
3 <sup>e</sup> »	2,78	2,83	3,05	3,39	3,42	3,33	3,21	3,12	2,82
Mois	2,44	2,48	2,61	2,82	2,90	2,82	2,74	2,69	2,52

**Fraction de saturation en millièmes.**

1 <sup>re</sup> décade	842	857	802	761	793	805	825	854	857
2 <sup>e</sup> »	929	918	862	847	844	868	908	934	935
3 <sup>e</sup> »	972	979	968	940	933	940	943	932	867
Mois	916	920	880	852	859	873	894	907	886

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
1 <sup>re</sup> décade	— 9,72	— 2,94	0,79	+ 5,17	30,8	119,9
2 <sup>e</sup> »	— 9,93	— 4,54	0,72	+ 3,73	—	113,7
3 <sup>e</sup> »	— 7,25	— 1,58	0,95	+ 3,33	4,8	105,9
Mois	— 8,91	— 2,97	0,83	+ 4,07	35,6	112,9

Dans ce mois, l'air a été calme 0,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,15 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S 70°,6-E et son intensité est égale à 42,3 sur 100.

# TABLEAU

DES

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1879.

---

Le 1<sup>er</sup>, brouillard tout le jour, par une très forte bise.

2, brouillard jusqu'à 5 h. soir; très forte bise jusqu'à midi, moins forte l'après-midi.

3, neige depuis midi, par un fort vent de SO.

4, neige presque tout le jour; fort vent du SO.

5, vent violent pendant tout le jour, et changeant constamment de direction, jusqu'à midi le SO. prédominait, et dans l'après-midi et la soirée le NE.; brouillard depuis 2 h.

6, neige, brouillard, assez forte bise, surtout le soir.

7, la bise a soufflé assez fortement, surtout le soir.

10, assez forte bise depuis midi.

12 et 13, assez forte bise.

31, brouillard, assez forte bise.

Du 7 au 27 de ce mois, le ciel a été presque constamment clair, avec quelques nuages seulement dans les journées du 12, du 17 et du 18. La nébulosité moyenne de ces vingt et un jours a été 0,06, et pour tout le mois de 0,27, tandis qu'à Genève elle était de 0,83.

### *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1 <sup>er</sup> à midi .....	546,56
Le 3 à 10 h. matin .....	555,46	5 à 6 h. matin .....	548,58
8 à midi .....	561,65	9 à 6 h. soir .....	559,70
12 à 10 h. matin .....	567,21	15 à 6 h. matin .....	563,88
16 à 10 h. matin .....	569,41	17 à 6 h. soir .....	564,51
23 à midi .....	576,36	27 à 4 h. après midi .....	569,94
28 à 6 h. soir .....	573,89	30 à 10 h. soir .....	564,33



Jours du mois.	Baromètre.			Température C.			Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Minimum.	Maximum.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	0	0	0	millim.	millim.			
1	546,81	546,56	547,42	-15,14	-13,11	-18,9				3	0,84
2	550,97	547,88	553,80	-10,96	-13,26	-18,7				2	0,62
3	554,42	553,73	555,46	-7,49	-12,81	-18,3	100	9,1		2	0,80
4	549,94	549,54	550,49	-11,95	+ 2,52	- 9,8	260	16,4		2	0,93
5	550,32	548,58	552,12	-11,55	8,00	-9,0	80	6,0		3	0,84
6	554,49	553,88	555,10	-7,36	-13,69	-10,3	90	7,8		2	0,87
7	557,02	555,54	558,83	-4,80	-14,68	-20,8				2	0,11
8	560,88	560,20	561,65	-0,92	-13,23	-19,1				1	0,04
9	559,89	559,70	560,44	-1,89	-11,89	-17,7				1	0,00
10	561,63	560,88	562,74	-0,13	-7,60	-12,5				1	0,09
11	564,16	563,85	566,71	+ 2,42	6,49	-12,1				2	0,00
12	565,52	566,12	567,21	+ 3,80	6,65	-9,4				1	0,00
13	565,24	565,12	565,63	+ 3,54	-14,00	-12,1				2	0,40
14	564,40	564,24	564,87	+ 2,72	-14,40	-13,5				2	0,14
15	565,33	563,67	563,88	+ 3,67	-12,34	-10,7				1	0,02
16	569,11	568,57	569,41	+ 7,47	-13,40	-9,8				2	0,04
17	566,05	564,51	567,81	+ 4,42	2,38	-3,6				2	0,00
18	568,04	567,08	568,62	+ 6,43	8,16	-4,5				1	0,17
19	569,35	568,47	569,94	+ 7,76	6,61	-4,0				1	0,21
20	570,20	569,93	570,48	+ 8,63	1,35	-4,1				1	0,08
21	571,37	570,82	573,06	+ 10,01	4,57	-1,5				1	0,00
22	573,78	573,41	574,78	+ 12,23	4,56	-2,3				1	0,00
23	575,70	575,10	576,36	+ 14,17	3,20	-3,0				variable	0,00
24	573,65	573,02	574,57	+ 10,24	4,37	-2,0				1	0,03
25	571,76	571,64	571,98	+ 12,17	5,14	-0,6				1	0,01
26	570,53	570,36	571,12	+ 9,06	6,40	-0,7				1	0,02
27	570,51	569,94	571,84	+ 9,05	6,06	-0,3				1	0,00
28	573,67	573,43	573,89	+ 12,23	3,88	-1,8				1	0,00
29	571,00	569,19	572,63	+ 9,58	4,57	-3,2				1	0,41
30	565,52	564,33	567,14	+ 4,12	6,53	-0,2				2	0,56
31	566,08	564,39	566,83	+ 4,70	0,88	-6,0				2	0,39
					0,59	-6,7					0,87

## MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1879.

6 h. m.    8 h. m.    10 h. m.    Midi.    2 h. s.    4 h. s.    6 h. s.    8 h. s.    10 h. s.

**Baromètre.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	553,87	554,30	554,81	554,72	554,66	554,76	554,88	555,11	555,28
2 <sup>e</sup> »	566,45	566,71	567,01	566,93	566,84	566,91	566,99	567,13	567,24
3 <sup>e</sup> »	571,26	571,41	571,69	571,47	571,28	571,16	571,15	571,21	571,28
Mois	564,10	564,38	564,74	564,60	564,49	564,50	564,56	564,70	564,82

**Température.**

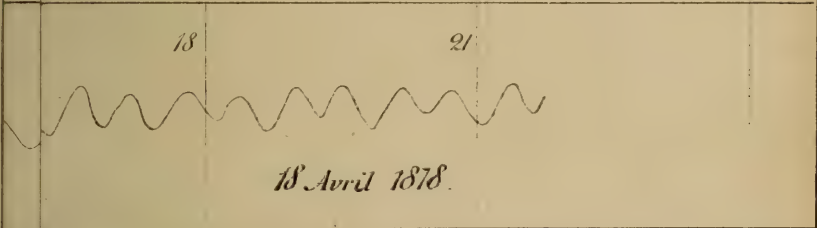
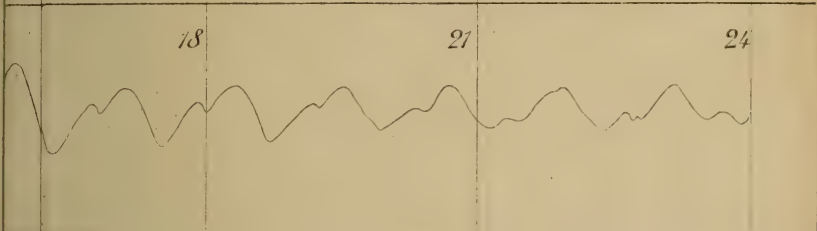
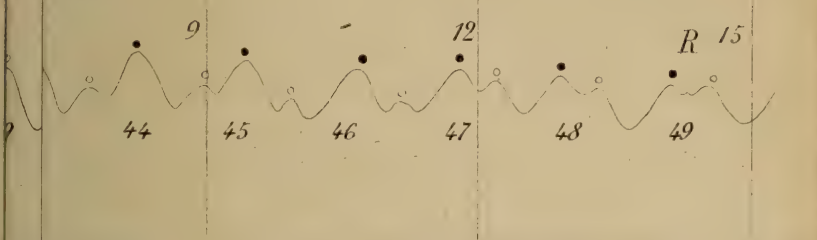
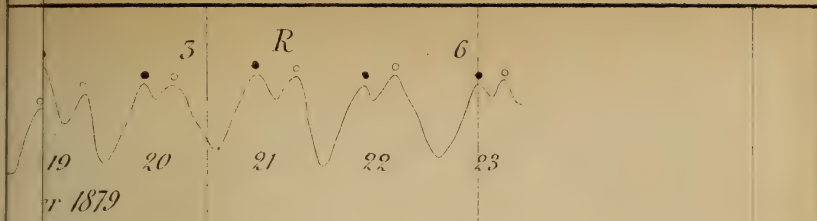
1 <sup>re</sup> décade	-17,73	-16,59	-15,94	-15,87	-15,72	-16,47	-17,02	-17,46	-17,74
2 <sup>e</sup> »	-10,20	-10,31	-9,08	-7,88	-7,79	-8,68	-9,15	-9,24	-9,01
3 <sup>e</sup> »	-4,82	-4,28	-3,89	-2,90	-2,66	-4,00	-4,24	-3,95	-3,94
Mois	-10,72	-10,20	-9,46	-8,69	-8,53	-9,53	-9,94	-10,02	-10,03

	Min. observé.	Max observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
1 <sup>re</sup> décade	-19,27	-14,70	0,51	39,3	530
2 <sup>e</sup> »	-11,66	-7,10	0,11	—	—
3 <sup>e</sup> »	-5,02	-2,22	0,21	—	—
Mois	-11,76	-7,82	0,27	39,3	530

Dans ce mois, l'air a été calme 2,1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,59 à 1,00.

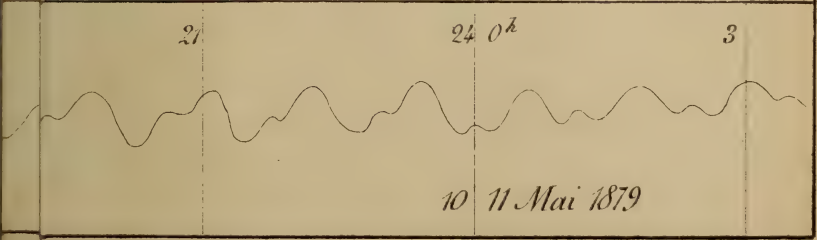
La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 64,87 sur 100.



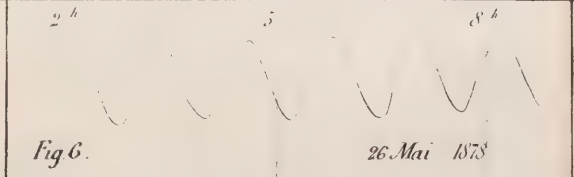
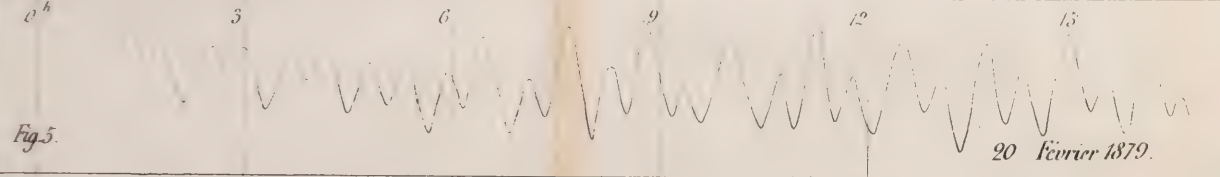
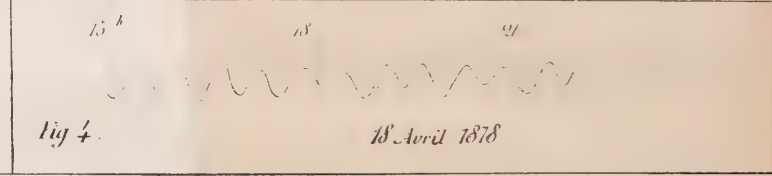
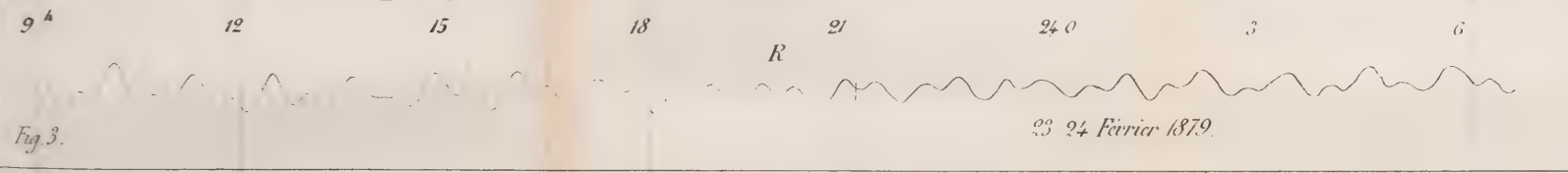
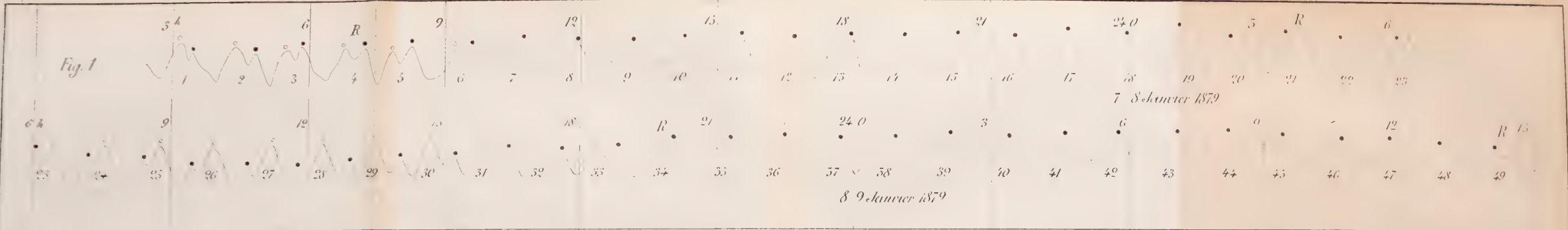
18. Avril 1878.

Tracés du LIMNOGRAPHE de  
M<sup>r</sup> PH. PLANTAMOUR à SÉCHERON près GENÈVE

Réduction 1/5<sup>e</sup>



10 11 Mai 1879

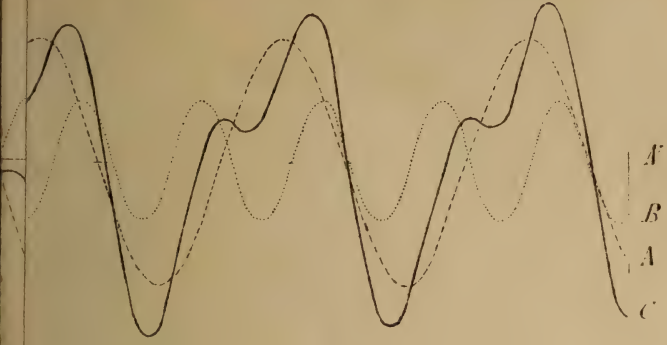


Tracés du LIMNOGRAPHE de  
M<sup>r</sup> PH. PLANTAMOUR à SÉCHERON près GENÈVE  
Reduction 1/3





23 37 38 39 40 41



*Fig. 3.*

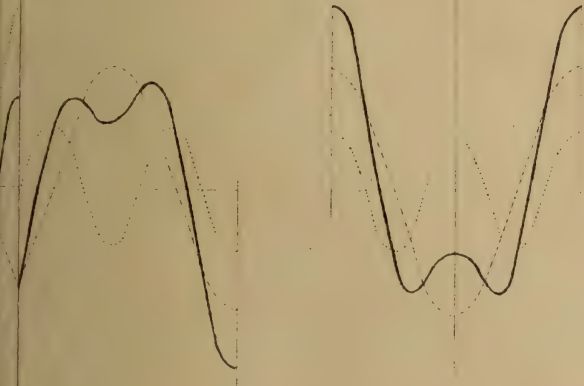


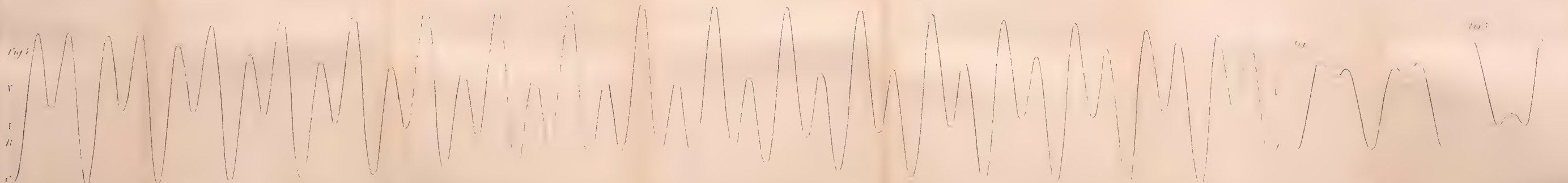
Fig 1

V  
B  
I  
C



Fig 2

V  
B  
I  
C



# REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1879

PAR

M. ERNEST FAVRE

---

Cette revue est divisée, comme les précédentes, en deux parties : la première comprend l'examen des descriptions géologiques et des recherches sur la composition des roches, la géologie dynamique, etc.; la seconde traite des travaux relatifs aux terrains, des formations les plus anciennes jusqu'aux dépôts actuels.

M. A. Jaccard<sup>1</sup> a publié une série de notices biographiques sur plusieurs géologues suisses, Thurmann (1804-1855), Gressly (1814-1865), A. Escher (1807-1872), F.-J. Pictet (1809-1872) J. de Charpentier (1786-1855) et F. Troyon (1815-1866). Nous devons à M. L. FAVRE<sup>2</sup> une biographie de L. Agassiz ; j'ai aussi donné un extrait<sup>3</sup> de celle que j'ai fait paraître antérieurement dans les *Archives*. M. BARETTI<sup>4</sup> a publié une notice

<sup>1</sup> A. Jaccard, Les géologues contemporains. *Biographies nationales publiées par E. Secretan*, III, 179.

<sup>2</sup> L. Favre, Louis Agassiz, *Progr. de l'Acad. de Neuchâtel*, 1879.

<sup>3</sup> E. Favre, Louis Agassiz. Notice biographique. *Biographies nationales*, 1879, III.

<sup>4</sup> Baretto, Cenzo biografico del professore Bartolomeo Gastaldi. *Annuario d. R. Univers. d. St. di Torino*, 1880. — Voy. aussi *Boll. Comit. geol. d'Italia*, 1879, 81, et *Rev. géol. suisse pour 1878*, 297.

biographique sur Gastaldi (1818-1878) son compagnon de travaux dans ses recherches sur la géologie des Alpes, et il a donné la liste complète de ses travaux. M. TH. DUFOUR<sup>1</sup> a publié les relations des voyages de Windham et de Martel aux glaciers de Chamonix (1741-1742), voyages qui ont ouvert la voie aux explorations alpines. En imprimant pour la première fois ce curieux récit, M. Dufour l'a complété par de nombreuses notes et par des renseignements sur les anciennes explorations de la vallée de Chamonix.

### I. Descriptions géologiques, géologie dynamique, roches, etc.

#### Descriptions géologiques

Il a paru une nouvelle édition de l'ouvrage classique de M. HEER<sup>2</sup> sur le monde primitif de la Suisse. Le même plan a été conservé, mais le texte a été remanié et augmenté et les gravures sont beaucoup plus nombreuses.

Dans le discours d'ouverture de la session de la Société helvétique des sciences naturelles, M. REHSTEINER<sup>3</sup> a résumé les principaux traits de la géologie des cantons de St-Gall et d'Appenzell.

La COMMISSION GÉOLOGIQUE a publié la feuille XII de la carte fédérale. On doit à M. JACCARD la géologie des environs de Neuchâtel, de sorte que le relevé géologique

<sup>1</sup> Th. Dufour, William Windham et Pierre Martel, Relations de leurs deux voyages aux glaciers de Chamonix (1741-1742). *Écho des Alpes*, 1879, et à part.

<sup>2</sup> Heer, *Die Urwelt der Schweiz*, 2<sup>e</sup> édit., 1879.

<sup>3</sup> Rehsteiner, Eröffnungsrede bei der 62. Jahresversammlung der schw. nat. Ges., *Actes Soc. helv.*, 1879, 3.



du Jura est maintenant terminé; M. BACHMANN a colorié un petit lambeau de l'angle S.E. de la carte à partir de la crête du Niesen et la plaine suisse à l'Est de l'Aar et de la Singine, contrée dont Berne occupe le centre. La principale partie de la feuille est due à M. GILLIÉRON et comprend la chaîne du Stockhorn et la plaine entre les rivières indiquées et le lac de Neuchâtel; Fribourg est au milieu de cette région. La mollasse marine, la mollasse d'eau douce inférieure et la nagelfluh constituent la plus grande partie de la plaine, et le grès de Ralligen vient s'ajouter à ces formations dans le voisinage des Alpes. Elles sont souvent recouvertes par le terrain erratique appartenant aux glaciers du Rhône et de l'Aar, dont les limites sont exactement indiquées.

La partie S.E. de cette feuille est occupée par les chaînes du Stockhorn et du Niesen. Les terrains qui les forment sont la cargneule et le gypse du trias, les terrains jurassiques, crétacés et éocènes. Nous attendrons la publication des textes relatifs à cette carte pour entrer dans plus de détails. M. Gilliéron a d'ailleurs résumé déjà ses observations sur la chaîne du Stockhorn dans son mémoire sur le Monsalvens (Rev. pour 1873, 275).

ALPES. *Versant nord.* M. MOESCH<sup>1</sup> a trouvé dans la vallée de la Kander, près de la route de Mühlennen à Emdthal, un rocher liasique avec les *Ammonites Conybeari*, *capricornus*, *Belemnites brevis*, *Pecten priscus*, *Terebratulula subovoides*. Il se trouve en dehors de la zone de gypse et de cargneule qui limite à l'E. la chaîne du Niesen.

M. ISCHER<sup>2</sup> a fourni des documents nouveaux sur l'âge

<sup>1</sup> Moesch, *Actes Soc. helv.*, Berne, 1878, 94.

<sup>2</sup> Ischer, Ueber die Geologie der Niesenkette. *Actes Soc. helv.*, Berne, 1878, 95.

si contesté des grès du Niesen. Ils sont bordés sur les deux versants par des gypses et des cargneules. C'est au pied sud de la chaîne seulement qu'il a pu découvrir entre eux et ces roches des couches fossilifères. Au nord de la Daube, sur le Truttlisberg et au pied sud du WYSTÄTHORN, il a reconnu au-dessus du gypse : 1° des couches contenant l'*Amm. Bucklandi* et une série de bélemnites liasiques; 2° un banc dans lequel sont des ammonites incontestablement jurassiques, voisines de l'*A. punctatus* et de l'*A. suevicus* (ou de fossiles du lias supérieur); 3° une bande mince de schiste vert avec des cristaux hexaédriques de pyrite qu'il a recueillis ailleurs dans le calcaire de Seewen reposant sur les couches de Wimmis. Dans les schistes et grès du Niesen qui surmontent ces couches, se trouvent des organismes singuliers très indistincts qui sont peut-être des nullipores; ils sont composés de bandes blanches et noires de 2 centimètres de diamètre et qui ont l'apparence de canaux comprimés avec une nervure médiane. M. Ischer a retrouvé ces mêmes organismes dans la chaîne du Wildstrubel, dans des couches du flysch recouvrant des couches nummulitiques. Ces grès doivent donc être rapportés au terrain éocène.

D'après ces observations, combinées avec celles de M. Mœsch, le gypse est compris entre deux zones de calcaire liasique et forme le centre d'une voûte rompue. Aux environs de la Lenk, des couches rhétiques viennent encore s'intercaler entre ces formations; il est donc triasique et celui qui limite la chaîne sur le versant nord doit l'être également; la continuité de la couche est démontrée par l'apparition de cette roche dans l'intérieur même de la chaîne entre la Lenk et St-Stephan.

La structure de la chaîne du Niesen est celle d'un oméga grec dont les extrémités seraient très recourbées et compliquées de beaucoup de plissements secondaires. La disparition de presque toutes les couches entre le trias et le grès éocène s'explique ainsi facilement, de même que la brusque terminaison de la chaîne au bord du lac de Thoune; la pression, au lieu de former là une grande voûte centrale, aurait formé un pli en sens inverse, ce qui donne la différence de hauteur entre la chaîne du Niesen et la dépression qui la limite au nord.

Contrairement à des observations plus anciennes, M. MOESCH<sup>1</sup> n'admet pas que la chaîne du Morgenberghorn soit bordée au nord par une faille; il a observé en ce point une voûte formée de couches éocènes et de Wang dont le pied nord s'abaisse rapidement dans cette direction, tandis que le pied sud plonge moins rapidement au sud sous la chaîne même. L'auteur croit du reste que les failles sont beaucoup plus rares qu'on ne le pense généralement dans les chaînes extérieures des Alpes.

M. E. DE FELLEBERG<sup>2</sup> a rendu compte de ses recherches dans la partie du massif du Finsteraarhorn comprise sur la feuille XVIII de la carte fédérale. Il a reconnu cinq zones parallèles de roches cristallines disposées verticalement et dirigées environ N. 35° E.

Elles sont constituées de la manière suivante : 1° gneiss; 2° granit; ces deux zones forment le fond de la vallée de

<sup>1</sup> Mœsch, *Actes Soc. helv.*, Berne, 1878, 94.

<sup>2</sup> E. von Fellenberg, *Kartenaufnahme des Finsteraarhornmassivs. Actes Soc. helv.*, Berne, 1878, 54. — *Geologische Wanderungen im Aare- und Rhone-Gebiet (1877-1878). Jahrb. schw. Alpenclub*, 1879, XIV, 242.

Gasteren, celui du Roththal, les sommets de la Jungfrau, du Mönch et les Viescherhörner; le gneiss plonge au S.E.; 3° schistes cristallins ou schistes verts, formés d'une grande variété de roches, constituant le centre du massif et les sommets du Finsteraarhorn et de l'Aletschhorn; 4° granit (zone du Bietschhorn) s'étendant jusqu'à la Handeck; 5° gneiss. Les granits paraissent être d'origine éruptive. Ces cinq zones sont flanquées des formations du verrucano et du trias; ce sont au nord des quartzite, arkose, verrucano, cargneule, calcaire dolomitique identique au calcaire de Röthi, schistes argileux très-plissés. La cargneule réapparaît souvent au-dessus de ces couches de manière à montrer qu'il y a là une voûte de terrain triasique déjetée et dont tantôt l'un, tantôt les deux pieds droits affleurent au nord. Ce pli est compris entre le granit et les schistes cristallins, ou situé au milieu des schistes verts. On peut le suivre sur une très grande longueur dans le Mühlebachthal, dans la vallée de Telli, au pied du Breithorn de Lauterbrunnen, au Schmadrijoch et c'est probablement le même qu'on observe à la Jungfrau. Le lias inférieur vient s'y associer dans le fond des vallées de Ferden, Resti et Faldum. Au sud la zone triasique est représentée par des calcaires dolomitiques, des calcaires schisteux et des schistes quartzeux qui reposent sur le gneiss à la sortie des vallées de Jjolli, Bietsch et Baltschieder, dans les environs de Gampel et de Raron. Il n'y a pas de cargneule; peut-être ces roches sont-elles plus anciennes que le trias. Enfin M. de Fellenberg signale encore une zone étroite de schistes argileux gris qui se trouve dans le fond de la vallée du Rhône et contient du gypse près de Naters.



M. BALTZER<sup>1</sup> a communiqué une nouvelle description du Wetterhorn dans l'Oberland bernois (Rev. pour 1878, 303), en y joignant des remarques sur les contacts des terrains cristallins et sédimentaires sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

La constitution géologique du flanc septentrional de la vallée d'Erstfeld a été étudiée par M. STUTZ<sup>2</sup>. Il forme un massif qui s'étend du Titlis à la vallée de la Reuss, et dans lequel on voit les terrains sédimentaires reposer sur les roches cristallines qui constituent la vallée même et dont les bancs plongent de 60 à 70° vers le sud. La ligne de contact entre les deux terrains est parfaitement droite sur une étendue de 8 kilomètres environ et peut être partout examinée.

Les roches cristallines sont presque uniquement des micachistes. Elles sont surmontées d'un grès de 10 pieds d'épaisseur faiblement incliné vers le nord, formé de quartz presque pur et passant parfois à un quartzite; on n'y observe aucun phénomène de contact. Cette roche est recouverte d'une dolomie jaune, sans fossiles, de 15 à 17<sup>m</sup> d'épaisseur, équivalent du calcaire de Röthi, dont la partie inférieure (5<sup>m</sup>) est en bancs minces, la supérieure en bancs épais.

Au-dessus vient un schiste noir de 16<sup>m</sup> environ d'épaisseur, sans fossiles, mais avec des nodules d'un rouge brun, puis un escarpement de 10 à 15<sup>m</sup>, formé par

<sup>1</sup> Baltzer, Geologische Skizze des vordern Wetterhorn's im Berner Oberland. *Actes Soc. helv.*, Berne, 1868, 67.

<sup>2</sup> U. Stutz, Geologische Notizen aus den Alpen. Ueber das Erstfelder Thal. *Neu. Jahrb.*, 1879, 842. — Cette belle coupe confirme les observations faites par M. Moesch et communiquées déjà en 1877 par cet auteur à la commission géologique, mais qui n'ont pas encore été publiées.

les couches du lias, surmontées d'une grande épaisseur de terrain jurassique qui s'étend jusqu'à la crête de la montagne et dans lequel on reconnaît divers horizons que j'indiquerai plus loin. Le revers du côté des Surenen est occupé par le terrain éocène sans intercalation des couches crétacées.

M. A. HEIM<sup>1</sup> a décrit l'orographie et la géologie des montagnes du Tödi, de Sardona et du Kärpfstock qui ont été cette année le champ d'excursions du club alpin; il indique les travaux relatifs de la géologie de cette région.

M. VACEK<sup>2</sup> vient de publier une étude sur les caractères stratigraphiques et paléontologiques de la formation crétacée dans le Vorarlberg. Il commence par examiner les conditions du dépôt de cette formation sur le versant nord de la chaîne des Alpes en prenant pour base les travaux de Pictet et de MM. Lory et Hébert, puis il passe à une étude paléontologique de cette formation à laquelle il a joint des descriptions des fossiles et des figures de quelques espèces nouvelles. Une partie importante de ce travail est consacrée à l'étude stratigraphique de ce massif et à l'examen de la théorie par laquelle on peut expliquer sa formation.

Les terrains crétacés constituent dans le Vorarlberg un massif limité au nord et au sud par le terrain éocène et qui s'étend de Feldkirch, dans la vallée du Rhin, à Obersdorf dans celle de l'Iller; ils sont le prolongement de ces formations, si développées dans la chaîne du Sentis et des Churfürsten dans la Suisse orientale. Ils forment dans leur

<sup>1</sup> A. Heim, Itinerarium für das Excursionsgebiet des S. A. C. Tödi-Sardona-Kärpf-Gruppe. *Jahrb. des schw. Alpenclub*, 1879, 277.

<sup>2</sup> M. Vacek, Ueber Vorarlberger Kreide. Eine Localstudie. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1879, XXIX, 659.

ensemble une grande voûte compliquée de plis secondaires. Dès l'époque crétacée inférieure on reconnaît les traces de la voûte principale; les preuves de la formation des plis secondaires se font remarquer à l'époque du gault. Ces plis sont concentriques au massif de roches cristallines situé au S.E. de Bludenz, et c'est à la résistance de ce massif qu'est due, sous l'action d'une pression latérale, la forme de ces plis. L'auteur les décrit en détail et il en donne d'excellentes coupes qui rendent facilement intelligibles leur forme et leur direction. Puis, continuant cette étude sur la rive gauche du Rhin, M. Vacek y examine la direction des chaînes et des contournements et il arrive à la région occupée par le double pli des Alpes Glaronnaises, décrit par M. Heim. L'auteur admet parfaitement l'existence du pli méridional déjeté vers le nord, mais il ne peut reconnaître celle du pli septentrional, déjeté vers le sud, qui se présente comme une anomalie complète avec tout ce que l'on sait de la structure du versant nord des Alpes. Suivant pas à pas M. Heim dans ses coupes et sa démonstration, il cherche à prouver que ce renversement n'existe pas; qu'il y a une faille à la limite du verrucano et du soi-disant terrain éocène; que M. Heim n'a pu constater nulle part que la zone de verrucano soit formée par un terrain replié sur lui-même; que le calcaire de Lochsiten n'est point du calcaire jurassique supérieur, mais probablement une formation antérieure au verrucano; que les schistes éocènes de M. Heim, inférieurs au verrucano, plissés et déjetés au N.-O. et sur lesquels ce terrain repose en discordance transgressive, sont des schistes anciens, déjà soulevés, plissés et dénudés avant le dépôt du verrucano, et qu'ainsi, au lieu d'un immense bouleversement, on trouve

dans cette région la série normale des formations en superposition régulière.

Les plis des terrains sédimentaires ont, du lac des Quatre-Cantons à l'Arlberg, la forme d'une grande S beaucoup plus prononcée dans les chaînes intérieures, près du centre cristallin, que dans les chaînes extérieures.

M. KOCH<sup>1</sup> a étudié la structure du massif du Silvretta, situé à la limite de la Suisse, du Vorarlberg et du Tyrol. La partie sud de ce massif (montagne du Fluela) est formée en majeure partie de gneiss œillé granitique et de roches amphiboliques qui y sont intercalées; mais Théobald a donné une trop grande extension à ces dernières roches sur sa carte, et il est rare que leur direction soit parallèle à celle des crêtes, comme le même auteur l'a souvent indiqué. Un micaschiste quartzeux, grenatifère est presque toujours associé aux roches amphiboliques là où manque le gneiss.

Ce grand massif a la structure d'une voûte rompue dont les couches du centre sont verticales et les latérales leur sont adossées et plongent au nord et au sud. Elles sont surmontées par les schistes de Casanna, le verrucano, des calcaires et des schistes secondaires, parmi lesquels les schistes des Grisons se font remarquer par leur épaisseur. Ces roches, dans lesquelles on trouve quelques fragments de bélémnites, sont probablement liasiques; elles ressemblent beaucoup aux phyllites argilo-calcaires

<sup>1</sup> A. Koch, Kurze Erläuterungen zur Vorlage der geologischen Aufnahmskarte des Silvrettagebirges. *Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1877, 137. Ein Beitrag zu den geologischen Aufnahmen im Rhäticon und der Silvrettagegruppe. *Ibid.*, 1877, 202. — Cet auteur avait déjà poursuivi antérieurement des recherches dans la même région. *Ibid.*, 1876, 187, 320, 343.



de la Basse Engadine et de la vallée de l'Inn, et il est probable qu'elles appartiennent à la même formation.

*Saint-Gothard.* M. STAPFF<sup>1</sup> a donné de nombreux documents sur les roches traversées par le tunnel du Gothard dans les divers Rapports publiés sous les auspices du Conseil fédéral. La dernière livraison des tabelles géologiques contient la description des roches comprises entre 2579<sup>m</sup> et 2796<sup>m</sup> du côté nord (éch. 41 à 58) et entre 2739<sup>m</sup> et 3036<sup>m</sup> du côté sud (éch. 110 à 124). Au 31 décembre il y avait 7533<sup>m</sup> percés du côté nord et 7002<sup>m</sup> du côté sud. Total 14,535<sup>m</sup>.

Cet auteur<sup>2</sup> a répété quelques-unes des observations microscopiques faites par M. Meyer (Rev. pour 1878, 309) sur les roches du tunnel, et il en donne les résultats pour le zirkon, la titanite, l'anhydrite, le gypse. Ces dernières roches se reconnaissent au microscope dans les schistes à séricite de la vallée d'Urseren. On en trouve de beaucoup plus gros morceaux dans plusieurs autres terrains du Gothard. L'origine de l'anhydrite est plus récente que celle des roches dans lesquelles elle est renfermée, puisqu'on observe sur elle les empreintes des cristaux de quartz qui les constituent en partie ; elle est due probablement à la décomposition de la pyrite.

M. Sjögren a aussi soumis à l'examen microscopique diverses roches du tunnel du Gothard et il a communiqué ses observations à M. Stapff<sup>3</sup>.

Le même auteur<sup>4</sup> a publié ses recherches sur la vallée

<sup>1</sup> Rapports mensuels, Rapports trimestriels, Geologische Tabellen und Durchschnitte über den grossen Gotthardtunnel, 1879.

<sup>2</sup> Stapff, *Zeitschr. d. geol. Ges.*, 1879, XXXI, 405.

<sup>3</sup> *Ibid.*, 619.

<sup>4</sup> Stapff, *Materialien für das Gotthardprofil. Schichtenbau des Ursernthales. Actes Soc. helv.*, Berne, 1878, 227.

d'Urseren (Rev. pour 1878, 309) qui avaient été autographiées précédemment. D'après les observations faites sur place, les contournements des couches ne sont pas réguliers comme s'ils avaient eu lieu sur une roche plastique, mais ils se résolvent en une multitude de lignes brisées dont l'ensemble prend l'aspect d'une-courbe régulière; les fentes qui correspondent aux fractures ont été observées en beaucoup de points dans le tunnel (à 3725, 3780, 3831<sup>m</sup>). Elles ne sont pas toutes de même époque; dans les plus anciennes, le bord nord a été soulevé (4870<sup>m</sup>); dans les plus récentes, c'est au contraire le bord sud, ce qui semblerait déjà indiquer que le massif du Gothard a été soulevé plus tard que celui du Finsteraarhorn.

Les plis des couches, dans la vallée d'Urseren, dont j'ai déjà indiqué la forme d'une manière générale, sont compris entre le granit du massif du Finsteraarhorn (2000<sup>m</sup>) et le gneiss du Gurschen appartenant au massif du Gothard (4135 à 4325<sup>m</sup>), dont on ne peut pas bien préciser la limite. Les roches de cette vallée sont du gneiss d'Urseren et des schistes verts, schistes à séricite, calcaires, schistes lustrés, schistes calcaires, micacés, cipolins et cipolins quartzeux. Elles sont toutes sédimentaires et métamorphiques; les calcaires renferment des traces de coraux et de tiges de crinoïdes, les schistes, des fucoïdes; les grains de quartz vitreux arrondis, si fréquents dans les schistes à séricite et dans les gneiss, sont encore une preuve en faveur de cette opinion. La mer dans laquelle se déposaient ces terrains était limitée au sud de la vallée d'Urseren par un continent. Les plis des couches sont dus au soulèvement du massif du Finsteraarhorn et les déformations de ces plis à celui du massif du Gothard.

Une singulière intercalation de serpentine a été observée du côté sud de la vallée d'Urseren, au Gurschenbach et à la Gige; la plus grande épaisseur de ce filon est de 100<sup>m</sup> à la surface et 440<sup>m</sup> dans le tunnel. S'appuyant sur d'autres observations (faites à 4411 et 4834<sup>m</sup>), M. Stapff est disposé à regarder cette roche comme une décomposition d'une roche amphibolique grenatifère compacte; l'analyse a reconnu qu'elle est formée en grande partie d'olivine décomposée. Cette zone de serpentine a été déformée par une série de failles dirigées N.N.E. qui en ont disloqué les parties de manière à les rendre obliques; ces déformations sont dues probablement au soulèvement du massif du Finsteraarhorn; elles ont été suivies de plusieurs autres modifications et ont déplacé les roches, entre 5000 et 6000<sup>m</sup>, dans l'intérieur du tunnel, de 385<sup>m</sup> plus au nord; du côté d'Airolo, entre 4000 et 5000<sup>m</sup>, un fait analogue a été observé. On peut en conclure à une faille correspondante dans l'intérieur du massif du Gothard.

Nous devons aussi à M. STAPFF <sup>1</sup> des recherches mathématiques sur la mécanique du plissement des couches et sur la manière d'expliquer la formation de ces plis sur des roches déjà durcies et résistantes.

Enfin, cet auteur <sup>2</sup> a fait une série de recherches sur l'influence que la chaleur peut avoir sur l'organisme humain dans les travaux des tunnels; il examine d'abord quelle est la température à laquelle les travaux souterrains sont impossibles, puis quelle hauteur des montagnes au-dessus du tunnel est nécessaire pour la produire.

<sup>1</sup> Stapff, Zur Mechanik der Schichtenfaltungen. *Neues Jahrbuch*, 1879, 292, 792.

<sup>2</sup> Stapff, Studien über den Einfluss der Erdwärme auf die Ausführbarkeit von Hochgebirgstunneln. *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1879.

*Versant sud.* M. OMBONI<sup>1</sup> a publié une description des Alpes italiennes et de la plaine du Pô. Parcourant la chaîne des Alpes de l'ouest à l'est, il décrit brièvement les montagnes du Piémont, la plaine et les Alpes lombardes, la Suisse italienne, les Alpes de la Vénétie, du Trentin et de l'Istrie, en indiquant la bibliographie relative à chaque massif ou à chaque vallée importante. Cet ouvrage d'ensemble est précieux comme guide général pour la géologie de cette région. Nous ne pouvons que nous borner à cette indication générale sur un livre qui est lui-même un résumé de nombreux travaux. M. Omboni l'a publié en supplément à la géologie de la Haute-Italie.

M. BARETTI<sup>2</sup>, auquel on doit déjà de si belles recherches sur la géologie des Alpes italiennes (Revue pour 1877, 459) vient de publier un nouveau travail qui est relatif à la géologie des Alpes grecques septentrionales, région comprise entre le Val Savaranche au S. E., la Doire-Baltée et le Val Veni de Villeneuve au col de la Seigne, au N. et N. O., et la vallée de l'Isère, de son origine à Bourg-St-Maurice et le torrent du Chapiu au S. O. L'auteur décrit ce pays vallée par vallée, et s'occupe successivement de celle de Rhêmes, du Val Grisanche, des vallées d'Harpi, de Gonier, d'Interrey, de la Froche, etc., puis de celle de la Thuile, bien connue pour ses gisements de houille. Il résume ensuite ses recherches stratigraphiques dans ces différentes vallées et discute les opinions contraires à sa

<sup>1</sup> Omboni, Le nostre Alpi e la pianura del Po. *Descrizione geologica del Piemonte, della Lombardia, del Trentino, del Veneto e dell' Istria*, 1879.

<sup>2</sup> Baretto, Studi geologici sulle Alpi graie settentrionali. *Mem. Acad. dei Lincei*, 1879. — Sui rilevamenti geologici fatti nelle Alpi piemontesi durante la campagna 1877. *Mem. Acad. dei Lincei*, 1878, II, 963.



classification des terrains anciens des Alpes. Les deux derniers chapitres sont consacrés à l'étude du terrain glaciaire et aux gisements anthracifères de la Thuile. Nous reviendrons plus loin sur ces divers sujets. D'excellentes cartes géologiques, hydrographiques, etc., de nombreuses coupes et quelques vues accompagnent ce beau mémoire.

Ce grand massif montagneux est compris entre l'ellipsoïde de soulèvement du Grand Paradis qui se prolonge par celui du Mont-Rose d'un côté, et celui du Mont-Blanc de l'autre. On n'y trouve donc pas de terrains cristallins anciens, mais les terrains cristallins plus récents (zone de la pierre verte), le terrain anthracifère et quelques lambeaux de terrains plus modernes. Ces roches forment d'une manière générale un grand pli synclinal dont la régularité est fréquemment modifiée par des circonstances secondaires; la zone de la pierre verte s'appuie sur les roches cristallines primitives et elle est surmontée par la zone de terrain anthracifère; le centre du pli synclinal passe par le haut du vallon du Ruitor et gagne la vallée de la Doire par le vallon d'Interrey. Au N.O. de cette ligne, les couches se relèvent contre le massif du Mont-Blanc, au S.E. contre celui du Grand-Paradis; les diverses vallées sont à peu près parallèles à la direction de ces massifs et leurs affluents sont perpendiculaires à celle des couches. Ainsi, la constitution de ce massif présente la plus grande simplicité. M. Baretta se trouve en complète opposition avec les résultats des travaux de M. Favre et de M. Lory, qui ont étudié auparavant cette région, et il discute les opinions de ces deux savants. M. Favre regarde comme triasiques les formations qui sont du côté gauche de la vallée de la Thuile et qui sont redressées contre le Mont-Blanc, et il admet qu'elles

plongent sous le terrain anthracifère qui les recouvre par suite d'un renversement. Elles sont au contraire dans une position normale pour M. Baretta, qui les rapporte à la zone de la pierre verte, plus ancienne que le terrain anthracifère. La disposition parfaitement régulière en pli synclinal des couches carbonifères dans la vallée du Rutor est un argument en faveur de cette opinion.

M. Baretta n'a pas non plus reconnu aucune trace de la grande faille imaginée par M. Lory pour expliquer la superposition des dépôts carbonifères au terrain prétendu triasique de cette région. C'est la présence des gypses et des cargneules qui a poussé ces deux savants à rapporter au trias le terrain en question et à expliquer par les hypothèses indiquées l'irrégularité de son gisement. Mais ces roches peuvent appartenir à des dépôts très variés et les recherches précédentes de M. Baretta lui ont prouvé qu'elles sont éminemment constitutives de la zone de la pierre verte.

Quelques lambeaux de quartzites et de calcaires du Val de Rhêmes, du Val Grisanche et de la vallée de la Thuile lui paraissent seuls appartenir à la base des terrains secondaires.

La Commission géologique vient de publier le texte relatif à la feuille XXIV de l'atlas fédéral qui avait été coloriée par MM. Negri, Spreafico et Stoppani (Revue pour 1876, 126) et qui comprend la partie méridionale du canton du Tessin et une partie de la plaine lombarde. C'est M. TARAMELLI<sup>1</sup> qui s'est chargé de ce travail. Après

<sup>1</sup> T. Taramelli, Il canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi. *Matériaux pour la carte géol. de la Suisse*, 1880. — MM. Negri et Spreafico ont publié un important mémoire sur la géologie de cette région. *Revue pour 1869*.

un souvenir donné à la mémoire de Spreafico, il passe à une étude orographique de cette contrée, dans laquelle les formations sont aussi variées que l'aspect du sol; une petite carte géologique, qui s'étend aussi au pays environnant, donne un tableau d'ensemble dans lequel l'auteur a distingué douze régions et formations, de la région gneissique, qui en occupe d'une manière ininterrompue la partie septentrionale au terrain erratique et aux alluvions de la plaine italienne. L'auteur décrit d'une manière générale les formations, puis il aborde l'examen détaillé des localités les plus intéressantes des environs des lacs Majeur, de Lugano, de Varèse et de Côme, et il donne à l'appui de ses descriptions un grand nombre de vues et de coupes. Le fait que les auteurs de la carte n'ont pu mettre la dernière main à leur œuvre, ni en surveiller l'exécution, a amené quelques erreurs dans le tracé des couleurs et quelques divergences dans la classification des terrains qu'ils n'auraient pas laissé subsister. Les notes paléontologiques qui terminent ce mémoire nous donnent la liste des fossiles du terrain houiller de Manno près de Lugano, de la dolomie du Monte San-Salvatore, de la grande dolomie, de l'infralias, du lias inférieur et supérieur, et du pliocène. L'auteur y a ajouté des notes de Spreafico sur les gisements de minéraux utiles et une liste de hauteurs barométriques.

MM. Negri et Spreafico ont bien distingué, au point de vue minéralogique, les diverses roches intermédiaires entre le gneiss et le terrain houiller dont la classification est très difficile par suite des transitions qui les lient les unes aux autres; mais ils ont attribué aux schistes de Casanna des micaschistes argileux quartzifères qui reposent sur les schistes amphiboliques et grenatifères;

M. Taramelli regarde ces roches, qui alternent avec des micaschistes luisants, fréquemment grenatifères et des calcaires saccharoïdes, et qui renferment quelquefois du graphite, comme l'équivalent des quartzophyllites de M. Stache, qui remontent à une époque très ancienne, probablement prépaléozoïque, avec lesquelles elles ont une parfaite ressemblance. M. Taramelli groupe les roches anciennes de cette région de la manière suivante :

1. Gneiss avec intercalations granitiques.
2. Schistes amphiboliques et micaschistes quartzeux avec quelques bancs de calcaire saccharoïde.
3. Schistes amphiboliques, grenatifères et à staurotide.
4. Argiloschistes micacés, ressemblant aux schistes de Casanna.

Ces formations se succèdent et alternent les unes avec les autres suivant une direction SO-NE.

Le granit proprement dit se voit surtout en deux points, à Monte di Lago à l'E. du Val d'Agno et au Monte Gegghio à l'O. de la ville d'Agno, au milieu de gneiss granitiques qui passent à une eurite micacée et à un micaschiste quartzifère. La partie supérieure de cette zone, formée surtout de gneiss et de micaschistes, renferme des alternances de phyllites gneissiques et de schistes amphiboliques auxquels s'associent des schistes grenatifères, et des schistes argileux micacés et quartzifères. Les calcaires saccharoïdes sont intercalés dans les schistes micacés quartzifères inférieurement aux schistes grenatifères. Curioni y a observé de la trémolite et des empreintes mal conservées de bivalves à Musso. Une série analogue à celle-ci se voit dans les Alpes carniques où elle est aussi inférieure au terrain carbonifère. Les schistes amphiboliques présentent souvent des alternances avec les schistes grenatifères (V. Capriasca,



M. Bigorio, M. Lago); ces derniers prédominent toujours et sont très abondants, mais les premiers sont beaucoup plus rares; ils sont superposés au micaschiste gneissique.

Tandis que Théobald a toujours constaté des passages entre les schistes de Casanna et le verrucano, il n'y a ici aucun lien entre les roches indiquées sous ce nom et le poudingue carbonifère; les schistes argileux associés à cette dernière formation n'étant pas quartzifères et ne contenant que très peu de mica, n'ont aucune ressemblance avec ceux des terrains plus anciens. Ainsi les roches que nous venons d'indiquer et dont la classification définitive demande encore de longues recherches sont en tous cas antérieures à la formation carbonifère.

Le principal point de repère dans l'étude de ces terrains anciens de cette région est le poudingue quartzifère de Manno au nord de Lugano, qui appartient au terrain houiller et qui renferme beaucoup de plantes de cette époque dont je donnerai plus loin la liste. Il est associé à des schistes argilo-micacés et à des quartzites qui apparaissent aussi à S. Zenone et S. Bernardo. Il ne contient pas de cailloux de porphyre, si abondants dans le conglomérat triasique du Monte S. Salvatore et il est en discordance de stratification avec le micaschiste gneissique ou amphibolique et grenatifère qu'il recouvre et qui en a fourni les éléments.

Au-dessus de ce terrain se trouve la formation porphyrique des environs de Varese et de Lugano, associée à des dépôts puissants de tufs et de conglomérats, et dont MM. Negri et Spreafico ont parfaitement tracé les limites sur la carte <sup>1</sup>. Ils ont distingué les porphyres

<sup>1</sup> Cependant d'importants affleurements de ces roches à la pointe

rouges qui sont plus anciens et les porphyres bruns, quartzifères, plus récents et auxquels il faut associer le rétinite de Grantola; cette formation est toujours inférieure à des roches triasiques avec lesquelles elle est étroitement unie, tandis qu'elle est en discordance avec les roches paléozoïques. Elle occupait auparavant un espace beaucoup plus considérable qui a été réduit par les érosions. Les grès inférieurs à la dolomie triasique présentent une structure très variée et ressemblent beaucoup au Servino, mais il est plus naturel de les regarder comme l'équivalent des couches à *Myacites Fassaensis* et *Naticella costata*. Ils sont liés au porphyre par une transition si insensible qu'il est impossible de les en distinguer et ils ont été évidemment produits au moment de l'éruption porphyrique sous-marine. Ils ont une très grande épaisseur; ils recouvrent en général les porphyres et alternent parfois avec eux. Tout en constatant l'insuffisance des connaissances relativement aux porphyres de cette région, M. Taramelli en décrit les principaux types et donne les analyses de plusieurs échantillons. On peut évaluer à 300<sup>m</sup> en moyenne l'épaisseur de cette formation porphyrique; elle est de 500<sup>m</sup> au M. Martica qui paraît avoir été le centre des éruptions. MM. Negri et Spreafico l'ont rapportée au permien supérieur; Curioni l'a classée dans le trias supérieur sur les couches à *Trachyceras*; M. Taramelli l'attribue au terrain triasique inférieur et moyen. Voici deux des analyses données par cet auteur et qui représentent les types extrêmes<sup>1</sup>; la

d'Arolo, au sud de Laveno, et dans deux autres localités indiquées sur les cartes manuscrites de Spreafico, ne sont pas reportées sur la carte.

<sup>1</sup> Voyez les analyses antérieures de ces porphyres. Rev. pour 1876, 127, et 1875, 356.

première est celle du porphyre quartzifère du Désert près Quasso, la seconde celle d'un porphyre brun situé entre Melano et Bovio :

Eau.....	0,0230	0,0325
Silice.....	0,8410	0,6957
Alumine.....	0,0800	0,1250
Protoxyde de fer.....	0,0366	—
Sesquioxyde de fer.....	—	0,1405
Manganèse.....	traces	—
Magnésie.....	0,0008	0,0049
Chaux.....	0,0060	0,0150
Soude.....	traces	0,0010
Potasse.....	»	0,0015

L'auteur regarde les dolomies métallifères du S. Defendente et du Sasso-Mattolino comme bien distinctes des calcaires d'Esino et comme inférieures aux couches de Raibl. Elles sont directement supérieures à la formation porphyrique, et elles sont pénétrées de filons métallifères. Elles passent à leur partie supérieure à des schistes bitumineux, les schistes de Besano et de Perledo, dans lesquels on a trouvé un grand nombre de restes de poissons et de sauriens.

Au-dessus se trouvent les formations suivantes : un étage de calcaires marneux et de grès auquel sont associés des bancs de gypse et qui est l'équivalent des couches de Raibl, mais sur l'âge précis duquel il reste encore du doute; la dolomie principale à *Megalodon Gumbeli*; le terrain infraliasique formé de schistes noirs fossilifères et de calcaire dolomitique à *Conchodon* qu'il faut bien distinguer de la dolomie précédente; le lias inférieur (couches de Saltrio et de Moltrasio) à *Belemnites acutus* Mill. *Ammonites bisulcatus* Sow., *obtusus* Sow., *stellaris* Sow., *Conybeari* Sow., et *Spirifer*

*Walcotii* Sow., etc., dans lequel ont été trouvées à Moltrasio beaucoup de plantes fossiles; le lias supérieur (calcaire rouge ammonitique), le calcaire marneux rouge à *Aptychus*, ou majolica inférieure (tithonique), la majolica supérieure ou biancone (néocomien), diverses assises de la craie; puis les formations tertiaires dans lesquelles l'auteur distingue le terrain éocène ou nummulitique, la gompholite de Camerlata qui appartient au miocène inférieur et moyen, les argiles pliocènes à *Brissopsis Pecchiolii* Des., dans lesquelles M. Sordelli a reconnu une flore abondante, enfin les terrains quaternaires (ceppo, ferretto, terrain erratique, moraines et alluvions de terrasses).

La feuille XXIV de l'atlas géologique renferme une erreur qui a été rectifiée par M. RENEVIER<sup>1</sup>. Elle indique, au bord du lac de Côme, au nord de Menaggio, deux bandes de gypse dont il n'existe en réalité qu'une seule; il faut aussi modifier un peu le tracé des autres terrains. La formation la plus ancienne de cette région est, d'après cet auteur, les schistes micacés avec intercalations de calcaire saccharoïde comme au Simplon, terrain évidemment sédimentaire; il est recouvert de schistes de Casanna, auxquels succèdent le verrucano intimement lié au terrain précédent et probablement d'époque carbonifère, les calcaires dolomitiques, le gypse, la cargneule et le terrain rhétien.

*Alpes orientales.* Après avoir étudié la partie du Tyrol qui s'étend au pied de l'Adamello, M. STACHE<sup>2</sup> a

<sup>1</sup> Renevier, Le gypse des environs de Menaggio (lac de Côme). *Bull. Soc. vaud.*, 1879, XVI, 5. — Cette erreur a été aussi relevée par M. Taramelli dans l'ouvrage précédent.

<sup>2</sup> Stache, Die Umrandung des Adamello-Stockes und die Entwicklung der Permformation zwischen Val Buona Giudicaria und Val Camonica. *Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1879, 300, 344.



fait dans un rapport préliminaire des réserves sur l'exactitude des observations de M. LEPSIUS (Rev. pour 1878, 314), réserves qui ont amené une polémique entre ces deux géologues<sup>1</sup>.

M. TOULA<sup>2</sup> a très nettement résumé la structure géologique des Alpes orientales, la nature des terrains qui les constituent et l'histoire géologique de cette région à la connaissance de laquelle les géologues autrichiens ont fait faire depuis une vingtaine d'années de si grands progrès.

*Jura.* M. CUVIER<sup>3</sup> a fait l'étude de la géologie de la région, encore peu connue, du Jura qui borde les deux rives du Rhône aux environs du Fort de l'Écluse. Cette chaîne se termine au nord du fleuve par la montagne du Credo où les terrains sont disposés en une grande voûte. Au sud, le Vuache, moins élevé, en est la continuation; il forme une voûte fendue dans toute sa longueur suivant la ligne anticlinale et dont la moitié occidentale (celle de Léaz) s'est en partie affaissée; celle-ci borde le Rhône sur la rive droite et le retient sur 2 kilomètres  $\frac{1}{2}$  de longueur dans la faille que nous venons d'indiquer. Toute cette contrée est fort tourmentée. L'auteur donne une coupe de la montagne passant par Léaz et Chevrier. Le Vuache s'étend au sud sur 11 kilomètres, du Fort de l'Écluse à Chaumont, où se trouve une nouvelle cluse, puis il se prolonge par le mont de Musiége qui présente aussi la cassure longitudinale indiquée; seulement ici c'est

<sup>1</sup> Lepsius, *Verhandl. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1879, 339.

<sup>2</sup> F. Toula, Uebersicht über den geologischen Aufbau der Ostalpen. *Jahrb. d. österr. Touristen-Club*, 1879, XI.

<sup>3</sup> Cuvier, Note sur la stratigraphie de l'extrémité sud du Jura et des montagnes qui lui font suite en Savoie, aux environs du Fort de l'Écluse. *Bull. Soc. géol.*, 1878, VI, 364.

la moitié O. qui s'est soulevée et la moitié E. qui s'est effondrée.

Le soulèvement du Jura et de son prolongement en Savoie est synchronique de celui des Alpes. Il est probable qu'il est dû à un refoulement produit lors de l'émergence de cette chaîne. Les terrains observés par l'auteur dans cette région sont : Callovien, oxfordien, argovien, corallien, kimméridien, portlandien, valanginien, néocömien, urgonien, mollasse, plus le terrain glaciaire et des dépôts modernes.

M. MATTHEY <sup>1</sup> a décrit la structure des tunnels de Glovelier et de Ste Ursanne dans le Jura Bernois. Dans le premier, les roches sont d'abord verticales et formées par les terrains jurassiques moyens; près de la sortie on observe le calcaire à gryphées et les couches à *Avicula contorta*. Dans le second on observe, du côté de Ste Ursanne, les marnes à *Amm. opalinus*, puissantes de 150<sup>m</sup> et qu'on poursuit sur 1650<sup>m</sup> de longueur, puis les couches à *Amm. Murchisonæ*, qui sont verticales; les couches à *Amm. Humphriesianus*, le bathonien et la dalle nacrée sont de plus en plus renversées jusqu'à l'oxfordien, renversé de 150<sup>m</sup> et reposant sur le virgulien et le tongrien.

Roches, géologie dynamique, etc.

ROCHES ET MINÉRAUX. M. ROLLE <sup>2</sup> a publié, sur plusieurs roches des Alpes rhétiques, des recherches minéralogiques et chimiques qu'il a exécutées avec l'aide de MM. Trapp, Kenngott et Streng. Théobald a déjà posé les

<sup>1</sup> Matthey, Tunnels de Glovelier et de Ste-Ursanne. *Actes Soc. helv.*, Berne, 1878, 101.

<sup>2</sup> F. Rolle, Mikropetrographische Beiträge aus den rhätischen Alpen. Wiesbaden, 1879.

bases de leur classification ; mais l'âge d'un grand nombre d'entre elles est souvent difficile à préciser à cause de leur métamorphisme et du manque de fossiles. J'indiquerai ici brièvement quelques-uns des résultats obtenus :

1. Roches de la zone de Casanna (micaschistes supérieurs qui sont peut-être les équivalents du terrain houiller) ; cependant M. Taramelli ne les considère pas comme plus récents que l'époque silurienne. Un échantillon provenant des environs de Colico est formé de quartz en grains dans lesquels on ne retrouve aucune forme cristalline, de mica incolore et de magnétite ; peut-être y a-t-il aussi du grenat ; c'est un micaschiste phylladique gris.

2. Zone du verrucano (permien ou grès bigarré) ; le verrucano ne se présente pas sous forme de conglomérat entre le Splügen, Colico et Bellinzona, mais il a l'apparence de schistes gris et verts, compris entre le schiste de Casanna et le trias. M. Rolle en a nommé une partie schistes à agalmatolithe à cause de l'abondance de ce minéral. Il y a reconnu aussi près de Mezzomanico un minéral vert qui est un mica potassique de même composition que la muscovite et dont il donne l'analyse. Le gneiss micacé vert du Suretta et de la Rofla (porphyre de Rofla, gneiss de Rofla, gneiss chloriteux ou talqueux) appartient aussi à cette formation ; il est probablement l'équivalent du verrucano gneissique du Rhin antérieur, nommé par Simler alpinite ou gneiss à helvétan, formé de quartz, d'oligo-clase et de ce dernier minéral.

3. Calcaire et dolomie du trias ; roches qui, dans les environs de Ferrera et d'Avers (Grisons), recouvrent le verrucano et qu'on retrouve dans le Tessin. M. Rolle en a étudié un grand nombre d'échantillons.

4. Schistes gris et schistes verts. Ils recouvrent les for-

mations précédentes; ce sont des roches phylladiques, micacées, plus ou moins chloriteuses, souvent confondues avec les schistes de Casanna et avec le flysch. On les nomme schistes des Grisons, ou schistes de l'Allgau; ils renferment quelques restes de pentacrinites, de bélémnites et sont probablement liasiques. Les schistes verts (schistes chloriteux, gneiss chloriteux avec feldspath, chlorite et amphibole) passent à des schistes calcaires, amphiboliques et serpentineux; on y a trouvé de l'épidote à Zermatt; ils passent aussi au gabbro qui, dans les Grisons, n'est pas d'origine éruptive. D'après de nombreuses analyses, cette roche est un mélange en proportion variable de plagioclase, épidote, actinote, chlorite, magnétite, fer oligiste et cyanite, dont les combinaisons variées forment le gabbro, la roche épidotique, le diorite, l'amphibolite; M. Rolle a donné aux roches formées par ces divers éléments les noms de valrheinite, gadriolite, cucalite, paradiorite, hypholithe, et il en indique les compositions. Il propose pour ces schistes verts dans leur ensemble le nom de chlorogrisonite.

Les schistes gris, schistes micacés renfermant souvent du quartz, ont été fréquemment étudiés; c'est à ce terrain qu'appartiennent les schistes de Nufenen, formés de dolomie, de quartz, de mica, de grenat<sup>1</sup>, de substance semblable à l'amphibole et de matières charbonneuses. La composition des schistes gris est bien différente de celle des schistes verts. Leur origine est plus énigmatique. Les premiers sont une roche élastique devenue cristalline, provenant de gneiss et de micaschistes et ayant repris par places l'aspect de ces roches. La for-

<sup>1</sup> Voyez l'analyse faite par M. de Marignac des soi-disant grenats des Nufenen. *Rev. pour 1872*, 311.



mation des seconds a peut-être coïncidé avec des éruptions pyroxéniques qui auraient produit des pluies de cendres et dont la serpentine et les gabbros seraient les coulées de laves. Quoiqu'on ne trouve pas dans les Grisons des roches éruptives proprement dites, beaucoup de formations paraissent avoir une affinité étroite avec elles.

M. SANDBERGER <sup>1</sup>, qui avait déjà constaté dans les micaschistes des Alpes du Tyrol et du Salzbourg la présence de mica barytique associé à du mica chromique (fuchsité), en a retrouvé récemment dans un bloc de micaschiste qui provient de la moraine du glacier du Rhin à Engen. Des feuillets minces de quartz grenu alternent avec des lamelles de mica barytique blanc et de fuchsité vert émeraude; on y voit aussi des grenats et de la pyrite; cet échantillon provient des Grisons, mais le gisement de la roche est encore inconnu. M. Bachmann en a aussi constaté dans le terrain glaciaire de la Suisse occidentale.

M. GUMBEL <sup>2</sup> a analysé le minéral blanc argenté qui recouvre les restes de plantes du terrain houiller des Alpes occidentales; il a une grande analogie avec la gumbélite des schistes à graptolithes qui a pris la place de ces organismes; il est disposé en petits feuillets écailleux, flexibles, blancs, à éclat nacré, au toucher gras; la dureté en est de 4, le poids spécifique 2,8; sa composition est voisine de celle de la pyrophyllite. En voici l'analyse (a) mise en regard de celle du schiste houiller de la Tarentaise (b) et de celle de la gumbélite (c) :

<sup>1</sup> Sandberger, Barytglimmer in alpinen Glimmerschiefern. *Neues Jahrb.*, 1879, 367.

<sup>2</sup> Gumbel, Das weisse Mineral der Pflanzenversteinerungen aus der Tarentaise. *Mineral. und petrogr. Mittheil.*, 1879, 189.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Silice .....	49,710	56,80	50,52
Acide titanique .....	1,035	0,70	—
Alumine .....	28,620	25,45	31,04
Oxyde de fer.....	2,688	3,05	3,00
Oxydul. de manganèse .	traces	—	—
Chaux .....	traces	traces	—
Magnésie.....	1,600	1,03	1,88
Potasse .....	6.803	4,20	3,18
Soude .....	2,208	1,36	—
Eau et charbon .....	7,384	8,00	7,00
	100,048	100,59	96,62

Le schiste houiller de la Tarentaise a donc presque la même composition que ce minéral et il paraît en être composé en grande partie <sup>1</sup>.

M. LUDWIG<sup>2</sup> a donné une nouvelle analyse de la milarite, minéral qui avait déjà été analysé auparavant par deux auteurs, M. Frenzel (*N. Jahrb.*, 1873, 797), et M. Finkener (*Ibid.*, 1874, 61), qui étaient arrivés à des résultats très différents. Ce minéral ne provient pas du Val Milar, comme on l'a cru, mais du Val Giuf dans le Tavetsch.

M. COSSA<sup>3</sup> a fait l'étude minéralogique et chimique des diabases péridotifères de Mosso. Cette roche à éléments très fins ressemble au premier coup d'œil à une diorite; des cristaux d'olivine seuls peuvent y être reconnus sans le secours du microscope; elle est formée en majeure partie d'un feldspath tricline, de pyroxène,

<sup>1</sup> M. A. Favre a déjà publié des analyses de cette matière blanche qu'il a rapportée à un mica et dont il constatait déjà l'identité de composition avec le schiste argileux noir dans lequel on trouve les empreintes de plantes. *Recherches géologiques*, III, 192.

<sup>2</sup> Ludwig, Ueber den Milarit. *Mineral. Mittheil.*, 1877, 347.

<sup>3</sup> A. Cossa, Sulla diabasa peridotifera di Mosso nel Biellese. *Mem. Acad. dei Lincei*, 1878, II, 497.

d'olivine, de mica noir, de magnétite, de rares cristaux d'amphibole et d'apatite; on trouve aussi disséminés dans cette roche des cristaux de pyrite. M. Cossa en donne l'analyse qu'il place en regard d'une analyse faite par M. Rosenbusch <sup>1</sup> de l'euphotide d'Ivrée, avec laquelle cette roche a une grande ressemblance.

Le même auteur <sup>2</sup> a fait l'étude d'une serpentine noble dont le gisement se trouve à Verrayes, dans le Val d'Aoste. Il en décrit la composition minéralogique et en donne des analyses.

M. RENEVIER <sup>3</sup> a décrit un silicate gélatineux naturel découvert dans les fissures de la mollasse rouge au Crêt-Meilloret, près de Lutry, au milieu de cristaux scalénoédriques de chaux carbonatée. Ce silicate blanc, à éclat gras, au toucher onctueux, gélatineux à l'état frais se dessèche à l'air en une substance molle plus ou moins plastique et finit par arriver à un état de dessiccation complète; sa densité est de 2,08 à 2,10. M. Bischoff en a déterminé la composition chimique. M. Renevier pense qu'il est une chabasia en voie de formation; il présente en effet les mêmes proportions élémentaires que ce minéral.

On trouvera dans les recherches de M. FOREL <sup>4</sup> sur le lac Léman l'analyse chimique du limon de ce lac.

<sup>1</sup> Rosenbusch, Die mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, p. 466.

<sup>2</sup> S. Cossa, Sul serpentino di Verrayes in valle d'Aosta. *Mem. Acad. dei Lincei*, 1878, II, 933.

<sup>3</sup> Renevier, Découverte d'un silicate gélatineux naturel. *Bull. Soc. vaud.*, 1879, XVI, 15.

<sup>4</sup> F.-A. Forel, Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman. 5<sup>e</sup> sér. *Bull. Soc. vaud.*, 1879, XVI, 149.

*Exploitations.* M. F.-O. WOLF<sup>1</sup> a décrit les carrières de Saillon en Valais, qui fournissent depuis quelques années des marbres d'excellente qualité (Rev. pour 1878, 332)<sup>2</sup>. Le marbre est exploité dans deux galeries distantes de 500<sup>m</sup> et situées à 200 et 400<sup>m</sup> au-dessus de la vallée. On connaît dans ces carrières six bancs, dont trois sont utilisés; le premier, de 1<sup>m</sup>,50, est de couleur bleu de Turquie, tacheté de jaunâtre et avec des veines jaunes d'or; le second, de 1<sup>m</sup>, est un marbre blanc très pur, statuaire ou lithographique, mais dont on n'a pas encore pu extraire de gros blocs; le troisième est du véritable cipolin, identique au cipolin antique; la partie supérieure du banc, de 0<sup>m</sup>,80, est foncée et à reflet gris verdâtre; la partie inférieure, épaisse de 1<sup>m</sup>,5, est plus claire et couleur vieil ivoire avec tons verdâtres; le quatrième, de 1<sup>m</sup>,50, est de cipolin antique, avec veines bleuâtres; le cinquième, de 1<sup>m</sup>, est noir foncé; le sixième, d'au moins 1<sup>m</sup>,50, est blanc et tacheté de vert. La découverte de ces nouvelles carrières de cipolin rendra un grand service à l'architecture, aujourd'hui complètement privée de ce marbre.

M. FRAISSE<sup>3</sup> s'est occupé de l'exploitation du ciment Portland à St-Sulpice dans le Jura, exploitation qui a pris un développement considérable.

M. CHAPER<sup>4</sup> a fait un rapport favorable sur de nou-

<sup>1</sup> F.-G. Wolf, Saillon's Umgebung und seine Marmorbrüche. *Jahrb. schw. Alpenclub*, 1879, XIV, 422.

<sup>2</sup> Voyez sur ce sujet, *Die Eisenbahn*. Zürich, VII, n° 21, 23 nov. 1877, et *L'Architecte*. Paris, VI, n° 15, 13 avril 1878.

<sup>3</sup> Fraisse, Le ciment de St-Sulpice. *Rev. scient. suisse*, 1879, 265; 1880, 1.

<sup>4</sup> M. Chaper, Rapport sur les bancs de pierres lithographiques des environs de Merpuis (Ain).



velles exploitations de pierres lithographiques ouvertes dans le département de l'Ain aux environs de Merpuis, sur la rive gauche de l'Ain, entre Poncin et Serrières-sur-Ain. L'absence totale de fossiles a empêché de préciser l'horizon dans lequel on trouve ce gisement, probablement contemporain de celui de Cerin.

*Combustible fossile.* A la suite de l'insuccès des sondages faits pour la recherche de la houille à Rheinfelden, en Argovie (Revue pour 1877, 163), une nouvelle tentative a été faite à Zeiningen, dans le même canton. M. MUHLBERG<sup>1</sup> en a rendu compte. Le forage a commencé dans le Jura brun; il a traversé en 1876 une mince couche de houille dans les marnes à insectes (lias) et un banc un peu plus épais en 1877, à 674 pieds de profondeur dans la *Lettenkohle* (Keuper); il n'a pas atteint le terrain houiller.

On a attiré l'attention<sup>2</sup> sur le profit qu'aurait l'industrie suisse à utiliser les gisements d'antracite du Valais. L'importation de la houille et du coke en Suisse en 1878 s'est élevée à 486,818 tonnes, pour lesquelles on a payé 23 à 24 millions de francs de transport. L'antracite étant pris dans le pays même et étant beaucoup moins chère que la houille, l'auteur remarque le grand avantage qu'il y aurait à l'exploiter. Il constate en même temps que cette antracite est de qualité aussi bonne que celle d'Amérique utilisée depuis longtemps comme combustible. Voici l'analyse d'un échantillon de l'antracite du Valais mise en regard d'une analyse de celle de Pensylvanie :

<sup>1</sup> Mühlberg, Ueber den Steinkohlenbohrversuch in Zeiningen. *Actes Soc. helv.*, Berne, 1878, 89.

<sup>2</sup> Ed. R., Des combustibles minéraux en Suisse. *Le Renseignement*, 1879, 4.

	Biendron (Valais)	Pensylvanie.
Carbone.....	88,16	91,99
Hydrogène .....	2,15	3,15
Oxygène.....	} 1,34	1,21
Azote .....		—
Soufre.....	—	0,93
Cendres.....	8,35	1,21
Eau.....	—	1,51
	100	100

M. G. JERVIS <sup>1</sup> a publié un aperçu sur les combustibles minéraux de l'Italie, qui se répartissent de la manière suivante :

	}	Récent	Tourbe	
Ep. tertiaire		Pliocène	}	Lignite
		Miocène		
		Eocène		
Ep. mésozoïque	Jurassique	Litantrax		
Ep. paléozoïque	Carbonifère	Anthracite.		

Il décrit leur nature et leur distribution dans les Alpes, l'Apennin, la Sardaigne et la Sicile. Nous n'avons à résumer ici ses indications que sur la première de ces régions. L'anthracite paléozoïque appartient au carbonifère qui s'étend, sur le revers sud des Alpes, sur une longueur de 700 kilomètres des bords de la Méditerranée dans la Carniole. Il correspond probablement, d'après cet auteur, à la partie inférieure du terrain houiller et il est l'équivalent du *Millstone grit*. On y trouve des bancs de combustible dans vingt communes des Alpes, appartenant aux provinces de Cunéo (bassin de Demonte), de Turin (bassin du Mont-Blanc, la Thuile), de Vicence (Recoaro), de Belluno et d'Udine (Conegliano, Ovaro); les deux pre-

<sup>1</sup> Jervis, Dei combustibili minerali d'Italia e della loro importanza economica. Turin, 1879.

nières et la dernière de ces provinces fournissent les exploitations les plus importantes. L'épaisseur des bancs varie de 1<sup>m</sup> à 2<sup>m</sup>,20. La production annuelle à la Thuile est d'environ 2000 tonnes, celle d'Ovaro de 6000 tonnes.

L'époque jurassique qui, en Europe, est beaucoup plus pauvre en combustible, n'a fourni à l'Italie qu'un seul gisement, celui de Selva di Progno (province de Vérone); on y exploite 3 bancs de 1<sup>m</sup>,20, 0<sup>m</sup>,90 et 0<sup>m</sup>,20 d'épaisseur; l'analyse y a reconnu 32,8 % de carbone, 57,2 % de substances volatiles combustibles et d'eau, et 10 % de cendres. L'époque tertiaire est riche en dépôts de lignite; on les trouve dans 53 communes réparties dans 13 provinces; les gisements les plus riches sont dans les provinces de Cuneo (bassin de Tanaro), de Bergame (bassin de Lefte), de Vérone et de Vicence (bassin de Monte-Bolca, de Valdagno et de Rovencedo). Les gisements de tourbe sont encore beaucoup plus nombreux et se répartissent dans 163 communes.

*Sources minérales.* M. DE TRIBOLET <sup>1</sup> a réuni quelques documents sur une source minérale située aux Granges, près de Valangin, sur laquelle les premiers renseignements remontent à 1647, et les derniers datent de 1753; elle paraît s'être perdue depuis lors. Il y a joint un catalogue des sources minérales du canton de Neuchâtel, qui se divisent en sources ferrugineuses, de beaucoup les plus nombreuses, sulfureuses, chlorurées (?), alcalines et indifférentes.

M. P. HENRY <sup>2</sup> a fait l'analyse de l'eau sulfureuse de

<sup>1</sup> De Tribolet, Note sur la présence d'une source minérale à Valangin, suivie d'une statistique des sources minérales du canton... *Bulletin Neuchâtel*, 1879.

<sup>2</sup> P. Henry, Eau sulfureuse de Vervex (Domancy). *Revue savois.*, 1879, XX, 21, 62.

Vervex, près de Sallanches, commune de Domancy. Cette source, dont le débit est de 1<sup>m</sup> cube à l'heure, est au bord de la route de Sallanches à Chamonix, à 4500<sup>m</sup> du premier lieu.

M. TREMEY <sup>1</sup> a examiné les eaux thermales de Bonneval-les-Bains et les eaux gazeuses des glaciers comprises dans la commune de Bourg-Saint-Maurice.

FORMATION DES MONTAGNES. Le mécanisme de la formation des montagnes a été l'objet des recherches de M. PFAFF <sup>2</sup>. Parmi les nombreux travaux publiés depuis quelques années sur ce sujet, la plupart ont attribué la cause de cette formation à des pressions latérales survenues dans l'écorce terrestre par suite de la contraction du noyau liquide de la terre et au ridement produit à la surface par suite du refroidissement du globe. Il ne rentre pas dans l'objet de ce travail de suivre les calculs et les déductions par lesquels M. Pfaff cherche à démontrer l'insuffisance de cette hypothèse; il les résume dans trois arguments. 1<sup>o</sup> Cette théorie exige que nous nous représentions l'écorce du globe comme étant en mouvement sur toute son épaisseur, tandis que les plissements ne sont souvent que superficiels. 2<sup>o</sup> La contraction devrait avoir agi, indépendamment des circonstances, sur toute la surface, tandis qu'elle n'a agi en réalité que sur des espaces restreints. 3<sup>o</sup> Elle devrait s'être produite sur un point dans toutes les directions, tandis que nous savons que la force qui a produit les plis a agi dans une direction unique.

En présence de ces difficultés, l'auteur propose une

<sup>1</sup> Tremey, Les eaux thermales de Bonneval-les-Bains et les eaux gazeuses des glaciers à Bourg-St-Maurice. *Revue savoisiennne*, 1879, XX, 105.

<sup>2</sup> Pfaff, Der Mechanismus der Gebirgsbildung. 1880.



autre théorie : il attribue les plissements de l'écorce du globe à l'action de l'eau combinée avec celle de la pesanteur. Le lavage des roches par suite de la filtration des eaux enlève beaucoup de matières qui sont entraînées mécaniquement ou dissoutes et il se produit ainsi des vides intérieurs qui sont la cause des affaissements et des contournements de la surface.

Il semble cependant que cette théorie donne lieu à des objections beaucoup plus nombreuses que la précédente, à l'adoption de laquelle les expériences faites par Hall, M. Daubrée et M. Favre doivent certainement contribuer.

Le dernier chapitre de l'ouvrage de M. Pfaff est consacré à la réfutation des idées exposées par M. Heim sur la formation des montagnes. Cet auteur se rattache à la théorie combattue par M. Pfaff et, pour expliquer les contournements subis par les terrains, il attribue aux roches la faculté de devenir plastiques sous l'influence d'une forte pression, ce qui leur donne la possibilité de se recourber et de s'étirer. Suivant M. Heim, toutes les roches seraient plastiques à 3000<sup>m</sup> de profondeur ; M. Pfaff objecte qu'il devient alors impossible d'expliquer les phénomènes volcaniques et d'autres phénomènes de physique terrestre, et que cette théorie ne résout nullement les problèmes qui se rattachent à la formation des plissements ; car ils doivent avoir eu lieu sur des roches résistantes et les plis les plus considérables se sont souvent produits là où la pression était la moindre.

Nous nous bornons à signaler ici la belle publication faite par M. DAUBRÉE<sup>1</sup> des Études synthétiques de géologie expérimentale dont l'analyse serait en dehors de notre

<sup>1</sup> Daubrée, Études synthétiques de géologie expérimentale, 1879.

cadre. Nous avons, du reste, déjà cité à plusieurs reprises les recherches de ce savant géologue, exposées dans des notes diverses, lorsqu'elles fournissaient quelque application à la géologie de notre pays. Nous signalerons encore les observations suivantes :

Cet auteur <sup>1</sup> a fait de nombreuses expériences sur la chaleur produite dans les roches par des actions mécaniques, soit par des mouvements intérieurs, soit par le frottement mutuel, et il a montré les modifications que ces actions peuvent leur faire subir. C'est à elles qu'est due la schistosité des argiles, des calcaires, des quartzites dans les terrains disloqués, et la transformation des argiles en phyllades ; des silicates alumineux nouveaux se sont formés entre les feuilletés et se sont déposés souvent en pellicules très minces ; on en trouve, par exemple, sur les empreintes végétales de Petit-Cœur en Tarentaise <sup>2</sup> (p. 107) et les schistes lustrés doivent leur apparence à un minéral de ce genre. Des calcaires ont subi des modifications analogues ; la disparition des fossiles et la formation de minéraux, tels que les cristaux d'albite disséminés dans les calcaires magnésiens du trias de la Savoie, doivent être rapportées à cette même cause.

TREMBLEMENTS DE TERRE. Une commission pour l'étude des tremblements de terre en Suisse a été nommée par la Société helvétique des sciences naturelles. M. HEIM <sup>3</sup>, qui a été le promoteur des recherches sur ce sujet,

<sup>1</sup> Daubrée, Expériences relatives à la chaleur développée dans les roches par les actions mécaniques, particulièrement dans les argiles. Conséquences pour certains phénomènes géologiques, notamment pour le métamorphisme. *Bull. soc. géol.*, 1878, VI, 550.

<sup>2</sup> Terreil, *Comptes-Rendus Acad. Sc.*, 1861, LIII, 120.

<sup>3</sup> Heim, *Die Erdbeben und deren Beobachtung*, 1879, traduit par Forel.

a publié une note dans laquelle, après un aperçu général sur leur nature et leurs causes, il expose le genre d'observations qu'il y aurait à faire et pose les bases d'une organisation. Pour étudier un phénomène de ce genre qui arrive toujours à l'improviste et qui, dans notre pays, est généralement très faible, le contrôle doit être fait par un grand nombre de personnes et il faut recueillir les observations faites dans toutes les parties du pays. Les cantons de la Suisse ont été répartis en 7 districts dans chacun desquels un commissaire centralisera les observations, et l'on pense aussi établir quelques stations pourvues des instruments nécessaires à ces recherches.

Une autre note sur les tremblements de terre et les résultats obtenus par leur étude, a été publiée par le même auteur <sup>1</sup>.

M. de TRIBOLET <sup>2</sup> admet l'opinion que les petites secousses de tremblements de terre, si fréquemment ressenties dans le Jura, sont dues à des effondrements qui sont la conséquence des grandes érosions opérées par les eaux souterraines, par suite de l'enlèvement mécanique et de dissolution des roches.

D'après les indications fournies par M. SORET <sup>3</sup>, un tremblement de terre a eu lieu à Genève le 30 décembre à midi 23 minutes et demie; on l'a observé aussi dans tous nos environs, sur la rive vaudoise du lac, à Bonneville, Chamonix et Chambéry où il a été très faible. Le centre paraît en avoir été la vallée de la Dranse dans le

<sup>1</sup> Heim, Ueber die Untersuchung der Erdbeben und deren bisherige Resultate. *Vierteljahrsschr.*, Zurich, 1879.

<sup>2</sup> M. de Tribolet, Les tremblements de terre. *Rev. scient. suisse*, 1879, 76, 101.

<sup>3</sup> *Journal de Genève*, 7 janvier 1880.

Chablais. Il a consisté en 5 oscillations successives, mais dont on n'a pu préciser la direction, et il a été précédé et suivi de secousses plus faibles qui ont eu lieu dans la nuit du 29 au 30, et dans la matinée et le soir de ce dernier jour. Les limnimètres enregistreurs ont prouvé qu'il n'a exercé aucune action sur les eaux du lac.

Dans la nuit du 6 au 7 janvier, à 4  $\frac{1}{2}$  du matin, une forte secousse a été ressentie à Coire.

ÉROSION. J'ai déjà dit quelques mots (Rev. pour 1878, 325) de la théorie de M. HEIM sur l'érosion et la formation des vallées. Cet auteur<sup>1</sup> a multiplié ses observations sur ce sujet dans la vallée de la Reuss et y a joint une carte et des coupes. Cette action se compose de deux phénomènes : la désagrégation des roches par les agents atmosphériques et l'érosion proprement dite, ou action de l'eau, qui entraîne les parties désagrégées et ronge les terrains qu'elle parcourt. L'érosion approfondit continuellement les vallées. On peut estimer à 2000<sup>m</sup> au moins l'épaisseur des roches enlevées dans le haut Valais. D'après les mesures prises par M. Heim dans la vallée de la Reuss, la surface entière du bassin s'abaisse de 4<sup>m</sup> en 4125 ans. Le poids de l'eau qui s'écoule dans le bassin est 1440 fois, son volume 3750 plus fort que celui des matériaux entraînés par elle. La Reuss déverse dans le lac des Quatre-Cantons 548<sup>m</sup> cubes de matières par jour, soit 22 à 23<sup>m</sup> cubes par heure.

L'érosion agissant dès que les continents sont sortis de l'eau, est, d'après cet auteur, la cause de la formation des vallées. Des terrasses, séparées par des pentes plus ou

<sup>1</sup> Heim, Ueber die Erosion im Gebiete der Reuss. *Jahrb. schw. Alpenclub*, 1879, 371.



moins rapides, indiquent les niveaux successifs des anciens fonds des vallées. On en reconnaît 4 dans celle de la Reuss. J'indique dans la première colonne leur élévation au-dessus du niveau de la mer, dans la seconde les différences de hauteur entre elles :

450 à 550 <sup>m</sup>	
600 à 700 <sup>m</sup>	350 <sup>m</sup>
1000 à 1200 <sup>m</sup>	450 <sup>m</sup>
1300 à 1600 <sup>m</sup>	350 <sup>m</sup>
1900 à 2000 <sup>m</sup>	500 <sup>m</sup>

Si l'on juge du transport des matériaux dans les temps anciens d'après les données actuelles, on obtient les chiffres suivants, dans lesquels la première colonne indique la perte des matériaux en kilomètres cubes et la seconde le nombre d'années nécessaires pour l'érosion :

1 <sup>re</sup> période.....	kil.	163,8252	820,000
2 <sup>e</sup> » .....	»	40,0597	200,000
3 <sup>e</sup> » .....	»	21,5340	108,000
4 <sup>e</sup> » .....	»	4,7137	23,000
Total.....	kil.	230,15	1,151,000

Toutefois on ne peut regarder que comme extrêmement vagues les chiffres relatifs à la durée des périodes. Des mesures prises dans le lac d'Uri indiquent que la profondeur de ce lac est tout à fait insignifiante relativement à celle qu'on lui attribuait généralement.

Cette théorie de M. HEIM<sup>1</sup>, exposée aussi à la Société helvétique des sciences naturelles, y a rencontré plusieurs contradicteurs. M. DESOR<sup>2</sup> a fait remarquer que, si elle

<sup>1</sup> Heim, Thalstufen und Terrassen in den Alpen. *Actes Soc. helv. Berne*, 1878, 87.

<sup>2</sup> Desor, *Actes Soc. helv.*, 1878, 88.

s'applique à certains faits dans les Alpes, il y en a beaucoup auxquels elle ne peut s'adapter, dans le Jura, dans les Vosges et dans la Forêt-Noire, et qu'elle est tout à fait insuffisante pour expliquer la formation des lacs.

M. HEIM<sup>1</sup> a étudié la désagrégation des roches dans les montagnes, les influences auxquelles elle est due, et les diverses apparences qu'elle prend suivant la nature et les formes des terrains; des dessins faits d'après nature illustrent ce travail. Ces phénomènes ont déjà été auparavant l'objet de ses recherches (Rev. pour 1873, 354).

Tous les agents atmosphériques contribuent à la désagrégation, mais le plus puissant est certainement l'eau, soit comme agent dissolvant, soit par l'effet du gel et du dégel; les plantes exercent aussi une action dont il faut tenir compte. Parmi les formes spéciales de désagrégation, M. Heim décrit les lapiez (Rev. pour 1878, 420), qui se forment dans les calcaires, les mers de rochers qu'on observe dans les terrains cristallins et surtout dans les granits; ces roches sont souvent assez profondément attaquées pour former sur place de vrais chaos de blocs de toutes les dimensions, entassés irrégulièrement les uns sur les autres sur de vastes espaces. Ce phénomène a aussi souvent été observé sur les cimes les plus escarpées des Alpes.

La rapidité des pentes et la structure des roches exercent une grande influence sur la grandeur et la forme des érosions; les roches massives, stratifiées et schisteuses présentent toutes des formes de désagrégation particu-

<sup>1</sup> Heim, Ueber die Verwitterung im Gebirge. *Oeffentl. Vorträge*, IV, 1879.

lières et qui varient infiniment suivant leur situation dans les montagnes.

La dénudation agit sur ces roches désagrégées. Nous avons vu quel rôle considérable M. Heim lui attribue dans la formation du relief du sol. On peut l'évaluer aux chiffres suivants dans différents bassins :

Bassin de la Reuss.....	1 <sup>m</sup>	en	4,100 ans.
— du Pô .....	1 <sup>m</sup>	en	3,600 —
— du Mississipi.....	1 <sup>m</sup>	en	18,000 —
— du Gange .....	1 <sup>m</sup>	en	7,900 —
— du Rhin (jusqu'à Bonn)..	1 <sup>m</sup>	en	30,000 —

Mais cette dénudation se répartit très irrégulièrement sur les diverses parties d'un même bassin et agit surtout avec force dans les régions montagneuses. Les amas de débris et les éboulis jouent un rôle considérable dans les mêmes régions, et donnent lieu à d'intéressantes observations.

**CAILLOUX IMPRESSIONNÉS.** M. ROTHPLETZ<sup>1</sup> a reconnu dans les cailloux du conglomérat carbonifère de Lichtenstein, près de Hainichen en Saxe, des modifications curieuses qui sont de nature à jeter du jour sur la formation des cailloux impressionnés si fréquents dans notre pays. Ce conglomérat est en grande partie formé de cailloux de quartz et de quartzite, liés par un ciment quartzeux contenant aussi de petits débris de granits et de schistes. Les cailloux y sont en partie brisés, puis incrustés de nouveau et très souvent impressionnés de manière à pénétrer les uns dans les autres comme le montrent les figures données. L'auteur attribue ces modifications à la pression

<sup>1</sup> Rothpletz, Ueber mechanische Gesteinsumwandlungen bei Hainichen, in Sachsen. *Zeitschr. d. geol. Ges.*, 1879, XXXI, 355.

extraordinaire subie par ces roches lors du soulèvement et aussi à des influences chimiques. Il décrit ces altérations et remarque que l'on trouve fréquemment des cailloux de quartzite qui sont impressionnés, mais qui ne portent pas de traces d'un écrasement; les impressions y sont alors très petites et sont celles de petits grains de quartz.

M. Rothpletz fait une analyse détaillée des observations antérieures sur le même phénomène et des théories auxquelles elles ont donné lieu. Les impressions ont été observées sur des roches de quartz, quartzite, calcaire, dolomie, grès, granit, syénite, diorite, porphyrite, gneiss, serpentine, etc.; on les a reconnues dans le terrain carbonifère et le grès bigarré de divers pays, et dans la nagelfluh des Alpes. On y a observé, suivant les localités, le déplacement des cailloux dans le terrain, leur écrasement, le déplacement relatif des parties écrasées, la déformation plastique des cailloux à leurs points de contact, et une plus grande activité dans la dissolution chimique des cailloux en ces points <sup>1</sup>.

M. DAUBRÉE <sup>1</sup> a fait des expériences destinées à imiter ces impressions de cailloux et il les attribue surtout à la dissolution de la matière constituante <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> On observe aussi les cailloux impressionnés dans les alluvions quaternaires de la plaine suisse; les impressions existent surtout sur les cailloux calcaires et proviennent de la dissolution de la roche; la pression ne peut dans ce cas être admise comme cause influente, puisqu'elle résulte seulement du poids des masses caillouteuses superposées, quelquefois très faibles, et qu'il n'est pas question de pression produite pendant le soulèvement pour des terrains aussi récents.

<sup>2</sup> Études synthétiques.... — *Comptes rendus. Acad. Sc.*, XLIV, 823.



## II. Terrains.

### Terrains primaires.

M. LORY <sup>1</sup> a résumé sa théorie sur la constitution des massifs primitifs des Alpes que nous avons exposée (Rev. pour 1878, 377).

M. HEIM <sup>2</sup> a abordé de nouveau la question si souvent discutée de l'origine des masses centrales. Il constate que les roches éruptives des Alpes, par exemple le porphyre des Windgælle, sont plus anciennes que le soulèvement de cette chaîne auquel elles ont pris part de même que les terrains sédimentaires, d'une manière tout à fait passive. Les phénomènes de contact qu'on observe entre ces derniers terrains et les masses centrales sont le résultat d'une pénétration mutuelle sous une forte pression, mais ils n'indiquent pas que ces masses doivent leur origine à une force éruptive, et leur structure interne prouve également qu'elles sont dues à des plissements de l'écorce cristalline. Ceux-ci prennent diverses formes depuis celles d'une simple voûte (Simplon) jusqu'à celle à laquelle on donne le nom de structure en éventail. Des terrains sédimentaires proprement dits (t. houiller) sont intercalés dans les masses centrales et prouvent l'existence de ces plis. Enfin la disposition de ces masses indique qu'elles ne se sont pas soulevées en écartant les sédiments, mais qu'elles sont le résultat d'une contraction de l'écorce; leur structure particulière est due à ce que cette contraction agissait sous une énorme pression qui n'influaient pas sur

<sup>1</sup> Lory, Sur l'uniformité de composition et de structure de divers massifs primitifs des Alpes. *Bull. Soc. géol.*, 1878, VI, 546.

<sup>2</sup> A. Heim, Ueber die Entstehung der Centralmassive. *Actes Soc. helv.*, Berne, 1878, 215.

les terrains plus récents. De là viennent aussi les discordances observées souvent entre ces formations. M. Heim estime à  $\frac{1}{3}\%$  du rayon terrestre la contraction à laquelle il aurait été soumis.

Suivant M. BALTZER<sup>1</sup> (Rev. pour 1878, 379) les gneiss du massif du Finsteraarhorn ne sont point des roches éruptives d'époque relativement récente, comme pourraient le faire croire leurs épanchements apparents par-dessus les calcaires, mais des roches anciennes, passives. Elles ont pris part au soulèvement des chaînes sans en être la cause; elles présentent à la fois une stratification et une schistosité. Mais comment faut-il interpréter les soi-disants filons que le gneiss envoie dans les calcaires, dont on trouve cinq au Gstellihorn et dont l'un a environ 1000<sup>m</sup> de long et 100<sup>m</sup> d'épaisseur? Ces coins de gneiss sont parallèles à la stratification du calcaire qui les enveloppe régulièrement; les coins calcaires qui pénètrent dans le gneiss sont aussi parallèles à la stratification de cette roche; les bancs de gneiss s'infléchissent à leur partie supérieure, les fragments détachés de cette roche sont toujours régulièrement enveloppés par les couches calcaires; les coins de calcaire et de gneiss font donc partie du même plissement. Il faut, de plus observer que le gneiss devient granitique dans ces coins, que la disposition des lamelles de mica est souvent discordante avec la stratification des calcaires, que les gneiss et les calcaires ont été soumis à des dislocations mécaniques dont on observe fréquemment les traces, enfin que la texture parallèle du gneiss passe souvent aux terrains sédimentaires en contact avec lui.

<sup>1</sup> Geologische Skizze des vorderen Wetterhorns...

Ni l'hypothèse de l'origine éruptive de cette roche, ni la théorie mécanique de M. Lory (Rev. pour 1876, 139) ne rendent compte de ces phénomènes. M. Baltzer admet que ces coins ont été formés mécaniquement par un plissement commun du gneiss à l'état solide et du calcaire, sous l'influence d'une forte pression latérale. Diverses expériences et des exemples pris dans d'autres parties des Alpes viennent confirmer cette opinion.

M. TARAMELLI <sup>1</sup> a poursuivi des observations parallèles sur la succession des roches précambriennes dans la Valteline et dans la Calabre. Voici le résumé de ses observations dans la première de ces régions : A part des lambeaux de roches mésozoïques, toute la masse des roches schisteuses, serpentiniteuses, gneissiques et granitiques est certainement antérieure à la formation carbonifère et probablement à l'époque silurienne. Cette opinion est contraire à celle de Théobald et des autres géologues suisses qui ont étudié cette région, qui rapportent généralement au terrain carbonifère les schistes de Casanna. Les schistes de la Valteline sont inférieurs aux gneiss et aux granits. Les terrains carbonifère, dévonien et silurien peuvent être représentés au sud du cours de l'Adda de Tirano à Colico, mais M. Taramelli n'a trouvé nulle part au nord de cette ligne des terrains schisteux supérieurs à la formation granitique.

Les calcaires saccharoïdes, très développés dans la Valteline, sont disposés parallèlement aux roches protozoïques indiquées; ils ne sont pas carbonifères, comme le pense Curioni, encore moins triasiques, suivant l'opinion

<sup>1</sup> Taramelli, *Sunto di alcune osservazioni stratigrafiche sulle formazioni precambrienne della Valtellina e della Calabria. Rendic. Istit. Lomb., 1879, XIX.*

de Théobald et d'autres géologues suisses. Ils forment, associés à des schistes, une zone recouverte par les gneiss amphiboliques et talqueux et reposant sur la zone serpentineuse avec ou sans l'intermédiaire des schistes argilo-talqueux ou argilo-micacés. Ils sont donc inférieurs aux granites, diorites, syénites et gneiss. La plupart de ces calcaires sont magnésiens et contiennent des silicates comme de l'actinote, du mica et du talc.

Les roches magnésiennes qui sont très puissantes dans cette région, sont l'équivalent de la zone de la pierre verte. Les serpentines et les schistes du Val Malenco sont toujours inférieurs aux amphibolites et aux diorites du Pirlo, du Muretto, etc.; ces serpentines se distinguent de celles de l'Apennin par le manque de diallage; elles sont recouvertes par des ardoises et des talcschistes, et sont la roche la plus ancienne de cette région; on reconnaît dans les pierres ollaires de la Valteline deux variétés qui appartiennent à deux niveaux; les unes au contact des gneiss amphiboliques, sont plus chloritées et plus schisteuses; les autres plus stéatiteuses et plus cristallines. Les granits et les gneiss inférieurs à la zone de la pierre verte ne sont pas représentés dans cette région.

Les granits, syénites et diorites de ce pays forment des lentilles et des bancs d'où partent des veines qui pénètrent dans les gneiss; ces roches passent fréquemment de l'une à l'autre; elles sont d'origine éruptive ou métamorphique.

Cette série de formations anciennes offre une grande analogie avec celle qui a été observée dans la Calabre par le même auteur.

*Pierre verte.* M. BARETTI<sup>1</sup> a reconnu que la zone de la

<sup>1</sup> Studii geologici...



Pierre verte constitue une grande partie des Alpes grecques septentrionales (p. 95); elle est représentée dans la vallée de Rhêmes et le Val Grisanche par du gneiss, des micaschistes, des calcschistes, des calcaires cristallins, des serpentines et des schistes amphiboliques dont l'épaisseur est d'environ 8000<sup>m</sup>. Ces roches, qui correspondent en Amérique au huronien ou au laurentien, sont pré-siluriennes; peut-être leurs couches supérieures sont-elles l'équivalent du silurien ou du dévonien; la question ne peut être tranchée, mais l'auteur n'est pas favorable à cette opinion.

Le flanc gauche de la vallée de la Thuile est constitué en majeure partie par des schistes calcaires cristallins rappelant ceux de Cogne, du val d'Orco et du Val Savaranche qui avoisinent tout à fait le gneiss central; ils sont associés dans la vallée de Broglie avec un vrai gneiss, un gneiss amphibolique, de la serpentine et des roches amphiboliques grenatifères; ces roches appartiennent donc aussi à la zone de la pierre verte.

#### Terrains paléozoïques.

M. PILLET<sup>1</sup> constate dans un *Rapport* que M. Gastaldi a reconnu avoir commis une erreur dans le classement du calcaire de Chaberton dans le terrain paléozoïque (Rev. pour 1877, 174); les fossiles douteux qui y ont été recueillis et qui ont été décrits par M. Michelotti paraissent au contraire appartenir au terrain mésozoïque.

La région carbonifère du Bas-Valais, comprise essentiellement dans les communes d'Outre-Rhône et de Salvan,

<sup>1</sup> Pillet, Rapport sur les travaux de la Société d'hist. nat. de Savoie en 1879, p. 12.

est connue depuis longtemps par ses gisements de plantes de l'époque houillère dont la plupart ont été étudiées et décrites par M. Heer. M. RENEVIER<sup>1</sup> a fait dernièrement une revue générale des fossiles de ce terrain; il a reconnu plusieurs espèces nouvelles pour la Suisse, et modifié quelques indications sur les gisements. Le tableau qu'il donne de cette flore indique 66 espèces, réparties dans une dizaine de localités. Elles appartiennent au terrain houiller proprement dit et spécialement à la partie supérieure, soit à l'âge de St-Étienne.

Il y a plusieurs gisements aux environs d'Arbignon: Celui de Brayaz (18 sp.); M. Heer y a reconnu récemment une aile d'insecte *Blattina helvetica* (Urwelt der Schweiz, 2<sup>me</sup> éd.); l'espèce la plus commune est *Neuropteris flexuosa*. Celui de Combaz (30 sp.) qui est un peu plus ancien que le précédent; espèces communes, *Cyatheetes dentata*, *Pecopteris Pluckenetii*, *Annularia brevifolia*; les gymnospermes, équisétacées et lycopodiacées y sont plus abondants que dans le précédent; l'*Annularia radiata* a été découvert récemment dans les couches les plus inférieures. Celui des Chalets qui est moins riche.

A Outre-Rhône, le gisement de Sous-les-Gorges, cité par Heer, est encore indéterminé; celui des Fontaines-du-Midi renferme 11 espèces dont les plus fréquentes sont *Neuropteris tenuifolia*, *Sphenopteris nummularia*, *Annularia longifolia*; celui de Plex n'a fourni que quelques empreintes; celui de Croix-du-Boët (Alesse et Dorenaz de M. Heer) renferme 18 espèces; sa flore ressemble à celle

<sup>1</sup> Renevier, Notices géol. et pal. sur les Alpes vaudoises. VI. Gisements fossilifères houillers dans le Bas-Valais. *Bull. Soc. vaud.*, 1879, XVI, 395.

de Brayaz; celui de Pacoteire, d'où viennent quelques empreintes.

Sur la rive gauche du Rhône, les gisements de Vernayaz et de Salvan ont fourni très peu de fossiles.

L'auteur ajoute quelques détails sur les 5 espèces les plus rares signalées dans ces gisements.

M. BARETTI<sup>1</sup> a décrit les roches anthracifères des Alpes grecques septentrionales et spécialement de la vallée de la Thuile; elles sont formées de grès, de schistes alumineux, talqueux, de poudingues, mais les roches calcaires y font totalement défaut. Il y a reconnu, près de l'Hospice du Petit St-Bernard, un gisement de plantes houillères formé en majeure partie d'équisitinées et de lycopodinées dont presque toutes les espèces se retrouvent à Petit-Cœur, bien que ce soient les fougères qui dominent dans cette dernière localité. Voici la liste des fossiles recueillis :

<sup>1</sup> *Calamites Suckovii* Br., *C. Cistii* Br., *Asterophyllites longifolius* Stbg., *Asterophyllites equesetiformis* Schl., *Annularia brevifolia* Br., *A. sp. ind.*, *Neuropteris sp.* *Lepidodendron Sternbergi* Br., *Lepidophyllum majus* Br., *L. trilineatum* Hr., *L. caricinum* Hr., *L. setaceum* Hr., *Lepidostrobus sp.*

La zone carbonifère dans laquelle sont renfermés les gisements anthracifères de la Thuile fait partie de la grande zone qui passe par le Petit St-Bernard et le col Fenêtre; elle est dirigée N 55° E; sa largeur moyenne est de 2 à 5 kilomètres et elle occupe le fond du val d'Aoste entre Morgex et Derby. Elle forme un grand pli synclinal dont les roches sont, de bas en haut, des grès et schistes noirs, de grès et des poudingues. C'est dans les bancs inférieurs que se trouvent les amas d'anhracite.

<sup>1</sup> *Studii geologici....*

M. Baretta donne une description détaillée des divers gisements et des analyses des houilles qui y sont exploitées. L'exploitation annuelle est de 1500 à 2000 tonnes dont 500 sont consommées dans les environs.

Les plantes fossiles trouvées dans le terrain houiller à Manno se rapportent, d'après M. TARAMELLI<sup>1</sup>, aux espèces suivantes :

Calamites Cisti Br  
 cannæformis Schl.  
 approximatus Stbg.  
 Sigillaria elegans Br.  
 deutschiana Br.

Sigillaria elongata Br.  
 scutellata Br.  
 pachyderma Br.  
 undulata Stbg.  
 Lepidodendron Oelthemianum Stbg.

<sup>1</sup> Il canton Ticino...

(A suivre.)



SUR  
LE TEMPS QU'EXIGENT LES REVUES DU CIEL

Faites avec différents grossissements du télescope

PAR

**M. THURY,**

Professeur à l'Université de Genève.

---

Appelé à diriger la construction d'un réfracteur équatorial de dix pouces d'ouverture, donné par M. le prof. E. Plantamour à l'Observatoire de Genève, j'ai été curieux de rechercher à l'occasion de cet instrument quel temps serait nécessaire pour achever une revue complète du Ciel, faite avec un grossissement donné du télescope. De telles évaluations ne sauraient offrir un caractère de grande exactitude, cependant elles peuvent intéresser soit en vue d'un plan d'observation, soit pour aider à résoudre la question suivante : Quelles sont les chances qu'un objet de visibilité déterminée, qui existe dans le Ciel, soit demeuré jusqu'ici inaperçu des observateurs ? Et quelles chances existent de découvrir de nouveaux objets avec un instrument de force déterminée :

Le champ angulaire propre d'un bon oculaire à deux verres est généralement de  $32^\circ$  : le champ total  $2\alpha$ , du télescope, sera pour un grossissement N.....  $2\alpha = \frac{30^\circ}{N}$ , ce qui donne, pour différents grossissements, les couples suivants de valeurs :

$N = 25$ ;  $2\alpha = 1^\circ 16'$  — *Idem* 60; 32' — 96; 20' — 137; 14'. — 192; 10'. — 320; 6' — 480; 4' — 960; 2'.

Le rapport  $m$  de la surface du Ciel visible dans le télescope, à la surface totale du Ciel, sera celui d'une calotte sphérique d'angle  $2\alpha$ , à la surface totale de la sphère. Ainsi...  $m = \frac{2\pi r h}{4\pi r^2} = \frac{h}{2r}$ ...;  $h$ , hauteur de la calotte = *sin. verse*  $\alpha$ . Cela donne, pour les grossissements ci-dessus, les couples de valeurs :

$N = 25$ ;  $m = \frac{1}{32737}$ . — *Idem* 60;  $\frac{1}{184658}$  — 96;  $\frac{1}{472725}$  — 137;  $\frac{1}{964744}$  — 192;  $\frac{1}{1890900}$  — 320;  $\frac{1}{5252500}$  — 480;  $\frac{1}{11815000}$  — 960;  $\frac{1}{47272500}$ .

Le temps nécessaire pour observer pendant une seconde chaque partie du Ciel visible dans le télescope, serait donné, en secondes, par les dénominateurs des fractions de la série qui précède.

Pour une observation dont la durée s'élèverait à dix secondes, le télescope étant animé d'un mouvement relatif qui ferait passer un champ entier en dix secondes, ce qui est à peu près la plus grande vitesse admissible pour une revue du Ciel, on aurait pour la durée  $T$  d'une revue complète faite avec différents grossissements, et sans compter le temps nécessaire pour noter les observations :

$N = 25$ ;  $T = 3$  jours 10 heures. — *Idem* 60; 21 j. 9 h. — 96; 54 j. 17 h. — 137; 111 j. 16 h. — 192; 218 j. 18 h. — 320; 1 an 243 j. — 480; 3 a. 273 j. — 960; 14 a. 361 j.

Ces chiffres se rapportent à une observation ininterrompue de toute la surface du Ciel; plaçons-nous maintenant à Genève.

La portion de la surface totale du Ciel qui reste invisible vers le pôle austral est une calotte sphérique, dont le rapport à la sphère a pour mesure.....

$$\frac{\sin. \text{verse } 46^{\circ} 12'}{2r} = 0,1539. \text{ Nous voyons donc.....}$$

$1 - 0,1539 = 0,846$  de la surface entière du Ciel, et  $43^{\circ},48'$  au sud de l'équateur, jusqu'à l'horizon astronomique. Mais, comme les observations ne sont guère possibles près de l'horizon, même pour des revues du Ciel, nous excluons tout ce qui dépasse le  $40^{\circ}$  de latitude australe, et la fraction du Ciel visible pratiquement de Genève aura pour mesure.....  $1 - 0,1786 = 0,8214$ .

Les revues du Ciel n'étant possibles que de nuit, si l'on retranche des 12 heures de la période nocturne 4 heures, pour tenir compte du crépuscule du soir, de celui du matin, et de la clarté de la lune, il reste 8 heures d'observation sur 24, ce qui multiplie par 3 la durée des revues, que l'on suppose partagées entre un nombre suffisant d'observateurs.

Enfin, le Ciel n'est pas toujours découvert; il résulte des observations rapportées dans l'ouvrage de M. Plantamour : *Nouvelles études sur le climat de Genève*, p. 222, que, pour une moyenne de 29 années, les 621 millièmes de la surface du Ciel ont été couverts par les nuages; ainsi 0,379 découverts. De ce chef, la durée totale des revues sera multipliée par  $\frac{1}{0,379} = 2,638$ .

En résumé, soit T la durée totale des revues faites d'une manière interrompue sur toute la surface du Ciel; S la même durée pour des revues limitées entre le pôle nord et le  $40^{\circ}$  de latitude australe, en ajoutant la durée des interruptions causées par le jour et par l'état nuageux du Ciel, on aura :

$S = T \times 0,8214 \times 3 \times 2,638 = 6,5 \times T \dots$ . Ce qui donne les couples de valeurs :  $N = 25$ ;  $S = 24$  jours 15 heures. — *Idem* 60; 138 j. 22 h. — 96; 355 j. 16 h. — 137; 1 an 361 j. — 192; 3 a. 328 j. — 320; 10 a. 302 j. — 480; 24 a. 131 j. — 960; 97 a. 159 j.

Cependant, il ne suffit pas que le Ciel soit découvert pour que l'on puisse employer avec avantage de forts grossissements du télescope. W. Herschel estimait qu'en Angleterre il n'y a pas dans l'année plus de 100 heures pendant lesquelles on puisse observer fructueusement le Ciel avec un télescope de 4 pieds d'ouverture et un grossissement de 1000 fois (Arago, *Annuaire*, p. 1862).

Selon les indications ci-dessus, nous aurions à Genève  $365 \times 8 \times 0,379 = 1107$  heures par année disponibles pour les observations astronomiques de nuit. Or, sur dix heures d'observation prises au hasard, il s'en trouve certainement à peine une seule où l'on puisse observer avec avantage à l'aide de très forts grossissements. Cela donnerait par année moins de 110 heures pour les observations très délicates. Admettons que le grossissement de 1000 fois, obtenu d'un instrument convenable, puisse être utilement employé, en moyenne, pendant à peu près une heure sur onze heures de Ciel clair. Admettons, de plus que, pour les grossissements inférieurs, le nombre des heures où le grossissement  $N$  peut être utilement employé augmente en raison inverse du chiffre de grossissement, jusqu'au grossissement 1, répondant à la vision à l'œil nu, pour lequel toutes les heures claires seraient bonnes; on aurait,  $K$  étant le nombre total des heures claires de nuit,  $N$  le grossissement et  $k$  le nombre des heures d'observation utile :



$$k = K \times \frac{1}{a}; \quad a = 1 + \frac{N+1}{100},$$

ce qui donnerait les couples de valeurs :

$N = 1$  ;  $k = 1107$  heures. — *Idem*, 25 ; 886 h. — 60 ; 696 h. — 96 ; 568 h. — 137 ; 469 h. — 192 ; 380 h. — 320 ; 264 h. — 480 ; 191 h. — 960 ; 104 heures.

La durée  $U$  des revues du Ciel faites avec les grossissements  $N$ , dans l'hypothèse que chaque grossissement n'est employé que dans les circonstances atmosphériques où il est plus avantageux que tout grossissement inférieur, sera la durée  $S$  ci-dessus, multipliée par le rapport  $a$  des heures claires aux heures utiles. Les valeurs de  $a$  sont d'ailleurs pour les grossissements adoptés :

$N = 25$  ;  $a = 1,24$ . — *Idem*, 60 ; 1,59 — 96 ; 1,95 — 137 ; 2,36 — 192 ; 2,91 — 320 ; 41,9 — 480 ; 59,9 — 960 ; 10,59.

Les valeurs correspondantes de  $U = S \times a$ , ou le temps nécessaire pour observer chaque partie du Ciel pendant 10 secondes, à Genève, en faisant usage du grossissement le plus convenable selon l'état de l'atmosphère, ces valeurs seraient :

$N = 25$  ;  $U = 30$  jours 13 heures. — *Idem*, 60 ; 220 j. 21 h. — 96 ; 1 an 328 j. — 137 ; 4 ans 253 j. — 192 ; 11 ans 125 j. — 320 ; 45 ans 132 j. — 480 ; 141 ans 13 j. — 960 ; 1031 ans 306 jours.

Bien que les temps soient plus longs dans la série  $U$  que dans la série  $S$ , cependant, à égalité d'objets vus ou notés, il y a économie sur le temps total, dans le cas où l'on approprie le grossissement à l'état de l'atmosphère ;

car si l'on emploie un grossissement trop faible, l'objet difficile n'est pas vu, et si au contraire le grossissement reste plus fort que cela n'est strictement nécessaire, il y a du temps perdu à cause de la diminution du champ.

Cependant, il y aurait des inconvénients d'un autre ordre à changer les grossissements dans le cours d'une revue; c'est pourquoi l'on fait généralement usage d'un grossissement moyen unique, dont le chiffre dépend de l'instrument dont on dispose, de l'état habituel du Ciel dans le lieu d'observation et du but spécial de l'observateur. W. Herschel, qui avait surtout en vue la recherche des nébuleuses, employait dans ses revues du Ciel un réflecteur de  $18 \frac{8}{10}$  pouces anglais ( $478^{\text{mm}}$ ) d'ouverture et un grossissement de 157 fois, avec un champ de 15 minutes. Le *grossissement initial* ou *clair-grossissement*, c'est-à-dire le plus fort grossissement laissant au réflecteur toute sa lumière, eût été  $\frac{478}{6} = 80$ , en comptant à  $6^{\text{mm}}$  l'ouverture nocturne de la pupille. Le grossissement employé était à peu près le double du grossissement initial. Pour une recherche spéciale des étoiles doubles, le grossissement eût été sans doute plus considérable.

Avec notre objectif de 10 pouces, le grossissement pour la recherche des nébuleuses serait proportionnellement, et en tenant compte de la plus grande quantité relative de lumière transmise par le réfracteur,.....

$$\frac{271}{6} \times 2 \times \sqrt{\frac{79}{64}} = 100.$$

On voit d'après les chiffres qui précèdent combien il sera désormais nécessaire que les observateurs munis de puissants instruments se partagent l'étude du Ciel lorsqu'ils voudront entreprendre de nouvelles revues.

SUR  
LA CONSTITUTION DE LA NAPHTALINE

ET DE SES DÉRIVÉS

*In-4°, Genève, 1880*

**Par MM. REVERDIN et NÖLTING**

---

Le grand nombre de combinaisons organiques que l'on découvre chaque année fait qu'il est aujourd'hui très difficile, presque impossible même, d'écrire un traité complet de chimie organique. Ce manque d'ouvrages détaillés ajoute à la difficulté soit de l'étude, soit des travaux de laboratoire; les chimistes ont en effet beaucoup de peine à se tenir au courant de toutes les recherches, surtout lorsqu'il s'agit de substances aromatiques. Il est donc très désirable que les différentes parties de la chimie soient traitées séparément d'une manière complète et approfondie. Nous ne pouvons donc que féliciter, au nom des chimistes, MM. Reverdin et Nölting de leur dernière publication : *Ueber die Constitution des Naphtalins und seiner Abkömmlinge*.

La publication de cet ouvrage, qui est une monographie de la Naphtaline et de ses dérivés, a lieu dans un moment très favorable. On a cherché longtemps en vain à utiliser en grand la naphtaline; c'est ces derniers temps qu'elle a pris une importance considérable pour l'industrie des couleurs artificielles. Depuis quelques années déjà, la fabrication de l'éosine consomme une certaine quantité de cet hydrocarbure; il sert à préparer l'acide phtalique, lequel entre dans la constitution de cette matière colorante. Mais c'est surtout le développement de

l'industrie des couleurs azoïques qui a donné ces derniers temps une grande extension à la fabrication de la naphthaline. Les oranges et la rocelline de Poirier, à Paris, et le rouge solide de la Badische Anilin-et Soda-Fabrik, à Ludwigshafen, ainsi que les ponceaux de Meister, Lucius et Brüning à Höchst, sont des dérivés de la naphthaline.

La brochure de MM. Reverdin et Nölting profitera donc non seulement aux chimistes qui s'occupent de recherches scientifiques, mais aussi à ceux qui travaillent dans les fabriques. On s'expliquera facilement, vu le grand nombre de laboratoires qui existent en Allemagne, pourquoi les auteurs ont publié leur ouvrage en allemand.

La première partie de la monographie est consacrée à une introduction théorique, dans laquelle les auteurs traitent de la constitution de la naphthaline et de ses dérivés. Cette partie montre que MM. Reverdin et Nölting ne se sont pas bornés à rassembler les faits connus, mais qu'ils ont su tirer de leurs études des conclusions scientifiques. A l'aide des recherches publiées l'année dernière, ils ont déterminé d'une manière rigoureuse la constitution des deux séries de combinaisons isomères qui dérivent de la naphthaline par substitution d'un des atomes d'hydrogène.

La seconde partie de l'ouvrage renferme des tableaux qui donnent les noms et les formules de tous les dérivés connus de la naphthaline. Ce qui donne à ces tableaux une valeur réelle, c'est que les auteurs y ont ajouté la liste complète des mémoires dans lesquels ces différents corps sont décrits. Nous sommes convaincus que ces listes de littérature rendront l'ouvrage de MM. Reverdin et Nölting indispensable à tous les chimistes qui s'occupent de chimie organique.



IDÉES DIRIGEANTES  
POUR  
L'HISTOIRE DU RÈGNE VÉGÉTAL  
DEPUIS L'ÉPOQUE TERTIAIRE

Par le Dr Adolphe ENGLER,

Prof. à l'Université de Kiel.

---

Le Dr Engler vient de publier la première partie d'un ouvrage sur le développement des végétaux depuis l'époque tertiaire. Elle traite des plantes de l'hémisphère boréal, au nord du tropique<sup>1</sup>. Les autres parties sont probablement fort avancées, car l'auteur énonce, au commencement, sous le titre de *Leitende Ideen* (Idées dirigeantes), des principes qui concernent souvent les régions inter-tropicales. Nous traduisons cet article, conforme en général aux visées actuelles de la science, pour montrer que sur certains points les détails donnés dans la première partie de l'ouvrage ont de l'intérêt, et que d'autres, relatifs aux régions tropicales, en auront probablement encore plus, d'après les assertions émises dans les paragraphes 20 à 29.

Le sujet des migrations et modifications probables des

<sup>1</sup> Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode. In-8°, 202 pages et une carte. Leipzig, 1879.

plantes de notre hémisphère, depuis le miocène européen jusqu'à nos jours, est traité méthodiquement, selon l'esprit des recherches de Hooker fils, Asa Gray, Heer, Christ, Ball, etc., avec plus d'ensemble et des documents plus nombreux sur le continent asiatique. Vu l'intérêt des questions, il serait à désirer que l'ouvrage fût traduit en français ou en anglais.

Voici les propositions qui résument les idées et les méthodes de l'auteur.

1. La distribution actuelle des plantes ne résulte pas uniquement des conditions climatériques et géographiques qui prévalent de nos jours sur la terre.

2. On ne peut se former une idée juste de la distribution des plantes, qu'en cherchant à connaître leur développement graduel.

3. Dans ce but il est avant tout nécessaire de considérer les rapports d'affinité qui existent entre les formes d'une même région ou de plusieurs régions. La simple statistique végétale ne fait point connaître l'histoire du développement.

4. Il faut ensuite avoir égard à la distribution des végétaux pendant les époques géologiques antérieures, ainsi qu'aux affinités entre les espèces éteintes et celles qui subsistent aujourd'hui.

5. Le changement de la répartition des terres et des mers, notamment depuis l'époque tertiaire, a une grande importance pour l'histoire de la formation des régions végétales.

6. En particulier il est important de savoir si le retrait des eaux ou des glaciers, ou bien encore l'exhaussement graduel du sol, ont fourni à la végétation un nouveau terrain approprié sur lequel les formes des régions voi-

sines ont pu coloniser et développer de nouvelles variétés.

7. L'observation apprend que les formes très voisines, appartenant à un même groupe d'espèces, naissent dans le voisinage immédiat les unes des autres.

8. Les diverses formes d'un même groupe se répandent peu à peu autant que le permettent les conditions du sol et du climat ainsi que la concurrence des autres végétaux.

9. C'est de cette manière que des formes très voisines peuvent se répandre dans des parties distinctes et éloignées d'une même région et s'y développer ensuite d'une manière indépendante.

10. Aussi longtemps que subsiste l'ancienne liaison des diverses parties de cette région, l'affinité des formes demeure plus ou moins reconnaissable.

11. Mais, lorsque des événements géologiques amènent un isolement des parties primitivement unies, le développement indépendant des formes alliées se trouve favorisé.

12. Ainsi naissent des variétés, espèces, groupes, genres, groupes de genres qui se correspondent ou se remplacent mutuellement.

13. Si l'on peut admettre qu'une espèce soit capable de produire des variétés analogues ou peu différentes dans deux parties analogues mais séparées l'une de l'autre d'une même région, il n'est pourtant pas à supposer que les mêmes circonstances et les mêmes causes continuent ensuite à agir, dans ces deux localités, sur ces variétés, de telle sorte que leurs descendants se développent d'une manière identique.

14. Des espèces tout à fait identiques et nettement

définies habitant des régions séparées ne peuvent donc pas avoir acquis simultanément leurs caractères distinctifs dans deux ou plusieurs contrées disjointes.

15. Les événements géologiques ont très souvent amené la dislocation de contrées primitivement réunies et par suite la séparation des végétaux qui les habitaient. Par suite de l'immersion d'une contrée, ou de toute autre manière, il est fréquemment arrivé qu'une partie des formes qui servaient d'intermédiaires entre les types distincts habitant les districts les plus éloignés et permettaient de les rattacher à un même groupe, ont été anéanties.

16. C'est ce qui explique la présence simultanée d'espèces ou de groupes alliés dans des régions séparées, sans que l'on retrouve d'autres formes analogues dans les contrées intermédiaires modifiées elles-mêmes de quelque autre manière.

17. Par exemple la transformation de mers à rivages boisés en steppes desséchées ou en déserts a eu pour conséquence la disparition de beaucoup de formes, qui unissaient autrefois des types maintenant distincts, habitant des contrées séparées.

18. Lorsque, dans des systèmes de montagnes séparés, certaines formes primitivement très voisines produisent des variétés propres aux grandes altitudes, s'adaptant peu à peu aux conditions qui règnent dans ces stations, ces variétés, devenues plus tard des espèces, peuvent se conserver alors que la température s'abaisse, tandis que les formes demeurées dans les régions moins froides des plaines, doivent ou périr ou émigrer vers des contrées plus chaudes.

19. Des paragraphes 17 et 18 il ressort qu'un *ende-*



*misme* riche en espèces doit prévaloir dans les contrées très anciennes, surtout dans les régions montagneuses, dont la végétation n'a pas depuis longtemps été anéantie par des événements géologiques.

20. Des formes endémiques peuvent cependant aussi être abondantes dans des contrées relativement jeunes, notamment lorsque celles-ci, telles que les steppes d'Asie, les prairies américaines ou les Pampas ne peuvent, vu leur nature, fournir les conditions d'existence qu'à un petit nombre de formes de végétaux.

21. La différence entre les régions à flores anciennes et celles à flores modernes présentant beaucoup de formes endémiques, consiste ordinairement en ce que dans les plus anciennes, le nombre des espèces par genre est moindre, tandis qu'il est, d'habitude, très considérable dans les nouvelles.

22. Nous trouvons, dans certaines familles, que leurs groupes naturels sont limités à certaines contrées; cela tient à ce que ces divers groupes possèdent des caractères physiologiques particuliers, qui peuvent offrir un avantage spécial dans une même région distincte au point de vue du climat. Cela résulte cependant quelquefois aussi de ce que des formes différentes se sont répandues dans diverses directions autour d'un centre commun, et sont ensuite devenues les points de départ de groupes naturels dans des régions séparées. Il se passe alors, en grand, ce que nous constatons à propos des groupes plus petits.

23. Dans les grandes contrées qui n'ont subi que peu de changements pendant les époques géologiques, de pareils groupes de genres ont pu se conserver; nous les observons donc dans les pays tropicaux ou voisins des tropiques, tandis que dans les contrées fréquemment mo-

difiées depuis l'époque tertiaire, le même fait s'observe plus fréquemment à l'égard des espèces d'un même genre.

24. Si dans les régions tropicales il n'existe que peu de familles présentant des groupes de formes limitées à certains espaces géographiques, on doit l'attribuer d'une part aux différences d'âge entre les familles et, de l'autre, à l'inégale durée de la faculté germinative des graines. Les graines qui conservent longtemps cette faculté sont plus appropriées à des transports au loin que celles qui, pour se développer, doivent germer promptement.

25. La grande majorité des familles tropicales, par conséquent des familles en général pour lesquelles une grande ancienneté est probable ou démontrée, présente une distribution très irrégulière, offrant souvent des genres très voisins répartis les uns dans l'hémisphère est et les autres dans l'hémisphère ouest.

26. L'étude de la distribution géographique des familles tropicales apprend que beaucoup de genres, aujourd'hui réduits à une seule espèce ou confinés dans un étroit territoire étaient encore représentés, à l'époque tertiaire, par plusieurs espèces ou occupaient des aires plus étendues.

27. Il ressort de là que nous ne devons pas toujours chercher la patrie d'une plante ou d'un groupe de plantes là où cette plante ou ce groupe existent actuellement avec la plus grande abondance.

28. On voit en outre que des genres pauvres en espèces ou même monotypiques sont, dans la plupart des cas, les restes de types plus richement développés autrefois.

29. La conservation de genres monotypiques dans un

territoire est le plus souvent un fait accidentel, n'ayant d'importance pour ce territoire qu'en ce qu'il montre que des conditions anciennes y ont prévalu plus longtemps ; les genres monotypiques ne sont donc propres qu'à caractériser les grands territoires dans lesquels ils sont largement répandus, et non pas les territoires de peu d'étendue.

30. Lorsqu'il s'agit de caractériser les régions végétales plus restreintes, il faut surtout avoir recours aux genres qui y atteignent un haut degré de développement en même temps qu'ils sont rares ou même absents dans les autres régions.

31. Il n'existe pas de limites tranchées entre les régions végétales, les éléments de chacune d'elles envahissant au contraire toujours le territoire de celles qui l'avoisinent et cela à des degrés divers suivant les époques que l'on considère.

32. L'histoire des végétaux montre que certains types se sont conservés avec une grande richesse de formes jusqu'à l'époque présente, tandis que d'autres se sont notablement appauvris ou enrichis ; les faits de statistique végétale ou de géographie botanique ne suffisent pas pour établir solidement l'âge relatif des familles.

33. Au contraire, à l'égard d'un groupe étroit de formes ou chez une même famille, il est possible de déduire des caractères morphologiques et de la distribution géographique une notion d'âge relatif ayant une véritable valeur scientifique.

34. De ce que le développement d'un grand nombre de formes actuelles peut être suivi en remontant jusqu'à l'époque tertiaire, il ne s'ensuit pas que d'autres espèces n'aient pu naître plus récemment.

35. De même la conservation parfaite de quelques formes tertiaires ne prouve nullement que les espèces en général soient immuables.

36. Des causes internes agissent lors de la formation des variétés. Lorsque, dans certains territoires caractérisés par des circonstances climatériques spéciales, nous rencontrons une grande richesse de formes paraissant adaptées à ces circonstances, cela tient à ce que le climat, agissant comme cause secondaire, favorise le développement extérieur de certaines formes déjà antérieurement produites, tandis qu'il limite ou même combat le développement et l'extension des autres formes.

---



VARIATIONS  
DE LA  
**DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE**  
DÉDUITES DES OBSERVATIONS RÉGULIÈRES

*Faites à Moncalieri dans la période 1870-71*

**Par le Père F. DENZA**

(NOTE COMMUNIQUÉE PAR L'AUTEUR)

---

Dans ces derniers temps, j'ai calculé toutes les valeurs des observations de la déclinaison magnétique qui se font depuis l'année 1870 à l'Observatoire de Moncalieri, au moins six fois par jour (toutes les trois heures, de 6 heures du matin à 9 heures du soir), avec un grand déclinomètre de Gauss, placé solidement dans les souterrains de l'établissement.

Dans le calcul de l'excursion diurne de la déclinaison, j'ai tenu compte seulement de la période 1871-78, et des seules observations diurnes (6 h. du matin—9 h. du soir), et j'ai suivi la méthode adoptée par le R. P. Secchi à l'Observatoire du Collège romain : c'est-à-dire que j'ai déduit cette excursion de la plus grande et de la moindre valeur diurne absolue, en tenant toujours compte des perturbations, de quelque genre qu'elles fussent. De cette manière, l'amplitude de la variation susdite est évaluée avec plus d'exactitude, et sa marche de chaque année, sans être trop altérée, démontre mieux le lien existant entre la déclinaison magnétique et les causes cosmiques

qui influent sur elle, entre autres, la fréquence des taches solaires.

*Variation mensuelle.* — Les valeurs moyennes de la variation de la déclinaison magnétique pour chaque mois sont les suivantes :

Janvier	5'.40	Juillet	9'.50
Février	6. 20	Août	9. 21
Mars	8. 67	Septembre	8. 37
Avril	10. 34	Octobre	7. 32
Mai	9. 18	Novembre	5. 80
Juin	10. 06	Décembre	4. 09

Il résulte de ces valeurs qu'en Piémont :

1° L'excursion moyenne de l'aiguille de déclinaison atteint son minimum en décembre.

2° Ensuite elle grandit toujours, d'abord plus lentement, puis plus rapidement de février à avril.

3° Les plus grandes valeurs de l'année arrivent dans les deux mois d'avril et de juin, la première un peu plus grande que la seconde avec une sensible diminution dans le mois intermédiaire de mai.

4° Dans les deux autres mois d'été, la variation moyenne recommence à diminuer, mais assez lentement, et moins que dans le mois de mai. La diminution s'accroît ensuite dans les mois d'automne.

*Variation annuelle.* — La loi selon laquelle la variation annuelle moyenne de la déclinaison magnétique a procédé dans la période étudiée, ressort du tableau suivant, qui donne les valeurs moyennes de chaque année :

1871	11'.55	1875	6'.48
1872	10. 53	1876	6. 31
1873	9. 28	1877	5. 83
1874	8. 21	1878	4. 50

Comme les observations régulières ont commencé seulement en juin 1870, nous n'avons pas tenu compte des sept mois d'observations de cette année. Cependant, ces sept mois donnent par eux seuls une moyenne presque égale à celle de l'année suivante 1871. Et comme je l'ai dit ci-dessus, la plus grande valeur mensuelle doit avoir été dans le mois d'avril, aussi en 1870; on peut aussi admettre que la plus grande valeur annuelle de la variation moyenne de la déclinaison magnétique pendant la période dont nous nous occupons, doit avoir été à Moncalieri comme en d'autres endroits en 1870.

Dans les années suivantes, comme il résulte du tableau sus-indiqué, cette variation moyenne a diminué progressivement jusqu'en 1878, année dans laquelle peut-être on trouvera la plus petite variation annuelle connue de diminution de la déclinaison magnétique. Il y eut une courte interruption de 1875 à 1876.

Ayant comparé les résultats obtenus dans notre Observatoire de Moncalieri avec ceux recueillis dans les deux observatoires de Milan et de Rome (Collège romain) qui sont les seuls en Italie qui ont publié les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la variation de la déclinaison magnétique, j'ai trouvé que dans la moyenne générale les trois séries de Rome (1860-76), Milan (1870-78) et Moncalieri (1871-78), bien que non entièrement comparables entre elles, offrent cependant un accord plus que suffisant dans la marche, soit mensuelle, soit annuelle, du phénomène.

Je donne ici seulement la moyenne générale de cette variation, comme elle résulte des périodes d'observation de chacun des trois Observatoires italiens :

Rome, moyenne générale	8'.55
Milan »	8. 04
Moncalieri »	7. 89

J'ai aussi trouvé un notable accord entre les observations italiennes et celles faites en d'autres pays d'Europe même éloignés, comme à Prague, à Christiania, à Munich et à Greenwich.

Il résulte de tout cela que les variations de la déclinaison magnétique, si on les prend dans leur ensemble, offrent des phases qui ne sont pas trop différentes dans des contrées même très éloignées entre elles.

Cela démontre que ce phénomène dépend de causes cosmiques, qui sont presque uniformes sur toute la surface de la terre; et on sait en effet que la marche de l'oscillation diurne de l'aiguille de déclinaison est en relation avec celle de la fréquence et de l'intensité des taches et des autres phénomènes qui se succèdent sur le soleil, ces deux ordres de faits présentant dans leur ensemble un accord remarquable.

Si on étudie ces variations dans tous leurs détails, elles présentent certaines anomalies, toutes cependant de second ordre, qui peuvent dépendre soit des diverses méthodes d'observation, soit des circonstances propres aux divers lieux lesquelles sont encore à étudier.

(Observatoire de Moncalieri, janvier 1880.)

---



# UNE SÉRIE DE RECHERCHES

SUR LA

## FAUNE PÉLAGIQUE DES LACS DU TESSIN ET D'ITALIE

**Par M. le Dr Pietro PAVESI,**

Professeur de Zoologie à l'Université de Pavie

(Traduction et analyse par M. Silvio CALLONI.)

---

Les différents mémoires du prof. Dr P. Pavesi, qui feront le sujet des pages suivantes, ont été dernièrement envoyés par l'auteur au Dr V. Fatio, comme hommage d'estime et d'amitié, et c'est grâce à l'obligeance de celui-ci que j'ai pu prendre connaissance des très intéressantes recherches du professeur italien. On rencontre dans les mémoires du prof. Pavesi des observations et des conclusions qui méritent certainement d'être signalées à l'attention de tous les naturalistes qui s'occupent, de près ou de loin, de la faune pélagique. Engagé par le Dr Fatio, qui m'offrait sa précieuse et savante direction, à traduire, en les analysant, les diverses notices en question, je me suis empressé d'accéder avec joie à un désir qui m'était exprimé à la fois par ce dernier et par l'auteur lui-même. Considérant que les recherches du Dr Pavesi, en portant aussi bien sur les lacs du Tessin que sur ceux d'Italie, rentrent de fait dans l'étude de notre pays, j'ai cherché à en donner ici un compte rendu aussi exact que possible.

On sait que la faune pélagique des lacs, d'un intérêt

tout spécial en vue de l'adaptation et de la philogénèse, se compose de petits Crustacés (Entomostracés), différant beaucoup par les formes et le genre de vie des Crustacés côtiers et du fond des lacs. Par adaptation au milieu ambiant, en vue de la lutte pour l'existence, le corps de ces Entomostracés pélagiques est transparent et muni d'appendices propres à la nage. Comme les hirondelles et les mouettes dans les airs, ces petits Crustacés nagent sans trêve ni repos dans les eaux pendant tout le temps de leur vie. Toujours éloignés des côtes, ils vivent au milieu des lacs par milliers d'individus, mais en petit nombre d'espèces. De jour, pendant la grande lumière, ils se tiennent habituellement dans les profondeurs des eaux; mais durant les journées sombres et principalement la nuit, surtout si celle-ci n'est pas éclairée par la lune, ils s'élèvent, à l'aide de leurs rames natatoires, à la surface de l'eau. C'est alors un des moments les plus favorables pour la pêche.

En Suisse, la faune pélagique du lac de Genève est décrite dans les brillantes recherches du Dr Forel de Morges; celle du lac de Constance, dans les belles études du prof. Weissmann. C'est sur les traces des travaux de ces deux zoologistes, que le Dr P. Pavesi, professeur distingué de zoologie à l'Université de Pavie, se lança avec hardiesse à la recherche de la faune pélagique des lacs du Tessin et d'Italie, lacs qui n'avaient jamais été explorés à ce point de vue. Les résultats des perquisitions du prof. Pavesi ont été très heureux: non seulement il a eu l'honneur d'avoir, le premier, découvert la faune pélagique dans les lacs tessinois et italiens, mais encore il est arrivé à recueillir bon nombre de faits qui jettent une nouvelle lumière, soit sur les conditions de vie des animaux pélagiques, soit sur leur philogénèse.

Le Dr Pavési a publié les résultats de ses recherches dans les trois mémoires suivants :

1° *Intorno all' esistenza della fauna pelagica anche in Italia*: Lettre au Dr G. Gavanna, octobre 1877.

2° *Nuova serie di ricerche della fauna pelagica dei laghi italiani*: communication au « R. Istituto Lombardo » séance du 5 juillet 1879. Extr. des Rendiconti del R. Istituto Lomb. Sér. 2, vol. XII, fasc. XI-XII.

3° *Ulteriori studi sulla fauna pelagica dei laghi italiani*: communication au R. « Istituto Lombardo, » séance du 31 juillet 1879. Extr. des Rendiconti del R. Istituto Lomb. Sér. 2, vol. XII, fasc. XVI.

Ces trois mémoires méritent certainement un examen détaillé. L'intérêt même du sujet traité, ainsi que les faits nouveaux acquis à la science y m'engagent à plus d'un titre. Comme l'auteur, nous donnerons d'abord le détail des pêches dans les différents lacs, avec des tabelles à l'appui, pour donner ensuite une à une les importantes conclusions de ce travail, par le fait préalablement et amplement motivées.

Dès le premier mémoire, le Dr Pavési constate la présence de la faune pélagique aussi bien dans les lacs du Tessin que dans ceux de l'Italie. Il cite les zoologistes qui ont travaillé à la faune pélagique de différents pays, tels que le prof. Lilljeborg d'Upsala; MM. G.-O. Sars et P.-E. Müller, qui découvrirent les premiers la faune pélagique dans les grands bassins de Scandinavie; MM. P.-E. Müller, A. Weissmann, F.-A. Forel, qui constatèrent la même faune dans les lacs de la Suisse allemande et française; A. Fric, qui observa dans les lacs de la Forêt de Bohême; enfin, Wagner et S.-J. Smith qui firent leurs études, l'un dans le Boltochoi-Kaban, près Kasan, l'autre dans le lac Supérieur, aux États-Unis.

M. P.-E. Müller (*Archives de Genève de 1870*), ayant assuré n'avoir constaté aucune faune pélagique dans le Lac Majeur, et plus tard, M. Weissmann (dans son étude monographique de la *Leptodora hyalina* et dans son *Thierleben im Bodensee*) ayant affirmé avoir récolté au Lac Majeur, à la fin d'avril 1874, quelques jeunes femelles de *Leptodora hyalina*, espèce pélagique des mœurs définies, le prof. Pavési fut engagé par ces contradictions à se lancer, comme je l'ai dit, dans une série de recherches sur les lacs du Tessin et de l'Italie.

Les pêches furent pratiquées successivement depuis la surface de l'eau jusqu'à des profondeurs différentes, de jour et de nuit, en tenant compte des différentes conditions qu'indique le Dr Forel dans ses travaux, et de la manière suivante :

Les explorations commencent dans le LAC DE LUGANO, vieille connaissance du prof. Pavési, qui en a déjà étudié la faune ichthyologique dans son remarquable travail « *I pesci e la pesca nel Cantone Ticino.* »

1<sup>er</sup> août 1877. La première pêche a lieu, de jour, à la surface de l'eau, agitée par une forte brise, suivant la direction de la plus grande largeur du lac de Lugano, aux Cantine di Caprino, sur 3 kil. environ. Les résultats se réduisent à la capture de deux individus de *Leptodora*.

4 août. Pêche de jour, suivant la direction de Maroggia à Morcote sur la côte opposée, sur une longueur de kil. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. Le filet ramasse : à la surface de l'eau, quelques *Daphnia hyalina* ; à 5 mètres un jeune *Leptodora* ; à 10 mètres des *Leptodora* en grand nombre, quelques *Daphnia hyalina* et *Daphnia galeata*. Plusieurs *Leptodora* revêtent encore la forme de *Nauplius*.



16 août. Nouvelle exploration de Lugano à Caprino, seulement à la surface de l'eau, par une nuit sombre de 9 $\frac{1}{2}$  à 11 $\frac{1}{4}$  h. du soir, après le coucher de la lune. Récolte : un seul *Heterocope robusta*, des *Daphnia hyalina* en quantité, plusieurs *Daphnia galeata* et d'innombrables *Leptodora*, de dimensions et âges différents.

Avant cette dernière excursion, le Dr Pavési s'était déjà, le 7 août, hasardé avec son filet, sur le LAC DE COME, en longeant la ligne médiane de celui-ci, depuis Cernobbio jusqu'en face de la pointe de Torno, sur une longueur de 3 kil.; cela depuis 9 heures du matin à midi, par un ciel pur et avec un lac calme. Dans la pêche la plus soutenue, le filet ramasse : à la surface de l'eau, quelques *Leptodora* et *Daphnia galeata*; à 5 mètres un grand nombre de *D. galeata*, *Leptodora* et quelques *Bythotrephes longimanus*; à 10 et 20 mètres les mêmes espèces, la *Daphnia galeata* en particulier par milliers d'exemplaires.

10 août. Pêche au LAC MAJEUR, de Luino à Cannero, sur 4700 mètres d'étendue, de 11 heures du matin à 1 heure et demie du soir, par un ciel orageux et un vent qui soulève de fortes vagues. Une heure de pêche donne : à la surface de l'eau, quelques *Leptodora* et *Daphnia hyalina*; à 5 mètres un seul *Daphnia hyalina*; à 10 mètres quelques *Daphnia hyalina* et *D. galeata*, ainsi que de nombreux *Leptodora* jeunes; à 15 mètres des *Leptodora* adultes, avec œufs, plusieurs *Daphnia hyalina*; à 25 mètres plusieurs *Leptodora* ovifères et quelques *Daphnia*, surtout le *D. galeata*.

Les observations qui précèdent, d'un côté confirment les premières trouvailles de *Leptodora*, au lac Majeur, par Weissmann, de l'autre constatent d'une manière péremptoire la présence de la faune pélagique, dans ses

formes les mieux caractérisées, dans les lacs, soit du Tessin, soit de la Haute-Italie. Le Dr Pavési se croit déjà autorisé, par ses recherches, aux conclusions que voici :

1° Exception faite de l'unique *Heterocope* trouvé, mais ensuite perdu, et du *Bythotrephes*, à cause de quelques doutes de détermination, la faune pélagique des lacs tessinois et italiens se trouve être la même que celle des lacs des autres pays d'Europe et d'Amérique; fait qui confirme une loi d'adaptation que l'on pourrait exprimer comme suit: *des milieux identiques exigent les mêmes adaptations de formes.*

2° La faune pélagique des lacs du Tessin et de la Haute-Italie est moins riche en espèces, que celle des lacs de la Suisse au nord des Alpes; comme celle-ci, elle est également moins riche, que celle des lacs de Scandinavie. Toutefois, l'auteur pense que cette dernière assertion pourrait être modifiée peut-être par de nouvelles recherches.

3° Les Entomostracés de haut lac vivent, par bancs immenses, dans des couches d'eau, à des profondeurs variant avec la quantité de lumière. De jour, ils descendent, depuis la surface jusqu'à une certaine profondeur; de nuit, ils remontent à fleur d'eau, exactement comme Weissmann et Forel l'ont déjà constaté. Les pêches à la surface de l'eau presque infructueuses de jour, sont au contraire très bonnes de nuit. Durant le jour, il faut pêcher à des profondeurs différentes. Tous ces faits concordent, soit avec les observations faites en mer, par Willemoess-Suhm, dans le voyage du *Challenger*, soit avec celles de Giglioli, apportées, en 1868, dans une note zoologique sur le voyage de la *Magenta*.

Le Dr Pavési constate aussi que, dans le lac de Como (mais pas dans les lacs de Lugano et Majeur), l'on trouve

en grande abondance une Algue du genre *Anabæna*, qui colore légèrement en vert et dissimule ainsi les petits Entomostracés auxquelles elle sert de nourriture. C'est peut-être, la même Algue trouvée dans le lac de Genève par le Dr Forel; elle serait le type d'une flore pélagique.

Le second mémoire décrit une série d'autres recherches, dans le même but. L'auteur fait remarquer encore que l'on ne connaissait jusqu'ici, sur la faune pélagique d'Italie, que la trouvaille par Weissmann, en 1874, de quelques *Leptodora hyalina*, au lac Majeur. En effet, O. et A. Costa, avant 1840, dans leurs explorations aux lacs d'Agnano, des Astroni, du Vulture et Fucino, n'avaient pas trouvé une seule des formes caractéristiques de haut lac. C'est donc bien au prof. Pavési que revient tout l'honneur de la découverte d'une véritable faune pélagique générale dans les lacs d'Italie.

La constatation de la faune pélagique des lacs, en Europe et en Amérique, a soulevé plusieurs questions, maintenant en partie résolues. L'auteur s'en pose des nouvelles :

1° Quelle sera la philogenèse la plus probable de la faune pélagique? Faut-t-il s'en tenir à l'opinion du Dr Forel qui, dans ses travaux, admet que les formes pélagiques dérivent de formes lacustres adaptées à des conditions spéciales, conditions imposées, d'un côté par la brise de terre qui les pousse au large, dans le haut lac, de l'autre par la brise de lac, qui les oblige à descendre dans les profondeurs, pour ne pas être balayés sur le rivage?

2° Est-t-il possible d'expliquer par une semblable hypothèse l'origine de genres tels que les *Leptodora* et *Bythotrephes*, si différents des formes côtières ou de celles qui vivent dans le limon du fond?

3° La ressemblance, atteignant même à l'identité absolue, chez les espèces pélagiques, dans tous les lacs explorés, ceux d'Italie y compris, peut-elle être expliquée par la théorie du D<sup>r</sup> Forel, qui admet le transport des œufs par les oiseaux, ou bien doit-elle trouver son explication dans la loi biologique, admettant que des circonstances identiques exigent les mêmes adaptations?

4° Quels seront les limites batimétriques de cette faune, si les migrations continuelles, depuis la surface jusqu'à différentes profondeurs, varient suivant les espèces, les jours, les saisons et les localités? Les conclusions de A. Fric, pour les lacs de Bohême, et du D<sup>r</sup> Forel pour ceux de la Suisse, ne sont pas décisives, de même celles que nous avons émises dans le premier mémoire, paraissent aussi un peu incertaines. En automne et dans les lacs de Lombardie, le filet, à 5 mètres, ramasse le *Leptodora*, tandis qu'au printemps, au lac d'Albano, il ne rencontre cette espèce qu'à 25 ou 30 mètres seulement.

5° Les animaux pélagiques changent-ils de niveau, de jour et de nuit, sous l'influence de la lumière ou sous celle de la chaleur, ou bien encore sous l'action de courants tant dans l'eau que dans l'atmosphère. Une expérience du prof. Pavese, au lac de Varese, prouverait que la température n'est pour rien dans ces migrations verticales. La pêche, cette fois, a lieu d'une manière comparée à la surface et à différentes profondeurs, en notant les espèces récoltées, la quantité relative des individus et la température de la couche d'eau. On remarque alors que la récolte la plus fructueuse se fait à 5 mètres de profondeur avec 25°,7 C., tandis que, avec la même température, on ne ramasse, par contre, pas un seul Crustacé pélagique à la surface.



6° Les migrations journalières des Crustacés de haut ac paraissent, suivant le D<sup>r</sup> Forel, exiger une grande amplitude du bassin ; mais, suivant le D<sup>r</sup> Pavési, la profondeur jouerait aussi un grand rôle dans ces dernières. Les lacs d'Albano, de Ghirla et Monate, très petits, mais assez profonds, contiennent des formes pélagiques-typiques, tandis que le petit lac de Biandronno, dont la profondeur n'est guère que de quelques mètres, en est complètement dépourvu.

Nouvelle série de recherches. 21 août 1878. Pêche au LAC DE VARESE : à 5, 8 et 12 mètres, récolte de *Leptodora hyalina*, en grand nombre et quelques *Daphnia galeata*.

18 septembre. Au LAC DE BIANDRONNO : pêche infructueuse. Au petit lac de MONATE, après une pluie orageuse, récolte de *Leptodora* et de plusieurs exemplaires de *Daphnia hyalina*.

20 septembre. Pêche dans les petits LACS DE GHIRLA et VAL GANNA (en présence de MM. les membres du « Congresso dei Naturalisti Italiani » alors réunis à Varese). Le filet ramasse, à 5 et 10 mètres, le *Leptodora*, le *Daphnia hyalina*, et le *Cyclops tenuicornis*.

27 avril 1879. Pêche au lac de TRASIMENO, de Borghetto aux îles, par un ciel sombre et un lac orageux. Récolte de *Syda brachyura*, *Cyclops brevicornis*, *C. serrulatus* et *Diaptomus Castor*, celui-ci par milliers d'exemplaires, (adultes des deux sexes, *Nauplius* à différents états et œufs).

24 mai. Pêche au LAC D'ALBANO (Castel Gandolfo), par des eaux tranquilles. Le filet récolte, au milieu du lac : à 5 et 15 mètres, quelques rares *Sida brachyura* et *Daphnia Pulex*, plusieurs *Cyclops serrulatus*, des *Atax*

*crassipes* et des *Diaptomus Castor* très abondants; à 20 et 30 mètres beaucoup de *Leptodora*. L'Hydrachnide *Atax crassipes*, par le fait qu'il se trouve aussi dans les flaques d'eau et que son corps est peu transparent, est considéré, par l'auteur, comme espèce accidentelle dans la faune pélagique, tout comme le *Piscicola geometra* et le *Vorticella Convallaria*, trouvés dans le lac de Genève par le Dr Forel.

D'après ces recherches, la faune pélagique italienne posséderait jusqu'ici plus de 10 espèces. On y remarque des espèces et même des genres nouveaux pour l'Italie. Dans l'énumération que l'auteur en fait, il distingue les espèces accidentelles des pélagiques proprement dites, et cite les ouvrages consultés pour la détermination, comme garantie de celle-ci.

Dans le troisième mémoire, le prof. Pavési résume les résultats de ses courses, très rapides, dans plusieurs lacs du Piémont et de la Lombardie, toujours dans le même but. Ces résultats sont d'une telle importance, qu'ils méritent bien d'être mis en regard des études faites par les explorateurs des lacs suisses, au nord des Alpes.

Onze lacs sont de nouveau explorés, depuis les petits lacs du Canavese et de la Brianza, jusqu'au lac de Garda et aux lacs Cusio et Eridio. Dans tous, le Dr Pavési récolta d'innombrables Entomostracés et toujours le typique *Leptodora*. Avec le *Leptodora*, c'est tantôt le *Daphnia hyalina* ou le *D. galeata*, tantôt le *Sida crystallina*, le plus souvent, le *Daphnella brachyura*, rarement le *Bythotrephes longimanus* et le *Bosmina longispina*, enfin fréquemment le *Diaptomus gracilis*, toutes espèces décidément pélagiques. Parfois, l'on trouve mêlées à

celles-ci d'autres espèces, qui ne sont pas précisément pélagiques, soit à cause de leur peu de transparence, soit par leur coloration brune; ainsi : l'*Atax crassipes*, parmi les Hydrachnides, le *Cypris ovum*, parmi les Ostracodes, et même quelques Protistes cilio-flagellés, trouvés dans les lacs de Candia, Viverone, Alserio, Endine, Idro. Les espèces en question sont peut-être de provenance côtière accidentelle.

Pêche, du 12 juin 1879, aux lacs de Candia et Viverone (ou d'Azeglio). Dans le LAC DE CANDIA, le filet ramasse : à 2, 3 et 5 mètres de profondeur, quelques *Cyclops minutus* et quelques exemplaires de *Bosmina longirostris*, celui-ci récolté pour la première fois. AU LAC DE VIVERONE, meilleure réussite; le filet ramène : à 5 mètres, des *Daphnella brachyura*, *Daphnia longispina* et *Daphnia galeata* en plusieurs exemplaires, un seul individu du *Bosmina longispina*, enfin des *Bosmina longirostris*, des *Leptodora hyalina*, des *Cyclops minutus* et des *Diaptomus gracilis* tous également communs. A 15, 20 et 30 mètres, les mêmes espèces; le *Bosmina longispina* est remplacé par le *B. longicornis*. Par contre, à 15 mètres, le *Leptodora* est très abondant (rare à 30 mètres); tandis que les *Daphnella* et *Daphnia* sont très communs, et que le *Diaptomus* se trouve par milliers d'exemplaires. Les *Bosmina longispina* et *B. longicornis* sont des espèces nouvelles pour l'Italie. Les Phycochromacées, surtout à 30 mètres, sont très largement représentées; l'alcool les colore en orangé, elles remplissent de globules les Entomostracés (le *Leptodora* excepté), qui par ce fait paraissent avoir une coloration rougeâtre. Ces Algues doivent sans doute servir de nourriture à ces petits Crustacés.

13 juin. Excursion aux lacs d'Orta et Mergozzo.

D'abord au LAC D'ORTA. A 5 mètres, pêche peu abondante, un *Pleurococcus* vert, et de nombreux groupes de globules rouge-grenat, dissimulant en partie les quelques Crustacés suivants : le *Daphnella brachyura*, plusieurs *Daphnia longispina* et *D. hyalina*, le *Bosmina longicornis* rare, les *Cyclops minutus* et *Diaptomus gracilis*, en plus grand nombre enfin quelques *Nauplius* de ces espèces. De 5 à 50 mètres, pêche extraordinairement abondante : à tel point, que le fond du filet est complètement recouvert par le mucilage produit par les Entomostracés. A 10 mètres : *Daphnia* et *Cyclops minutus* très abondants, *Daphnella* et *Bosmina*, dans la même proportion qu'à 5 mètres, plusieurs femelles de *Sida cristallina* (espèce nouvelle pour l'Italie), *Daphnia galeata* et *Cyclops tenuicornis*. A 20 mètres : le *Daphnia hyalina* en quantités innombrables, le *Daphnia Pulex*, aussi très abondant, le *Daphnia longispina* et le *Cyclops minutus*, enfin le *Diaptomus gracilis* rare. A 30 mètres : les *Daphnia longispina* et *hyalina* font la grande majorité des espèces pêchées ; les *Daphnella brachyura* et *Bosmina longicornis* ont disparu, en revanche, quelques rares exemplaires de *Leptodora hyalina*. A 50 mètres : quelques *Sida cristallina*, le *Daphnia longispina* en masses énormes, les *Daphnia galeata*, *Bosmina longirostris* et *Leptodora hyalina* rares, enfin les *Cyclops minutus* et *Diaptomus gracilis* communs.

Pêche au petit LAC DE MERGOZZO, avec des eaux très agitées. A 5 mètres, pas un seul crustacé. A 10 mètres récolte très abondante : le *Daphnella brachyura* rare, plusieurs *Daphnia longispina*, le *Bosmina longicornis* très communs, quelques exemplaires de *Leptodora hyalina*, le *Cyclops minutus* commun, le *Diaptomus gracilis* par milliers d'individus, avec beaucoup de formes larvaires de Cyclo-



pides. A 20 mètres : les *Daphnella* et *Leptodora* sont les espèces les plus abondantes; le *Daphnia longispina* se trouve en grand nombre, ainsi que le *Daphnia hyalina*. Le fond de la pêche est composé surtout par les *Diaptomus*, *Cyclops* et *Daphnia longispina*; on voit toujours les petites Algues rouges au milieu des Entomostracés. A 30 mètres: résultats identiques.

23 juin. Excursion aux lacs d'Endine (ou Spinone) et d'Iseo. AU LAC D'ENDINE, la pêche est faite à 11 heures du matin, par une température de 24° C., à 3 et 100 mètres. Le filet, dans ces conditions, rapporte: *Daphnella brachyura* commun, *Sida cristallina* un seul exemplaire, *Daphnia hyalina* et *D. quadrangula* en grand nombre, *Bosmina longirostris* et *Leptodora hyalina* communs, *Cyclops minutus* assez fréquent. Les *Daphnia hyalina* et *Leptodora* forment le fond de la pêche (*Daphnia quadrangula*, espèce nouvelle pour l'Italie). — AU LAC D'ISEO, la pêche se fait à 4 1/2 heures du soir et donne: à 5, 10 et 30 mètres, une récolte excessivement abondante; par contre, à 100 mètres, avec 19° C., la surface de l'eau étant à 23° C., la récolte est très pauvre. A 5 mètres: l'on trouve le *Daphnella brachyura* pas rare, un seul exemplaire du *Bythotrephes longimanus*, le *Leptodora hyalina* assez commun, le *Cyclops minutus* extrêmement abondant, et beaucoup de *Diaptomus gracilis*. A 15 mètres: les *Leptodora* et *Diaptomus* constituent le fond de la pêche; on trouve en outre l'*Atax crassipes*, le *Daphnella brachyura* rare, plusieurs *Daphnia Pulex* et *longispina*, un seul exemplaire de *Daphnia quadrangula*, le *Leptodora* commun, et plusieurs *Cyclops tenuicornis*. A 100 mètres: l'on rencontre encore le *Daphnella brachyura*, plusieurs *Daphnia longispina* et *Leptodora hyalina*, le *Cyclops minutus* rare, enfin, le *Diaptomus gracilis* commun.

25 juin. AU LAC D'IDRO, l'eau ayant à la surface 17° C. et à 50 mètres 14°,5 C., le filet rapporte : de 5 et 10 mètres, peu de Crustacés; à 30 et 50 mètres, pêches par contre très riches. La couche à *Leptodora* est à 15 mètres. C'est dans ce seul lac que le Dr Pavési a trouvé les *Daphnia magna* et *D. cristata*, espèces nouvelles pour l'Italie. A 5 mètres : l'on trouve les mêmes *Daphnia* communs, le *Leptodora hyalina* rare, beaucoup de *Cyclops minutus*, quelques *Cyclops tenuicornis*. A 10 mètres : les *Daphnia magna* et *D. cristata* très fréquents, les *Leptodora* et *Cyclops minutus*, dans la même proportion qu'à 5 mètres; à 30 mètres : le *Daphnia magna*, en quantité dominante et très abondant, les *Daphnia cristata* et la *Leptodora* rares, les *Cyclops* cités sont très communs; à 50 mètres, plus de *Leptodora*, le *Daphnia cristata* devient plus rare, les *D. magna* et *Cyclops minutus* sont innombrables.

Excursion au LAC DE GARDA, au milieu du golfe de Salò, en amont de l'île Lechi, dans la direction de Torri. Pêche interrompue, peu après son commencement, par un vent orageux, tellement fort, que le Dr Pavési est obligé de se replier sur Gardonne et de gagner, non sans peine, le rivage, après deux heures de roulis. A 5 mètres : pêche très pauvre, presque exclusivement le *Diaptomus gracilis*, avec glomerules d'Algues rouges-sombres, quelques rares *Daphnella brachyura* et *Leptodora hyalina*; à 30 mètres : les trois mêmes espèces dans les mêmes proportions, plus plusieurs exemplaires de *Daphnia galeata* et de *Cyclops minutus*, de *Bosmina longicornis* et un *Bythotrephes longimanus*. A 50 mètres : les mêmes espèces encore, le *Bythotrephes* excepté, le *Bosmina* en plus grand nombre, le tout au milieu d'Algues rouges très abondantes. Le *Bythotrephes* du lac de Garda a une seule paire de forts piquants, à la base du filet caudal.

Fait très curieux : les crustacés du lac de Garda, rapportés de 15 mètres et davantage, ne sont pas tout à fait incolores et transparents, mais légèrement bleuâtres. Ce n'est pas que la rétine conserve l'impression de la couleur des eaux, car le Dr Pavese assure que tout autre objet ne lui paraissait pas de cette couleur, et il voyait, en même temps, les *Leptodora* devenir opaques dans l'alcool. Il croit, probablement avec raison, à un fait de mimicrisme qu'il a, d'ailleurs, déjà observé dans certains Acalèphes marins.

26 juin. Dernière excursion en Brianza, le paradis terrestre de la Haute-Italie, où le paysage morainique se déploie en une série de collines charmantes et fertiles, couvertes d'une végétation luxuriante, véritables jardins des préalpes. Pêche très riche au petit LAC D'ANNONE (ou d'Oggionno). A 5 mètres : *Ataxcrassipes*, *Daphnella brachyura* et *Daphnia longispina* (abondants) ; *D. hyalina*, *D. quadrangula*, *Bosmina longicornis* et *Leptodora hyalina*, ces deux derniers communs, enfin, les *Cyclops tenuicornis* et *C. minutus* très fréquents ; à 10 mètres (l'eau est à 21°, tandis qu'elle est à 24° à la surface) : les mêmes espèces, moins le *Daphnella* ; en plus, toutefois, les *Bosmina longirostris* et *Cypris ovum* ; l'*Atax* en plus grand nombre, enfin les *Daphnia longispina* et *Cyclops minutus* assez abondants. Sur ce lac seul, le Dr Pavese a trouvé des *Cypris* dans la région pélagique. — A midi, traversée du LAC EUPILI, de Pusiano à Mojana. La température de la surface étant à 24°, le filet récolte : à 5 mètres, dans une eau à 22°, le *Daphnia longispina* en grande quantité, le *Bosmina longicornis* très commun ; le *Bosmina longirostris* et *Leptodora hyalina* en peu d'exemplaires, enfin, plusieurs *Cyclops tenuicornis* et *C. minutus*. A 10

mètres (température 21°,3 C.) : mêmes espèces ; le *Bosmina longicornis* plus rare.

Pêche au petit LAC D'ALSERIO, à 5 et 8 mètres, par des eaux à 20° et 19°,5 C., l'eau à la surface étant à 24°,5 C. Dans la première pêche, le filet rapporte quelques *Atax crassipes*, un seul individu de *Sida cristallina* et de *Cyclops coronatus*, quelques *Daphnella brachyura*, *Daphnia longispina* et *D. quadrangula*, plusieurs *Bosmina longirostris*, de très nombreux *Leptodora hyalina* et le *Cyclops minutus*, avec beaucoup de *Nauplius*, de Cyclopidés et de *Leptodora* ; ici on ne rencontre pas une seule algue colorant les crustacés. A 10 mètres : pas de différences notables dans la récolte ; en plus seulement le *Cyclops tenuicornis* et le *Leptodora* en telles masses, qu'ils doivent certainement former une couche dense dans ce lac. Le *Cyclops coronatus*, cité ci-dessus, n'a été récolté uniquement que dans ce lac.

Ces nouvelles recherches, tout en constatant de mieux en mieux l'existence d'une faune pélagique générale dans les lacs du Tessin et d'Italie, ont augmenté la faune italienne d'un contingent de 10 espèces ; les deux genres, *Bosmina* et *Sida*, seraient même nouveaux pour ce pays.

Le prof. Pavesi résume les résultats de toutes ses observations, poursuivies dans 21 lacs, principalement en Italie, dans deux tabelles que nous reproduisons à la fin de cette analyse. L'une de ces tabelles montre la distribution des espèces dans les lacs explorés ; les espèces y sont classées en *accidentelles dans la faune pélagique* et en *espèces pélagiques*, les premières étant au nombre de 2, les secondes, ou pélagiques bien définies, au nombre de 22 ; l'autre donne la topographie, l'altitude



au-dessus de la mer, les dimensions, la profondeur des lacs, voir même les profondeurs et amplitudes de ceux-ci, dans les points où les pêches ont été faites. A l'aide de ces deux tableaux, le zoologiste pourra faire d'intéressantes comparaisons sur la fréquence ou la rareté, aussi bien que sur la présence ou l'absence des différentes espèces, dans les diverses conditions des lacs explorés.

Le *Leptodora* vit à peu près partout (excepté dans les lacs de Candia, Biandronno et Trasimeno); les *Daphnella brachyura*, *Daphnia hyalina*, *D. galeata*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops minutus*, etc., sont très répandus; le *Sida cristallina*, *Daphnia quadrangula*, *Bosmina longispina* et *Bythotrephes* sont par contre peu répandus; enfin, les *Daphnia magna* et *D. cristallina* sont localisés dans le seul lac d'Idro.

Un fait très curieux consiste dans la véritable pauvreté de quelques lacs, en espèces pélagiques. Il suffit, pour s'en faire une idée, de comparer le petit lac de Candia au lac de Viverone. Ces lacs ayant été explorés le même jour, et avec les mêmes méthodes, le premier ne présentait presque aucune forme pélagique, tandis que le second en fournissait au contraire beaucoup. Le prof. Del Ponte note une différence aussi dans la flore algologique, mais en sens opposé. Cependant, ces lacs sont très voisins, de même origine géologique, et les oiseaux aquatiques, qui peuvent se transporter plusieurs fois par jour de l'un à l'autre, pourraient avec facilité, dans l'hypothèse du Dr Forel, les peupler également de crustacés pélagiques, par le transport des œufs d'hiver de ceux-ci. Toutefois, il y a une autre raison : le lac Viverone est triple du Candia et environ 5 fois plus profond.

D'autre part, une grande profondeur n'est pas tout à

fait nécessaire à l'existence des animaux pélagiques; ainsi ceux-ci pullulent dans les lacs de la Brianza et l'Endine, bien que ces derniers n'aient que 10 mètres de profondeur seulement. Le *Leptodora* doit, dans ces lacs, former une couche considérable. Cependant, la profondeur (les petits lacs du Varesino le prouvent) est plus propice que l'amplitude au développement des formes pélagiques, cela en favorisant leurs migrations journalières. Certaines formes vivent uniquement dans les lacs les plus profonds; ainsi le *Bythotrephes*, trouvé seulement dans les lac de Como, d'Iseo et de Garda.

L'auteur revient sur la question des limites batimétriques de la faune pélagique. D'habitude, le *Leptodora*, pendant le jour, se tient à environ 15 mètres de profondeur; au-dessus et au-dessous de cette couche, il est difficile de le trouver. Parfois, à 10 et 30 mètres, le *Leptodora* a presque disparu; d'autres fois on en trouve encore quelques exemplaires à 100 mètres (maximum de profondeur à laquelle le prof. Pavési a expérimenté). Dans les lacs moins profonds le *Leptodora* est commun à 5 mètres. Le *Daphnia cristata* du lac d'Idro est commun à 5 et 15 mètres, très rare à 50 mètres; par contre, le *Daphnia magna*, rare dans les premières couches d'eau, se trouve, en grande quantité, à 30 et 50 mètres.

L'état momentané de la surface des eaux et la transparence de celles-ci sont en relation intime avec les conditions de vie des crustacés pélagiques. Au lac de Garda et au Mergozzo, d'amplitude et profondeur très différentes, la pêche à 5 mètres, par des jours orageux, a été assez infructueuse. Évidemment les crustacés étant, à cette profondeur, encore impressionnés par l'agitation de la surface, ils s'enfoncent davantage à la recherche de couches plus calmes.

Le manque presque absolu de crustacés au lac de Garda, à 5 mètres, avant même que le vent ait soulevé des vagues, dépend aussi d'une cause plus générale et continue, la transparence des eaux. Au lac de Garda, à une profondeur de plus de 10 mètres, le Dr Pavési peut encore voir le filet, ce qui ne lui arriva jamais dans les autres lacs explorés. Cela confirme les opinions de MM. Weissmann et Forel, que ces animaux, pour éviter la lumière, s'enfoncent de jour dans la profondeur des eaux, et remontent, pendant la nuit, à la surface. Le Dr Pavési en a été convaincu de cette influence de la lumière par ses propres expériences; en effet, au lac de Garda, le filet ne ramassait des crustacés que dans une couche d'eau où l'influence de la lumière était de beaucoup diminuée.

Quant à l'influence de la température, le prof. Pavési la considère comme nulle ou inappréciable. Si Del Ponte peut expliquer la richesse plus grande de la faune algologique du lac de Candia, en comparaison de celle du Viverone, par la température plus élevée des eaux, il n'en est cependant pas de même pour la faune pélagique. Au lac d'Idro, la pêche est abondante à 50 mètres, dans une couche d'une température de 5° C. moindre que celle de la surface; au lac d'Annone la faune est très riche à 10 mètres, au sein d'une température différent de 3° C. d'avec celle de la surface.

Le prof. Pavési aborde ensuite la question scabreuse de l'origine de la faune pélagique, et il est bien placé pour le faire, après ses nombreuses explorations dans 21 lacs, tant du Tessin que d'Italie. Il reproduit d'abord l'hypothèse du prof. Forel, esquissée en 1874, puis hardiment proposée en 1876. Pour Forel, la faune pélagi-

que serait d'importation étrangère; les différents lacs seraient peuplés des mêmes crustacés pélagiques par les oiseaux, qui se chargeraient d'en transporter les œufs d'hiver. De même, M. Weissmann (*Thierleben im Bodensee*) admettait que les *Leptodora*, qui vivent dans le lac de Constance, provenaient, sous forme d'œufs, d'autres lacs où ils se seraient développés depuis un temps très ancien.

Cependant, suivant le D<sup>r</sup> Pavesi, la question ne serait pas encore résolue, comme on aurait pu le croire. En effet, dans une lettre au D<sup>r</sup> Pavesi, M. Weissmann déclare qu'il prouvera, dans un prochain mémoire, comment les *Bosmina* ne produisant pas d'œufs d'hiver, il est impossible d'expliquer la dispersion de ceux-ci, par le transport des œufs au moyen des oiseaux.

Si l'on admettait ce transport, il faudrait encore se demander depuis quel autre lac il pourrait se faire. L'hypothèse du prof. Forel serait peut-être admissible pour les lacs des hautes Alpes, ou pour les lacs cratériques. On sait, en effet, que le lac d'Albano a une faune pélagique qui n'est pas essentiellement différente de celle des lacs du reste de l'Europe et de l'Amérique du Nord, bien qu'il ait une origine très récente, sa formation remontant seulement à l'époque antrozoïque, peu avant la romaine. Peut-être y a-t-il pu y avoir ici importation. Il serait, en tous cas, très intéressant de vérifier si, au lac d'Alleghe dans le Bellunese, et celui de Cauria dans le Trentino, lacs dont l'origine est historique, il existe aussi une faune pélagique.

Mais le Trasimeno est un lac orographique, plus ancien que ceux de la Haute Italie; creusé dans les roches crétacées qui s'appuient aux jurassiennes, il offrirait, semble-t-il, toutes les conditions pour un centre de trans-



port. Cependant, le prof. Pavesi n'y a trouvé que des formes lacustres, qui ne sont pas exactement pélagiques, sans trace, ni du *Leptodora*, ni du *Bythotrephes*.

C'est précisément sur l'origine de ces deux formes que les difficultés se compliquent le plus. Les *Daphnia*, *Cyclops*, *Diaptomus*, etc. se trouvant aussi dans les étangs, fleuves et torrents, d'où ils peuvent remonter facilement dans les lacs, il serait possible qu'ils aient pu se modifier, en peu de temps, par adaptation à la vie de haut lac. Il en est tout autrement pour les *Leptodora* et *Bythotrephes*. La théorie de M. Forel, renvoyant d'un lac à l'autre le centre de dispersion, n'est pas complètement satisfaisante.

L'auteur se demande alors si ces formes, modifiées ou non, seraient des restes de formes marines. Les *Leptodora* et *Bythotrephes* sont de la famille des Polyphémides, qui renferme peu de genres, les *Evadne* et *Podon* entre autres. Le Dr Pavesi considère le *Bythotrephes* comme une forme lacustre de *Podon*, un *Podon* qui aurait perdu un des piquants terminaux du post-abdomen (c'est la seule différence entre les deux genres). Le *Leptodora* est très différent des autres Polyphémides; il est question d'en faire une famille (*Leptoridae* Sars.), ou une sous-famille (*Leptodorinae*, P.-E. Müller). M. Weissmann, dans ses études sur le *Leptodora hyalina*, touche à la philogenèse de cette espèce; il dit qu'il faut la chercher en partie dans l'ontogenèse, dans le *Nauplius*. Il la considère comme un *Ur-Daphnide*, l'une des formes les plus anciennes des Daphnides.

C'est un fait établi qu'une forme marine peut s'adapter à la vie d'eau douce. Les Esturgeons, les Lamproies marines, les Clupes remontent les fleuves, et ces derniers

arrivent même dans les lacs pour y déposer leurs œufs. Le *Lebias calaritana* et jusqu'à un Pleuronectide, le *Platessa Passer*, se trouvent aussi accidentellement dans les fleuves.

Mais, si les Cladocères arrivent dans les lacs, comment n'ont-ils pas disparus lors de l'invasion des anciens glaciers? Ici la géologie, en étudiant l'origine des lacs, doit prêter son puissant concours à la zoologie, sur la question de l'origine de la faune pélagique.

Les deux théories précitées s'appuyent mutuellement, comme nous le verrons. En 1865, le célèbre géologue, prof. A. Stoppani, formulait une théorie toute nouvelle sur l'origine des lacs de la Haute Italie. Cette théorie, développée plus tard dans le « *Corso di geologia* » de cet auteur, et surtout dans le brillant mémoire « *Il mar glaciale a' piedi delle Alpi* », est résumée par Stoppani, dans son ouvrage plus récent « *Geologia d'Italia*, » 1878. Suivant Stoppani, les principaux lacs de la Haute-Italie sont des *cluses*, des ruptures alpines, dues au soulèvement de la chaîne des Alpes, qui s'achevait dans l'époque tertiaire. Ces lacs étaient des fiords d'une mer pliocénique, lors de l'invasion des glaciers; en débouchant dans la mer, ces derniers devaient subir une ablation considérable sous l'influence de l'eau marine, qui pénétrait au loin, sous la glace (ce qui, au pôle, arrive encore de nos jours). Petit à petit les moraines barraient les cluses en aval, et celles-ci se changeaient en lacs. Telle serait l'origine des lacs d'Orta et Majeur, de Lugano <sup>1</sup>, de Como,

<sup>1</sup> On peut citer à l'appui de l'opinion que le lac de Lugano devrait son origine à une cluse, soit à une rupture des couches soulevées, l'observation de la structure des montagnes qui dessinent les gracieux rivages tout autour de celui-ci. Dans la branche de Por-

d'iseo, de Garda et de ceux d'Endino et d'Idro. Quant aux autres lacs explorés par le prof. Pavesi, ou ils ont été séparés des grandes cluses par des alluvions récentes de fleuves (lac de Mergozzo), et dans ce cas rien de plus facile que d'y trouver une faune pélagique identique, ou ce sont des lacs latéraux de barrage glaciaire (lacs de Varese, Biandronno, Monate et Comabbio, et le groupe des petits lacs de Brianza); ou, enfin, ce sont des lacs frontaux, occupant un amphithéâtre morainique terrestre et marin (lacs de Candia et Viverone).

Le prof. Pavesi pense, qu'alors que les fiords se changeaient en lacs et que la mer laissait des flaques en dedans de la ceinture morainique des glaciers, une faune marine a dû rester emprisonnée. Les espèces, ainsi isolées, ont dû : les unes s'éteindre, surtout les représentants les plus bas de la série zoologique, les autres s'adapter aux nouvelles conditions de vie et devenir lacustres. Ensuite, par différents moyens, la diffusion de ces

lezza, on remarque, sur les deux côtés, les mêmes couches jurassiques. Les têtes des couches affleurent du côté du lac et ont la même inclinaison du côté opposé; elles ont exactement l'apparence de couches soulevées et rompues au milieu. Entre le pied de S. Salvatore (Paradiso) et Castagnola, la correspondance des roches est établie par le micachiste; entre le pied du Salvatore (S. Martino) et le Cavallino, c'est la dolomie; entre Melide, Morcote et Bissone, le porphyre et le mélaphyre; entre Figino et Brusino, les mêmes roches; entre Carabbietta et Caslano, la dolomie. Toujours on observe une exacte correspondance et des relations identiques entre les différents terrains géologiques sur les deux côtes opposées. La même rupture se continue dans le Mendrisiotto, entre le M. Generoso et le Poncione d'Arzo. Des deux côtés de la vallée, le calcaire rouge ammonitique et le calcaire jurassique se correspondent exactement. A Capolago et près de Lugano (Paradiso) le lac est barré par des dépôts morainiques qui sont évidemment les restes d'anciennes moraines insinuées.

(*Note du Trad.*)

premières formes se serait opérée dans les lacs voisins, d'époque ou d'origine différentes. C'est ainsi que la chose se serait passée pour les lacs de Suisse, de Bavière et le Trasimeno, tous antérieurs à cette période géologique. La théorie du transport des œufs ou des larves n'exclut donc pas, mais, au contraire, complète cette nouvelle hypothèse.

L'hypothèse précédente jetterait, selon le prof. Pavesi, une lumière nouvelle sur la pauvreté des types marins de divers ordres et familles dans notre faune lacustre actuelle.

Notre auteur présente encore quelques considérations au sujet de la Norwège et de ses lacs. La Norwège est le pays classique des fiords marins, dont plusieurs sont, par les glaciers, transformés en lacs profonds, étroits, identiques aux lacs de la Haute Italie. La Norwège est aussi le pays classique de la faune pélagique lacustre. Si la ressemblance ou l'identité de cette faune pélagique, dans nos lacs et dans ceux de Scandinavie, est en faveur de l'opinion de MM. Forel et Weissmann, elle l'est encore plus pour l'hypothèse du D<sup>r</sup> Pavesi. Si le *Leptodora* est un « *Ur-Daphnide*, » c'est parce qu'il est une forme qui, ayant trouvé des conditions favorables de vie, a pu se transmettre jusqu'à l'époque actuelle, peut-être sans aucune modification appréciable.

Le prof. Pavesi offre son hypothèse à la discussion des zoologistes; une discussion sérieuse, sans idées préconçues, pourra seule amener à une solution définitive du problème.

En appendice, le D<sup>r</sup> Pavesi fait remarquer que ce n'est qu'après avoir lu ses travaux à « l'Instituto Lombardo, » qu'il a trouvé, dans un mémoire de G.-O. Sars, publié en



1866, que Loven et Sars ont eu les mêmes idées que lui sur l'origine de la faune pélagique, quoique se basant, il est vrai, sur d'autres faits. En Scandinavie, des espèces de Crustacés marins se sont parfaitement adaptés à la vie d'eau douce dans les lacs. Le *Mysis oculata* des bancs de sable de la mer vit aussi dans le lac Myösen. Löven, pour distinguer cette forme lacustre, l'appelle *relicta*. Dans le même lac, on a trouvé le *Gammarus loricatus*, Amphypode d'eau saumâtre. L'*Idotea Entomon*, Isopode de la Baltique, s'est également établi dans les lacs d'eau douce de Norwège.

Les lacs norwégiens sont des fiords marins barrés; leur faune pélagique est plus riche que celle des autres lacs explorés en Europe; des Crustacés certainement marins vivent dans leurs eaux. La coordination de ces faits permet une théorie qui devient plus forte encore, lorsqu'on l'applique à d'autres lacs dont l'origine peut être dite analogue.

Les résultats auxquels le prof. Pavési est arrivé dans ses recherches sont certainement du plus haut intérêt pour la zoologie. On peut les résumer comme suit :

1° La faune pélagique est constatée, pour la première fois, dans le Canton du Tessin et en Italie, dans 21 lacs différents.

2° La faune italienne est enrichie de bon nombre d'espèces et même de quelques genres nouveaux pour le pays.

3° Beaucoup de faits observés par d'autres zoologistes ont reçu une solide confirmation.

4° De nouveaux faits observés jettent une vive lumière sur la curieuse manière de vivre des Crustacés pélagiques

## ESPÈCES

LAC

Candia.

Viverone.

Orta.

Mergozzo.

## Accidentelles dans la faune pélagique.

Cl. Aracnides.

Ord. Acariens.

Fam. Igrobotides.

*Atax crassipes*, O. F. Müll. .... ..

Cl. Crustacés.

Ord. Ostracodes.

Fam. Cypridides.

*Cypris ovum*, Jur. .... ..

## Pélagiques.

Cl. Crustacés.

Ord. Cladocères.

Fam. Daphnides.

*Sida cristallina*, O.-F. Müll. .... ..*Daphnella brachyura*, Liév. .... ..*Daphnia Pulex*, Linné. .... ..» *magna*, Straus .... ..» *longispina*, Fisch. .... ..» *hyalina*, Leyd. .... ..» *cristata*, G. O. Sars .... ..» *galeata*, G. O. Sars. .... ..» *quadrangula*, Leyd. .... ..*Bosmina longirostris*, Müll. .... ..» *longispina*, Leyd. .... ..» *longicornis*, Schöedl. .... ..*Bythotrephes longimanus*, Leyd. .... ..*Leptodora hyalina*, Lilljeb. .... ..

Ord. Copepodes.

Fam. Cyclopides.

*Cyclops coronatus*, Claus .... ..» *serrulatus*, Fisch. .... ..» *tenuicornis*, Claus. .... ..» *brevicornis*, Claus .... ..» *minutus*, Claus .... ..

Fam. Calanides.

*Hetercope robusta*, G. O. Sars .... ..*Diaptomus castor*, Jur. .... ..» *gracilis*, G. O. Sars. .... ..

24

2

9

11

11



Tableau II.

LACS	PROVINCES	ALTITUDE au-dessus de la mer.	SURFACE	longueur. m	LARGEUR maximale. m	LARGEUR à l'endroit de la pêche.	Profondeur maximale.	Profondeur à l'endroit de la pêche.
Candia.....	Torino (Ivrea)	231 <sup>m</sup>	.....	2.500	1.000	maximale	10 <sup>m</sup> ?	6 <sup>m</sup>
Viverone (o d'Azeglio).....	»	372	.....	5.000	2.500	»	50 ?	40
Orta ( <i>Cusio</i> ).....	Novara	.....	.....	22.194	3.700	1.000 <sup>m</sup> env.	.....	.....
Mergozzo.....	Novara (Pallanza)	.....	.....	2.400	1.100	maximale	74	50-74
Maggiore ( <i>Verbano</i> ).....	Novara-Como	197	.....	64.600	9.500	4.000	375	300
Varese.....	Como	259	.....	8.800	1.818 moy.	maximale	26	14
Bandronno (o Bardello).....	Como (Varese)	237.35	600	.....	.....	.....	.....	1.50
Monate.....	»	263.49	2.080	.....	.....	.....	.....	maximale
Comabbio (o di Ternate o Varano).	Como-Milano	239.98	3.385	.....	.....	.....	16 (50?)	»
Ghirla.....	Como (Val Gauna)	455	<sup>1</sup> / <sub>10</sub> de lieu	.....	.....	.....	7.30 (15?)	»
Lugano ( <i>Ceresio</i> ).....	Como-Canton Ticino	271	48.000 <sup>m.c.</sup>	35.000	3.000	2000-3000	279	116-240
Como ( <i>Lario</i> ).....	Como	213	142.000	80.660	4.400	1.400	414	154-250
Alserio.....	Como (Brianza)	259.69	1.665	1.850	864	750	.....	10
Pusiano ( <i>Euphiti</i> ).....	»	259.19	6.720	3.456	2.160	2.000	15 ?	10 environ
Annone (o d'Oggionno).....	»	225.69	7.000	3.700	1.555	1.500	.....	maximale
Endine (o Spinone).....	Bergamo (Val Cavallina)	227	.....	5.443	691	600	10 ?	.....
Iseo ( <i>Sebino</i> ).....	Bergamo-Brescia	192	60.000	25.000	4.665	1900-3000	340	.....
Idro.....	Brescia (Val Sabbia)	378.65	14.000	9.600	1.900	1.380	122 (300)	maximale
Garda ( <i>Benaco</i> ).....	Brescia-Vérone	69.16	300.000	52.000	16.500	13.000	825	200 environ
Trasimeno.....	Perugia	258	.....	.....	.....	.....	8	maximale
Albano (o di Castel Gandolfo).....	Roma	293.47	9.131 (de circonf.)	.....	.....	maximale	340	»



ainsi que sur les conditions de leurs stations et de leurs migrations diurnes.

5° La philogénèse de la faune pélagique reçoit une nouvelle interprétation dans une hypothèse qui la considère comme d'origine marine. Cette hypothèse est appuyée par un grand nombre de faits, et confirme la théorie de Stoppani sur l'origine des lacs de la Haute-Italie, théorie qu'on peut dire désormais une vérité acquise en géologie.

Dans leur ensemble, les travaux du D<sup>r</sup> Pavési constituent certainement une des plus belles pages de l'histoire de la faune pélagique.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE

## PHYSIQUE

H.-F. WEBER. — RECHERCHES SUR LA CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE DES LIQUIDES (*Vierteljahrsschrift der Züricher naturforschenden Gesellschaft*, 1879, H. 2, 3 et 4).

Divers physiciens, M. Lundquist, M. Winkelmann, M. Beetz ont entrepris de mesurer la conductibilité calorifique des liquides, mais les résultats auxquels ils sont parvenus sont excessivement divergents, c'est ainsi que M. Lundquist assigne aux dissolutions salines une conductibilité plus faible que celle de l'eau, M. Winkelmann, au contraire, une conductibilité notablement plus forte; c'est ainsi aussi que M. Beetz trouve pour la glycérine une conductibilité presque double de celle que lui reconnaît M. Winkelmann. C'est cette grande discordance des résultats obtenus sur ce point qui a engagé M. Weber à en reprendre l'étude avec une méthode nouvelle.

Son procédé consiste essentiellement à opérer sur de minces lames liquides présentant seulement quelques millimètres d'épaisseur. Le liquide soumis à l'observation tient par capillarité entre deux disques de cuivre. Sur le disque inférieur qui présente 0,5<sup>cm</sup> d'épaisseur et 16<sup>cm</sup> de diamètre, sont disposés trois morceaux plan parallèles d'une substance mauvaise conductrice, de verre par exemple, ayant 2<sup>mm</sup>,3 de hauteur et 2 à 3<sup>mm</sup> de largeur. Sur ces trois supports repose le second disque de cuivre qui a 1 à 1<sup>cm</sup>,5 d'épaisseur le même rayon que le disque inférieur et qui est comme lui parfaitement plan parallèle.

A la partie supérieure de ce second disque est soudé un élément thermo-électrique dont l'autre soudure plonge dans la glace fondante et qui est relié à un galvanomètre. Le liquide à étudier est introduit entre les deux disques jusqu'à former un ménisque convexe faisant saillie sur leurs bords et qui se transforme ensuite par refroidissement en un

ménisque concave. Les liquides volatils sont enfermés dans un anneau en verre enveloppant la lame cylindrique.

L'appareil ainsi monté est ensuite soumis à la température constante de la chambre un temps assez long pour prendre cette température dans toutes ses parties, puis transporté sur une plaque de glace présentant une surface parfaitement plane et bien horizontale. Il est alors abandonné au refroidissement après avoir été recouvert d'une cloche en cuivre mince amenée à 0°. Le disque inférieur arrive lui-même très vite à 0° et à partir de ce moment la chaleur se transmet par conductibilité, à travers le liquide, du disque supérieur au disque inférieur. Le refroidissement du disque supérieur indiqué par le galvanomètre donne la mesure de la conductibilité du liquide. L'auteur pense avoir évité par cette disposition la principale cause d'erreur des recherches antérieures, les courants produits dans l'intérieur de la masse liquide.

L'expérience commence deux minutes après l'installation de l'appareil sur la plaque de glace, et à partir de ce moment on fait la lecture du galvanomètre à intervalles égaux toutes les 10 ou 20 secondes, suivant la plus ou moins grande conductibilité du liquide.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant dans lequel les liquides sont rangés dans l'ordre de leur conductibilité,  $k$  représentant le pouvoir conducteur,  $\rho$  la densité,  $c$  la chaleur spécifique du liquide.

	$k$	$\rho$	$c$	$\rho.c$	$\frac{k}{\rho.c}$
Eau.....	0.0745	1.000	1.000	1.000	0.0745
Dissolution de sulfate de cuivre..	0.0710	1.160	0.848	0.984	0.0722
Id. de sulfate de zinc I..	0.0711	1.134	0.861	0.976	0.0729
Id. de sulfate de zinc II..	0.0698	1.272	0.765	0.973	0.0721
Id. de sulfate de zinc III..	0.0691	1.362	0.706	0.962	0.0718
Id. de sel marin.....	0.0692	1.178	0.800	0.942	0.0735
Glycérine.....	0.0402	1.220	0.605	0.738	0.0545
Alcool.....	0.0292	0.795	0.566	0.450	0.0649
Sulfure de carbone.....	0.0250	1.271	0.254	0.325	0.0769
Ether.....	0.0243	0.728	0.520	0.378	0.0643
Huile d'olive.....	0.0235	0.911	0.471	0.429	0.0548
Chloroforme.....	0.0220	1.485	0.233	0.346	0.0636
Huile de citron.....	0.0210	0.818	0.438	0.358	0.0587
Benzine.....	0.0200	0.701	0.381	0.270	0.0741

Il montre que le pouvoir conducteur est étroitement lié à

la chaleur spécifique de l'unité de volume,  $\rho c$  et qu'il lui est presque proportionnel, le rapport  $\frac{k}{\rho c}$  ne variant que très peu. L'auteur attache une grande importance à ce fait pour la théorie de l'état d'aggrégation des liquides, car il en résulte que le frottement intérieur et les autres propriétés des liquides n'exercent ici qu'une influence secondaire.

L'on voit par le tableau que l'eau est le plus conducteur des liquides soumis à l'expérience et que les dissolutions salines aqueuses ont une conductibilité très peu inférieure à celle de l'eau.

Ces expériences qui ont porté sur des températures variant chaque fois de 10 degrés environ, par suite du refroidissement graduel du liquide, ont montré en outre que pour tous les liquides étudiés, la conductibilité augmente notablement avec la température. Il en est de même du mercure que l'auteur a aussi soumis à l'expérience, seulement pour ce métal  $\frac{k}{\rho c} = 2,00$ , c'est-à-dire 30 fois environ sa valeur pour les liquides non métalliques. L'auteur tire de là des considérations sur le mode absolument différent suivant lequel la chaleur se transmet dans les liquides métalliques et non métalliques et sur l'analogie existant entre les conductibilités électrique et calorifique des métaux. Il poursuit du reste ce sujet, ainsi que l'application de sa méthode aux solides et aux gaz et nous aurons l'occasion d'y revenir avec lui.

---

ROGER CHAVANNES. — RECHERCHES SUR LES CONDENSATEURS CHANTANTS. (*Bull. Soc. Vaud. sc. nat.*, XVI, p. 244.)

Il y a fort longtemps qu'on aurait dû découvrir les sons fournis par les condensateurs, car M. du Moncel a déjà remarqué, il y a une vingtaine d'années, des sons que fournissaient la bobine de *Ruhmkorff* et qui *s'éteignaient par la fermeture du circuit induit*. Il les avait attribués, sans approfondir autrement la question, à l'aimant, tandis que c'est le condensateur de l'appareil qui les fournissait. C'est M. Varley qui a, je crois, employé le premier la propriété des condensateurs d'émettre



des sons par le fait de leur charge ou décharge. MM. Pollard et Garnier en ont fait une jolie application à la transmission des sons.

La question de savoir si le son provenait ou non des attractions a été discutée. M. du Moncel tend à admettre que le phénomène n'est dû qu'à « une modification dans l'état de l'équilibre électrique » et il rapporte au même ordre de faits les sons rendus par l'aimantation et la désaimantation. Sans vouloir entrer dans la discussion de ce dernier point, je tiens à citer quelques expériences qui, je crois, démontrent que la production du son dans les condensateurs provient uniquement des attractions des feuillets métalliques.

J'ai reconnu en effet qu'il faut en tout cas une charge d'électricité *statique* pour que l'appareil émette un son. Si l'on admettait l'idée de M. du Moncel, on devrait percevoir des sons par les courants ondulatoires qui créent justement des *modifications dans l'état électrique*. Mais il n'en est rien, quelle que soit l'intensité de ces courants ondulatoires. Il faut, en tout cas, soit des courants *intermittents*, soit des courants d'*impulsion*, c'est-à-dire ceux qui fournissent par l'induction les phénomènes d'électricité statique.

Il est vrai que la pression exercée par un poids posé sur l'instrument n'annule pas le son, mais ce que M. du Moncel oublie, c'est que ce n'est que jusqu'à une certaine limite, car une très grande pression fait éteindre presque complètement le son. Un poids faible l'augmente quelquefois, mais par le fait qu'il rapproche les feuillets.

Au reste, si l'on prend comme armature du condensateur une feuille isolée et qu'on en tire des étincelles, la feuille est fortement attirée ; son mouvement est *très apparent*.

Je ne veux pas m'étendre ici sur un phénomène sans importance pratique. J'indiquerai seulement les résultats les plus importants de mes expériences.

Pour les bobines d'induction à *fil fin*, on mettra avantageusement plusieurs appareils disposés en tension et chacun de petite dimension. Pour une bobine à fil gros, il est préférable de prendre un seul appareil à grande surface.

Ce sont les deux feuillets externes qui jouent le principal rôle dans la production du son, par le fait qu'ils ne sont atti-

rés que d'un côté. Pour réaliser partout cette condition, il suffit de placer les feuillets de telle sorte qu'une feuille quelconque soit toujours entre une de même nom et une de nom contraire.

Le son rendu par l'appareil est alors un peu plus intense, toutes choses égales d'ailleurs, et en outre il a *changé*. En effet, chose curieuse, l'instrument ne *rend pas le même son* que le trembleur qui le fait marcher. Il y a souvent une différence de deux ou trois *tons*.

Le son du condensateur m'a permis de découvrir une réaction du courant induit sur l'extra-courant qui est annulé quand le circuit induit est fermé. Ainsi les spires de fils isolés peuvent jouer le même rôle que les diaphragmes de cuivre employés pour la graduation de l'extra-courant. La connaissance de ce fait peut ne pas être inutile aux médecins qui emploient l'extra-courant des bobines de Dubois-Reymond.

J'ai construit dernièrement un condensateur qui m'a donné des résultats remarquables. Il est formé de feuillets très minces d'étain de quelques centimètres de surface, séparés par des feuilles de papier à lettres. Le tout est tendu entre la boîte et le couvercle d'un téléphone à main ordinaire dont on a enlevé les organes électriques. Ainsi construit, cet instrument est le plus délicat électroscope statique qu'on puisse voir. Il est pour les étincelles ce que le téléphone est pour les courants, et rend les sons les plus forts que j'aie entendus par les courants interrompus des chanteurs.

Le chant rendu par ces appareils est doué de peu d'harmonie; il ressemble fort à celui des classiques mirlitons; mais, avec des bobines d'induction assez fortes, on peut faire entendre un chant dans une salle de grande étendue, ce qui est un avantage marqué sur les autres moyens de transmission du son.

---

## CHIMIE.

JEAN DE MOLLINS. — NOTE SUR UN NOUVEAU MODE DE GÉNÉRATION DE L'AMMONIAQUE. (*Bull. Soc. Vaud. sc. nat.*, XVI, 435.)

De nombreux chimistes ont décrit la formation de l'am-

moniaque par l'action de divers agents réducteurs sur les nitrates; plusieurs d'entre eux ont considéré la question au point de vue du dosage de l'acide nitrique.

E.-A. Grete<sup>1</sup> a fait dernièrement des essais au laboratoire agronomique de Zurich en employant comme agent de réduction l'hydrogène sulfuré à l'état naissant; par la calcination d'un mélange de salpêtre, de xanthate de potassium et de chaux sodée, M. Grete trouva une quantité d'ammoniaque correspondant à 13,85 % d'azote dans le nitrate de potassium.

A la lecture du travail de M. Grete, il nous vint l'idée de remplacer le xanthate de potassium par un mélange de soufre et de chaux hydratée<sup>2</sup>.

Voici nos essais :

On introduit dans un tube fermé à l'une de ses extrémités un mélange de 1 gr. nitrate de potassium, 2 gr. fleur de soufre, et 10 gr. chaux éteinte en poudre impalpable; on ajoute ensuite 8 à 10 cm. de chaux sodée, puis enfin, un petit tampon d'amiante; le tube, enveloppé de clinquant, est placé sur une grille et mis en communication avec un tube à boules de Will contenant de l'eau distillée; pour éviter qu'il n'y ait absorption subite de la vapeur d'eau dans l'appareil, nous plaçons, à l'extrémité libre du tube à boules, une petite soupape de Bunsen; elle permet à l'air de sortir, tout en empêchant la pression atmosphérique d'agir sur le liquide.

La chaux sodée fut d'abord portée au rouge sombre, puis nous chauffâmes avec précaution le mélange contenant le salpêtre; il se dégagait une quantité notable d'ammoniaque qui fut absorbée par l'eau du tube de Will.

Nous nous assurâmes que la solution ammoniacale ainsi préparée ne contenait ni acide sulfureux, ni acide sulfhydrique: elle ne donnait pas de précipité par le chlorure de ba-

<sup>1</sup> *Berichte der deutschen chem. Gesellschaft*, 1878, 1557; *Archives*, III<sup>e</sup> pér., 1879, I, 582.

<sup>2</sup> Nous avons décrit, il y a quelques années, l'action du soufre sur la chaux hydratée: en chauffant un mélange de ces corps, on obtient, de 130 à 270°, une grande quantité d'hydrogène sulfuré; si l'on élève la température jusqu'au rouge sombre, il se produit de l'acide sulfureux (Voir *Bulletin de la Soc. vaud.*, 1873).

ryum après adjonction préalable d'acide nitrique; elle ne donnait pas non plus de précipité brun avec un sel de plomb.

Il était intéressant d'étudier cette formation d'ammoniaque au point de vue du dosage de l'azote nitrique. Le mélange de chaux éteinte et de soufre ne serait-il pas, en effet, plus simple à préparer que le xantate de potassium proposé par M. Grete ?

Deux essais préliminaires nous ayant donné des résultats concordants, nous les décrirons ici, tout en nous réservant le droit de poursuivre ce travail dans le but d'atteindre une plus grande exactitude. Nous avons un nitrate présentant la composition suivante :

Nitrate de potassium.....	98.74 %
Chlorure de potassium.....	1.26
	<hr/>
	100.00
Azote calculé par différence...	13.66 %

Un tube à dosage d'azote fut chargé comme suit : 1 gr. d'acide oxalique, 6 à 7 cm. de chaux sodée, 5 cm. d'un mélange de 0 gr. 5 de nitrate de potassium, 1 gr. de soufre et 5 gr. de chaux éteinte, puis enfin 8 à 10 cm. de chaux sodée, et un tampon d'amiante. Le tube de Will contient de l'acide sulfurique normal.

Nous chauffâmes comme nous l'avons indiqué précédemment, et nous obtînmes les résultats suivants :

1 <sup>er</sup> essai d'azote.....	13.23 %
2 <sup>o</sup> " " .....	13.42 "

Le 2<sup>m</sup> chiffre 13.42 se rapproche suffisamment du chiffre théorique 13.66 pour qu'il vaille la peine de poursuivre nos essais dans cette direction.

La production d'ammoniaque dont nous venons de donner un aperçu nous semble mériter, à différents points de vue, une étude approfondie.

#### 1<sup>o</sup> Formation d'ammoniaque.

Il serait facile de faire cette expérience dans un cours de chimie; l'appareil est simple et fonctionne avec facilité.

#### 2<sup>o</sup> Dosage de l'azote nitrique.



Il faudrait atteindre une exactitude rigoureuse, et rendre cette méthode applicable aux dosages d'azote dans les engrais contenant des matières albuminoïdes à côté des nitrates; il faudrait pour cela fixer quel doit être le minimum d'hydratation de la chaux, un excès d'eau entravant l'action de la chaux sodée sur les matières organiques azotées.

3° Propriétés réductrices énergiques du mélange de chaux hydratée et de soufre.

4° Préparation industrielle de l'ammoniaque, et transformation des sulfures alcalins obtenus en carbonates.

Ce procédé serait peut-être applicable dans des pays ultra-océaniques où les sels ammoniacaux sont rares, mais où les nitrates sont très abondants.

---

R. BINDSCHIEDLER. — SAFRANINE. (*Berichte*, XIII, 207, Bâle.)

Le meilleur moyen de l'obtenir consiste à oxyder un mélange d'une molécule de chlorhydrate de paradiamidotoluène et de 2 molécules de chlorhydrate d'ortho- ou de paratoluidine. Si au lieu de prendre de la toluidine on prend de l'aniline, on obtient un homologue de la safranine. Cette réaction est générale et on obtient d'autres matières colorantes analogues, ainsi, en oxydant un mélange de chlorhydrate d'aniline et de diméthylphénylènediamine, ou un mélange de diméthylphénylènediamine et de diméthylaniline en présence de chlorure de zinc.

---

J. ROSICKI. — ISOSUCCINÉINE DE LA RÉSORCINE. (*Berichte*, XIII, 208, Zurich.)

L'isosuccinéine s'obtient en chauffant avec de l'acide sulfurique concentré, 2 molécules de résorcine et 1 molécule d'acide isosuccinique. Elle a pour formule  $C_{16}H_{12}O_5$ , elle se décompose vers  $270^\circ$ , se dissout dans l'alcool avec une couleur rouge et une belle fluorescence verte. L'acide isosuccinique avait été préparé au moyen de l'acide propionique qui fut transformé en acide  $\alpha$  monobromé et celui-ci par le cyanure de potassium en acide cyanpropionique, et enfin le cyanure en acide isosuccinique; le rendement est de 50 % de l'acide propionique employé.

---

M. NENCKI. — FORMULE EMPIRIQUE DU SKATOL. (*Journ. f. pr. Chemie*, 20, 466. Berne.)

La formule du skatol est  $C_9G_9N$ . Celle de sa combinaison picrique  $C_9H_9N$ .  $C_6H_2(NO_2)_3OH$ . On peut donc le regarder comme un dérivé méthylé de l'indol, et l'homologie est encore accusée par le fait que le blanc d'œuf donne en se décomposant du phénol et les cresols ortho et para.

M. NENCKI ET F. SCHAFFER. — COMPOSITION CHIMIQUE DES BACTÉRIES PROVOQUANT LA PUTRÉFACTION. (*Journ. f. pr. Chemie*, 20, 443. Berne.)

Ces recherches ont été entreprises pour se rendre compte si les bactéries renfermaient plus d'azote que les zooglœa (mycoderma de Pasteur). Les résultats ne confirment pas cette hypothèse :

	Zooglœa.	Zooglœa mélangés de bactéries.	bactéries adultes.
Eau. ....	84.81	84.26	83.42
Matières grasses dont la substance sèche. ....	7.89	6.44	6.04
Cendres .....	4.56	3.25	5.03
Composition chimique de la substance organique sans la graisse ni les cendres.....	C. —	53.07	53.82
	N. —	7.79	7.76
	H. 14.34	13.82	14.02

Les auteurs appellent mycoprotéine la substance albuminoïde qui forme la plus grande partie des bactéries; elle ne varie pas de composition suivant le milieu où les bactéries ont vécu; la moyenne des analyses donne pour cette substance C 52.32 H 7.55 N 14.75, soit la formule empirique  $C_{25}H_{42}N_6O_9$ ; elle ne renferme ni soufre ni phosphore et dévie la lumière polarisée à gauche.

Si on fructifie une dissolution de mucate d'ammoniaque additionnée de quelques sels inorganiques, avec une trace de bactérie, au bout de quatre semaines 250 gr. de mucate sont complètement décomposés et transformés en  $CO_2$  avec

un peu de pyrrol et d'acide butyrique, 5 % ont été transformés en mycoprotéine.

---

V. MERZ et J. TIBIRIÇA. — PRODUCTION EN GRAND DE L'ACIDE FORMIQUE PAR SYNTHÈSE. (*Berichte* de Berlin, XIII, 23. Zurich.)

Les résultats de ces recherches sont :

L'oxyde de carbone est absorbé par les alcalis caustiques à une température d'environ 200°, et transformé en acide formique.

Il faut employer comme alcali caustique de la chaux sodée bien poreuse; l'oxyde de carbone doit être humide et la température ne doit pas être supérieure à 220°.

Au-dessus de 220°, le formiate se décompose en donnant du carbonate et de l'hydrogène libre. Si l'on emploie de la potasse mélangée à de la chaux, cette décomposition a déjà lieu au-dessous de 220°.

Cette méthode peut être employée industriellement, et permettra peut-être d'obtenir l'acide formique à assez bon marché pour qu'il puisse remplacer l'acide acétique dans quelques-unes de ses applications, ou le phénol comme antiseptique.

---

C. GRÆBE et W. KNECHT. — SYNTHÈSE DU PHÉNYLNAPHTHYLCARBAZOL. (*Berichte*, XII, 2242. Genève.)

En faisant passer des vapeurs de la  $\beta$  phénylnaphtylamine au travers d'un tube chauffé au rouge, les auteurs ont obtenu du carbazol  $C_{16}H_{11}N$ . L' $\alpha$  phénylnaphtylamine, traitée de même, donne d'autres produits qui seront étudiés plus tard, mais pas de carbazol.

---

## ZOOLOGIE

ÉDOUARD BUGNION. — DESCRIPTION DE QUELQUES ALEVINS DE TRUITE MONSTRUEUX. (*Bull. Soc. Vaud. sc. nat.*, XVI, 463.)

Les petits monstres qui font l'objet de cette notice proviennent de la station de pisciculture de l'Aubonne. Je les ai trouvés dans les auges à incubation, le 10 mars 1879, lors d'une visite faite à cet intéressant établissement en compagnie de MM. Goll et Chatelanat.

Un premier type était représenté par des *jumeaux* régulièrement formés, mais unis par une vésicule ombilicale unique. Ces deux sujets ont 20 et 21 millimètres de longueur ; ils sont placés de manière que leurs faces abdominales se trouvent vis-à-vis l'une de l'autre et séparées seulement par la vésicule ombilicale. Si ces jumeaux avaient vécu, ils auraient fini par s'unir par les parois du ventre, après la résorption de la vésicule, à la manière des *frères Siamois*, et auraient probablement conservé quelques connexions entre leurs viscères abdominaux. Bien que intimement soudés, ces deux poissons nageaient d'un parfait accord et presque aussi vite que des alevins normaux, l'un sur le côté droit, l'autre sur le côté gauche. D'autres fois l'un des deux se tenait au-dessus et paraissait nager seul. Si on les inquiétait, l'un tirait d'un côté, l'autre de l'autre, et les mouvements devenaient désordonnés.

Les *alevins à deux têtes* étaient au nombre de trois. L'un d'eux était encore vivant quand je le présentai à la séance du 19 mars. Le petit poisson, régulièrement formé dans sa portion caudale, devient double à partir de la moitié du tronc. On voit très bien par transparence le point où la moelle épinière se bifurque et l'on remarque à cet endroit une dépression des téguments qui correspond probablement à l'interruption des arcs vertébraux. Il y a une vésicule ombilicale unique et deux cœurs distincts, mais juxtaposés, que l'on voit battre à l'œil nu. Un second sujet a ceci de particulier que la tête droite est beaucoup plus petite que la tête gauche et que les yeux de la première sont atrophiés. *Lereboullet* a décrit



des alevins de brochet, chez lesquels l'une des têtes était réduite à un petit tubercule accolé au corps principal.

Outre les monstruosité proprement dites, nous avons observé un grand nombre d'*alevins tordus en spirale*. Incapables de nager, ils se tenaient immobiles sur le gravier, au fond de l'auge d'incubation. Ce sont les premiers qui moururent ensuite du transport. Tous étaient encore munis de leur vésicule ombilicale. La spirale est à droite chez les uns, à gauche chez les autres; d'autres fois, la queue est roulée sous l'abdomen, autour de la vésicule. Cette torsion singulière paraît résulter d'une contraction anormale des muscles latéraux.

Enfin, d'autres sujets sont courbés en forme de *S* ou présentent d'autres inflexions pathologiques de la colonne vertébrale. L'un d'eux, encore vivant, porte la tête infléchie endessous du corps, il est atteint d'une sorte de *kyphose*. Ensuite de cette difformité, cet alevin ne peut se mouvoir autrement qu'en tournoyant sur lui-même et décrit constamment un cercle autour de sa tête.

Ces alevins anormaux se trouvaient au milieu de 300,000 petits poissons bien portants et prêts à être jetés à la rivière.

Les poissons monstrueux sont plus fréquents dans les établissements de pisciculture que dans la nature et il est probable que c'est la *fécondation artificielle* qui est cause de ce désordre, au moins pour ce qui concerne les monstres doubles.

Les *monstruosité simples* s'expliquent assez facilement; on peut les rapporter pour la plupart à un arrêt de développement. M. Dareste a réussi à en produire artificiellement un grand nombre chez le poulet, en chauffant les œufs plus fortement d'un côté que de l'autre dans l'appareil à incubation<sup>1</sup>.

Les *monstruosité doubles*, au contraire, qu'on admette la scission d'un germe unique (théorie de l'unité primitive du germe), ou bien la fusion partielle de deux germes d'abord distincts (théorie de la dualité), sont encore très difficiles à expliquer. C'est en vain que l'Académie des sciences de Paris

<sup>1</sup> Dareste, *Recherches sur la production artificielle des monstruosité*, page 81. Paris, 1877.

mit cette question au concours en 1863. Lereboullet, qui essaya de la résoudre et de produire artificiellement des monstres doubles, déclare, après un grand nombre d'expériences sur le brochet, que les agents extérieurs n'ont aucune influence sur la production des monstres doubles et que la cause de ces anomalies pourrait bien être inhérente à la constitution primitive de l'œuf <sup>1</sup>.

Ce résultat négatif est dû probablement à ce que Lereboullet a négligé presque entièrement de s'occuper de la fécondation, le plus important de tous les agents extérieurs qui influencent le développement de l'œuf. M. Fol, de Genève, a fait voir dans un travail récent sur le développement des oursins et des astéries <sup>2</sup> que la pénétration de plusieurs zoospermes dans le vitellus (fait anormal provenant, suivant l'auteur, de ce que l'œuf est trop mûr ou altéré, de manière à ne pouvoir pas former régulièrement sa membrane vitelline) entraîne la formation de plusieurs centres de segmentation et que cette fécondation anormale pourrait bien être la cause première des monstruosité doubles ou multiples.

Des expériences de ce genre n'ont pas encore été tentées chez les poissons, mais s'il est vrai que le degré de maturité de l'œuf, au moment où il est saisi par la fécondation, joue un rôle si essentiel, il est clair que le procédé mis en usage par les pisciculteurs doit donner lieu fort souvent à des anomalies semblables à celles qui ont été constatées par M. Fol chez les oursins et les étoiles-de-mer.

Il y a là une question bien intéressante à résoudre et les établissements de pisciculture pourraient fournir, croyons-nous, de précieux matériaux aux physiologistes désireux de l'aborder.

<sup>1</sup> *Ann. d. Sc. nat.* 5<sup>me</sup> série, I, 1864, p. 320.

<sup>2</sup> *Comptes rendus de l'Acad. d. Sc.* Février 1877. — *Actes de la Société helv. d. Sc. nat.* 60<sup>me</sup> session. Bex, 1877, p. 165. — *Archives*, 1877, tome LX, p. 337.

---

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1880

- 
- Le 1<sup>or</sup>, brouillard et pluie une partie de la journée.  
 2, brouillard tout le jour.  
 3, id.  
 4, brouillard le matin.  
 6, brouillard tout le jour.  
 7, id.  
 8, id.  
 9, id.  
 10, brouillard le matin ; assez forte bise l'après-midi.  
 13, brouillard tout le jour.  
 14, id. ; neige l'après-midi et le soir ; hauteur de la couche tombée  
 4<sup>cm</sup>,3.  
 17, neige pendant une assez grande partie de la journée, mais peu abondante ;  
 hauteur de la couche tombée 4<sup>cm</sup>,0.  
 18, neige dans la matinée ; hauteur de la couche 3<sup>cm</sup>,5.  
 19, forte bise tout le jour, surtout le soir et dans la nuit suivante.  
 20, forte bise dans la matinée.  
 21, brouillard le matin.  
 22, brouillard pendant une ou deux heures de la matinée.  
 25, brouillard une partie du jour.

du 26 au 31, brouillard intense accompagné d'un dépôt abondant de givre.

Bien que très froid, le mois de janvier 1880 ne présente pas une anomalie aussi exceptionnelle que le mois de décembre ; la température moyenne a été de  $-3^{\circ},73$ , c'est-à-dire de  $3^{\circ},65$  au-dessous de la valeur normale déduite des 50 années 1826-75, tandis que pour le mois de décembre l'écart avait été de  $-6^{\circ},88$ . L'on trouve depuis l'année 1826 quatre mois de janvier plus froids que celui de cette année, savoir : en 1826,  $-5^{\circ},14$  ; en 1830,  $-6^{\circ},13$  ; en 1838,  $-5^{\circ},46$ , et en 1848,  $-4^{\circ},23$ . De même que dans le mois précédent, c'est la persistance du froid qui est à signaler, car le thermomètre ne s'est pas abaissé à des températures très basses, les degrés extrêmes accusés pour le minimum étant de  $-11^{\circ},8$ ,  $-12^{\circ},2$ ,  $-10^{\circ},4$ , les 21, 22 et 23. Si l'on compare pour ce mois la température de Genève et celle du Grand Saint-Bernard, on trouve un décroissement avec la hauteur notablement

plus lent que de coutume, mais sans rencontrer des anomalies aussi frappantes qu'au mois de décembre. La température moyenne du mois de janvier a été de  $-8^{\circ},22$  au Saint-Bernard, soit de  $0^{\circ},82$  plus élevée que de coutume ; la différence de température entre les deux stations a donc été de  $4^{\circ},49$ , tandis que la différence normale est de  $8^{\circ},96$ . Il y a eu un seul jour dans ce mois, le 9, où la température des vingt-quatre heures a été plus élevée au Saint-Bernard qu'à Genève, et d'une petite quantité seulement de  $0^{\circ},17$ , mais pour un assez grand nombre de jours la température de Genève ne dépassait celle du Saint-Bernard que d'une fraction de degré, ou de 1 à 2 degrés ; par contre, la différence s'est élevée à plus de  $15^{\circ}$  le 16.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 3 à 10 h. matin . . . . .	740,03	Le 4 à 8 h. soir . . . . .	736,77
7 à 10 h. matin . . . . .	741,28	9 à 8 h. soir . . . . .	735,92
13 à 10 h. matin . . . . .	739,91	18 à 2 h. après midi . . . . .	723,50
21 à 10 h. matin . . . . .	738,07	23 à 6 h. matin . . . . .	729,98
24 à 10 h. matin . . . . .	734,79	25 à 4 h. après midi . . . . .	730,26
29 à 10 h. matin . . . . .	735,76	30 à 2 h. après midi . . . . .	734,29

---



Cours du mois.

Hauteur moy. des 24 h.

Écart avec la hauteur normale

Moyenne des 24 heures

Écart avec la temp. normale

Minimum

Maximum

Moy. des 24 h.

Écart avec la tension normale.

Moy. des 24 h.

Écart avec la fraction norm.

Minimum

Maximum

Eau tomb. d. les 24 h.

Nomb. d'h.

Vent dominant.

SÉCULARITÉ MOYENNE

Midi.

Écart avec la temp. normale.

Temp. du Rhône.

1	735,93	+	3,88	4,06	+	2,8	+	6,4	5,76	+1,74	952	+	87	900	990	5,4	12	variable	0,81	0	—	1,6	102,1
2	738,06	+	0,10	0,11	+	1,2	+	2,8	4,48	+0,46	978	+	113	890	1000	...	...	variable	1,00	+	3,9	1,7	101,0
3	739,61	+	0,03	0,27	+	2,5	+	3,2	4,54	+0,52	983	+	148	930	1000	...	...	variable	1,00	+	3,8	1,4	102,2
4	738,21	+	0,17	0,09	+	2,4	+	1,2	4,19	+0,17	918	+	53	780	1000	...	...	NNE.	1,00	...	4,0	...	106,0
5	737,40	+	1,24	0,96	+	2,3	+	0,8	3,80	-0,22	908	+	43	880	920	...	...	ENE.	1,00	...	3,6	1,7	104,0
6	738,60	+	1,82	1,53	+	2,5	+	0,3	3,35	-0,48	896	+	31	850	940	...	...	ENE.	1,00	...	3,7	1,6	105,3
7	740,61	+	3,23	2,92	+	4,4	+	1,4	3,46	-0,57	958	+	93	930	980	...	...	E.	1,00	...	3,6	1,7	103,0
8	739,02	+	3,08	2,76	+	3,6	+	2,2	3,31	-0,72	918	+	53	840	960	...	...	E.	1,00	...	3,5	1,7	104,8
9	736,85	+	4,07	3,75	+	5,2	+	3,0	3,43	-0,91	937	+	72	900	980	...	...	E.	1,00	...	3,5	1,7	103,5
10	736,51	+	3,15	2,83	+	4,6	+	2,3	3,02	-1,02	840	+	24	740	890	...	...	NE.	1,00	...	3,5	1,7	104,9
11	738,06	+	2,46	2,14	+	3,8	+	1,3	3,16	-0,89	832	+	32	760	890	...	...	E.	1,00	...	...	...	102,0
12	738,63	+	2,84	2,52	+	3,3	+	1,7	3,02	-1,03	816	+	48	780	830	...	...	NE.	1,00	...	3,4	1,7	102,0
13	738,82	+	4,61	4,30	+	5,5	+	2,7	2,93	-1,13	913	+	50	870	970	...	...	ESE.	1,00	...	3,6	1,5	99,8
14	731,51	+	4,41	4,11	+	7,1	+	2,0	3,20	-0,87	959	+	96	870	990	...	...	variable	1,00	...	3,4	1,6	101,2
15	730,45	+	4,17	0,88	+	4,0	+	3,0	3,29	-0,78	790	+	63	660	1000	...	...	variable	0,83	...	3,7	1,3	99,1
16	728,95	+	3,62	3,35	+	8,8	+	4,1	2,79	-1,29	799	+	72	650	900	...	...	SE.	0,88	...	3,6	1,4	98,3
17	726,51	+	1,38	0,22	+	4,8	+	2,7	3,89	-0,20	888	+	27	700	980	...	...	variable	1,00	...	3,8	1,2	98,0
18	723,76	+	0,66	0,89	+	0,7	+	2,9	4,43	+0,33	914	+	53	720	990	...	...	N	0,99	...	...	...	100,0
19	728,79	+	5,41	5,21	+	7,4	+	0,1	2,46	-1,64	834	+	26	780	860	...	...	NNE.	0,96	...	...	...	100,0
20	736,45	+	8,64	8,46	+	9,7	+	7,2	1,96	-2,15	854	+	5	820	870	...	...	NE.	0,83	...	3,0	1,9	99,5
21	737,23	+	9,40	8,77	+	11,8	+	3,4	2,06	-2,06	866	+	28	800	940	...	...	variable	0,37	...	2,7	2,2	92,5
22	733,07	+	8,32	8,21	+	12,2	+	4,0	2,21	-1,92	904	+	46	800	980	...	...	SO.	0,74	...	2,7	2,2	97,5
23	731,32	+	3,53	6,08	+	10,4	+	3,7	2,44	-1,70	843	+	14	740	940	...	...	NE.	1,00	...	2,9	1,9	95,6
24	734,07	+	6,30	5,16	+	5,8	+	4,2	2,43	-1,72	810	+	46	760	860	...	...	NE.	1,00	...	2,7	2,1	93,9
25	731,36	+	3,62	6,64	+	8,4	+	4,7	2,42	-1,73	880	+	25	800	910	...	...	variable	0,94	...	...	...	92,0
26	731,91	+	4,20	6,89	+	7,5	+	5,0	2,54	-1,62	945	+	91	910	980	...	...	E.	1,00	...	2,5	2,3	90,3
27	733,38	+	5,70	7,63	+	8,5	+	5,9	2,49	-1,68	972	+	119	910	1000	...	...	ESE.	1,00	...	2,7	2,1	91,3
28	734,68	+	7,03	7,17	+	9,3	+	5,3	2,70	-1,48	998	+	147	990	1000	...	...	ENE.	1,00	...	2,6	2,2	88,6
29	735,05	+	7,44	4,80	+	7,3	+	2,6	3,30	-0,89	997	+	147	970	1000	...	...	variable	1,00	...	2,7	2,1	90,0
30	734,70	+	3,95	4,21	+	5,4	+	2,2	3,42	-0,78	999	+	150	990	1000	...	...	variable	1,00	...	2,4	2,4	89,7
31	736,19	+	4,69	5,01	+	6,3	+	3,0	3,22	-0,99	996	+	148	990	1000	...	...	S.	1,00	...	2,4	2,4	87,0

## MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1880.

6 h. m. 8 h. m. 10 h. m. Midi. 2 h. s. 4 h. s. 6 h. s. 8 h. s. 10 h. s.

**Baromètre.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	737,98	738,21	738,62	738,34	737,81	737,69	737,88	738,04	738,16
2 <sup>e</sup> »	732,03	732,25	732,65	732,32	731,86	732,00	732,23	732,37	732,59
3 <sup>e</sup> »	734,00	734,31	734,58	734,21	733,46	733,33	733,44	733,98	734,18
Mois	734,65	734,90	735,26	734,93	734,35	734,31	734,48	734,77	734,95

**Température.**

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1 <sup>re</sup> décade	1,81	1,83	1,32	0,68	0,43	0,56	0,84	1,19	1,54
2 <sup>e</sup> »	4,62	4,53	3,32	2,17	1,67	2,14	2,75	2,87	3,28
3 <sup>e</sup> »	7,66	7,55	6,38	5,36	4,65	4,87	5,81	6,07	6,34
Mois	4,79	4,74	3,76	2,83	2,33	2,60	3,22	3,47	3,81

**Tension de la vapeur.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	3,88	3,90	3,93	4,06	4,11	4,04	3,99	3,88	3,80
2 <sup>e</sup> »	2,93	3,04	3,12	3,17	3,25	3,35	3,29	3,11	3,05
3 <sup>e</sup> »	2,43	2,44	2,59	2,78	2,90	2,86	2,76	2,73	2,71
Mois	3,06	3,10	3,19	3,32	3,40	3,40	3,33	3,23	3,17

**Fraction de saturation en millièmes.**

1 <sup>re</sup> décade	957	961	930	918	909	903	913	916	919
2 <sup>e</sup> »	914	909	859	803	792	838	861	827	841
3 <sup>e</sup> »	953	951	917	909	894	893	928	936	946
Mois	942	941	902	878	866	878	902	895	904

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
1 <sup>re</sup> décade	— 2,59	+ 0,52	0,98	+ 3,68	mm 5,4	cm 103,7
2 <sup>e</sup> »	— 5,51	— 0,51	0,95	+ 3,44	5,3	100,1
3 <sup>e</sup> »	— 8,45	— 4,00	0,91	+ 2,63	—	91,7
Mois	— 5,61	— 1,42	0,95	+ 3,22	10,7	98,3

Dans ce mois, l'air a été calme 1,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,41 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N 64°,5-E et son intensité est égale à 56,3 sur 100.

TABLEAU  
DES  
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1880.

---

- Le 1<sup>er</sup>, brouillard presque tout le jour par une forte bise.  
 du 2 au 13, ciel constamment clair.  
 14, brouillard le soir ; forte bise.  
 15, neige la nuit et le matin ; brouillard tout le jour ; très forte bise.  
 16, brouillard ; forte bise.  
 17, neige, brouillard ; forte bise.  
 18, id. id.  
 19, brouillard le matin ; forte bise.  
 21, forte bise.  
 29, brouillard une partie de la journée ; fort vent du SO.  
 30, fort vent du SO.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

	MAXIMUM	mm		MINIMUM.	mm
Le 3 à 40 h. soir .....		572,02	Le 5 à 10 h. soir .....		569,33
7 à midi .....		572,64	10 à 6 h. matin .....		567,50
13 à 8 h. matin .....		570,00	18 à 6 h. soir .....		555,87
21 à 40 h. soir .....		565,23	23 à 6 h. matin.....		558,39
31 à 10 h. soir .....		570,86			

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.	
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum.	Maximum.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
1	568,38	+ 7,00	566,84	569,82	— 4,33	+ 4,24	— 4,8	— 3,4	.....	.....	.....	NE.	2	0,96
2	571,10	+ 9,74	570,24	571,62	— 3,48	+ 5,13	— 4,8	— 1,4	.....	.....	.....	NE.	1	0,10
3	571,61	+ 10,28	571,36	572,02	— 3,92	+ 4,72	— 5,0	— 2,3	.....	.....	.....	NE.	1	0,04
4	571,28	+ 9,97	571,10	571,76	— 1,90	+ 6,77	— 3,9	+ 0,8	.....	.....	.....	NE.	1	0,00
5	570,30	+ 9,01	569,33	570,91	— 3,56	+ 5,14	— 5,0	— 2,0	.....	.....	.....	NE.	1	0,06
6	571,44	+ 10,17	570,81	572,39	— 3,20	+ 5,53	— 4,8	— 0,1	.....	.....	.....	SO.	1	0,00
7	572,14	+ 10,89	571,86	572,64	— 4,77	+ 4,00	— 6,2	— 3,3	.....	.....	.....	NE.	1	0,00
8	570,85	+ 9,62	570,49	571,31	— 4,28	+ 4,52	— 5,4	— 1,5	.....	.....	.....	NE.	1	0,00
9	568,22	+ 7,01	567,75	569,10	— 3,90	+ 4,93	— 5,9	— 1,9	.....	.....	.....	NE.	1	0,01
10	567,55	+ 6,37	567,50	567,68	— 4,76	+ 4,09	— 5,5	— 1,7	.....	.....	.....	NE.	1	0,01
11	568,59	+ 7,44	568,01	568,92	— 6,92	+ 1,95	— 8,7	— 4,4	.....	.....	.....	NE.	1	0,00
12	569,22	+ 8,10	568,82	569,87	— 5,17	+ 3,72	— 8,0	— 3,0	.....	.....	.....	NE.	1	0,00
13	569,35	+ 8,25	568,48	570,00	— 5,14	+ 3,77	— 5,9	— 1,9	.....	.....	.....	NE.	1	0,00
14	562,19	+ 1,12	560,28	565,57	— 9,50	+ 0,57	— 13,0	— 5,7	.....	.....	.....	NE.	1	0,44
15	558,97	+ 3,47	558,57	559,64	— 14,74	+ 5,79	— 17,4	— 12,8	.....	.....	.....	NE.	2	1,00
16	557,54	+ 3,80	557,33	558,00	— 18,34	+ 9,37	— 21,9	— 16,3	.....	.....	.....	NE.	2	0,64
17	557,18	+ 3,47	557,01	557,49	— 19,50	+ 3,51	— 13,5	— 11,0	.....	.....	.....	NE.	2	1,00
18	556,01	+ 3,80	555,87	556,25	— 14,84	+ 2,83	— 13,4	— 10,3	.....	.....	.....	NE.	2	0,97
19	557,47	+ 4,94	555,87	558,61	— 16,42	+ 7,40	— 18,5	— 12,0	.....	.....	.....	NE.	2	0,22
20	563,07	+ 3,18	560,74	564,85	— 14,41	+ 5,38	— 18,0	— 11,9	.....	.....	.....	NE.	2	0,00
21	564,61	+ 3,75	564,05	565,23	— 13,40	+ 4,36	— 16,2	— 11,9	.....	.....	.....	NE.	1	0,04
22	562,04	+ 1,22	559,94	563,94	— 11,39	+ 2,34	— 14,0	— 7,0	.....	.....	.....	NE.	1	0,20
23	560,71	+ 0,08	558,39	562,48	— 14,39	+ 5,33	— 14,3	— 11,0	.....	.....	.....	NE.	1	0,20
24	563,05	+ 2,29	562,59	563,42	— 13,68	+ 4,31	— 15,4	— 12,1	.....	.....	.....	SO.	1	0,28
25	562,94	+ 2,21	562,61	563,39	— 13,39	+ 5,31	— 10,9	— 6,4	.....	.....	.....	SO.	1	0,02
26	564,86	+ 4,17	563,62	565,99	— 8,70	+ 0,38	— 10,8	— 3,9	.....	.....	.....	SO.	1	0,04
27	565,77	+ 5,12	565,46	566,42	— 7,61	+ 1,44	— 10,3	— 4,2	.....	.....	.....	SO.	1	0,20
28	568,15	+ 7,54	566,98	569,29	— 7,57	+ 1,51	— 9,9	— 4,2	.....	.....	.....	SO.	1	0,10
29	569,46	+ 8,89	569,28	569,78	— 5,23	+ 3,85	— 6,2	— 4,3	.....	.....	.....	SO.	1	0,24
30	569,80	+ 9,26	569,40	570,33	— 5,32	+ 3,76	— 6,6	— 3,8	.....	.....	.....	SO.	2	0,59
31	570,29	+ 9,78	569,84	570,86	— 5,21	+ 3,86	— 6,9	— 2,2	.....	.....	.....	SO.	2	0,32
31	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	SO.	1	0,46



## MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1880.

6 h. m.    8 h. m.    10 h. m.    Midi.    2 h. s.    4 h. s.    6 h. s.    8 h. s.    10 h. s.

**Baromètre.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	570,16	570,34	570,44	570,33	570,28	570,32	570,33	570,42	570,40
2 <sup>e</sup> »	562,04	562,11	562,17	561,99	561,85	561,89	561,95	562,01	562,06
3 <sup>e</sup> »	565,22	565,43	565,68	565,75	565,57	565,50	565,74	565,95	566,08
Mois	565,79	565,94	566,08	566,01	565,89	565,89	566,00	566,12	566,17

**Température.**

1 <sup>re</sup> décade	4,33	4,34	3,53	2,63	2,41	3,36	3,74	4,03	4,11
2 <sup>e</sup> »	-11,78	-11,78	-10,89	-9,82	-10,24	-11,11	-11,81	-12,02	-12,25
3 <sup>e</sup> »	-10,47	-10,27	-8,93	-7,76	-7,44	-8,15	-9,12	-9,57	-9,75
Mois	-8,91	-8,85	-7,82	-6,77	-6,72	-7,56	-8,25	-8,57	-8,74

Min. observé.

Max observé.

Nébulosité.

Eau de pluie  
ou de neige.Hauteur de la  
neige tombée.

	mm	mm		mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	5,13	1,68	0,12	-	-
2 <sup>e</sup> »	13,83	8,97	0,43	16,0	230
3 <sup>e</sup> »	11,50	6,70	0,23	-	-
Mois	10,20	5,81	0,26	16,0	230

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,88 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 65,95 sur 100.



# REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1879

PAR

M. ERNEST FAVRE

(Suite)

---

Terrains mésozoïques.

M. DE LORIOL <sup>1</sup> a terminé la monographie des crinoïdes fossiles de la Suisse, commencée en 1877. Cette importante publication, accompagnée de 21 planches, renferme la description de 125 espèces, dont 39 sont nouvelles. Deux sont triasiques, 95 jurassiques, 28 crétacées, 1 tertiaire. « Dans l'état actuel des recherches, dit M. de Loriol, la presque totalité des espèces paraissent très strictement cantonnées dans leurs différents niveaux. » Parmi les genres les plus abondants, les *Millecrinus*, dont quelques rares espèces apparaissent déjà dans le lias, prennent tout à coup un développement considérable dans les gisements du terrain à chailles; ils disparaissent avec le terrain valangien. Les *Pentacrinus* et *Balanocrinus* se

<sup>1</sup> P. de Loriol, Monographie des Crinoïdes fossiles de la Suisse. *Mém. Soc. paléont. suisse*, 1877 à 1879, IV-VI.

rencontrent dans tous les étages, à partir du lias jusqu'à la craie supérieure; ils sont très abondants dans le terrain oxfordien. Les *Eugeniocrinus* commencent dans le terrain oxfordien et s'éteignent après le dépôt du néocomien alpin. Les *Phyllocrinus* appartiennent tous à des couches alpines. Les *Antedon* s'étendent de l'astartien au valangien. C'est dans les étages oxfordien et séquanien que les crinoïdes sont le plus abondants; leur rôle diminue ensuite pour reprendre quelque développement dans les premiers dépôts crétacés, puis disparaître ensuite presque tout à fait.

TERRAIN TRIASIQUE. M. WIEDERSHEIM <sup>1</sup> a décrit et figuré les restes d'un nouveau saurien triasique découvert, à Riehen, près de Bâle, dans le grès bigarré, et auquel il a donné le nom de *Basileosaurus Freyi*. Cet animal présente quelque ressemblance, dans la forme des vertèbres de la queue et de quelques os du bassin, avec les reptiles du Muschelkalk, mais sans pouvoir être identifié avec eux; il n'en reste que le bassin très déformé, les extrémités postérieures relativement bien conservées, quelques côtes et une grande partie des vertèbres caudales; la partie antérieure a complètement disparu. Ces os sont très probablement ceux d'un reptile terrestre et non pas d'un amphibie.

M. GÜMBEL <sup>2</sup> a fait des recherches sur l'âge précis des grès à empreintes de plantes des environs de Recoaro. Le terrain le plus ancien de cette contrée est un schiste micacé gris verdâtre, ordinairement désigné sous le nom de

<sup>1</sup> R. Wiedersheim, Ueber einen Saurus aus der Trias. *Mém. Soc. paléont. suisse*, 1879, VI.

<sup>2</sup> Gümbel, Geognostische Mittheilungen aus den Alpen. V. Die Pflanzen-führenden Sandsteinschichten von Recoaro. *Sitzungsber. Akad. Wiss. München*, 1879.



micaschiste, que cet auteur regarde comme identique avec les phyllites de la chaîne centrale des Alpes. Sur ce terrain se trouve le grès à végétaux fossiles, recouvert d'une dolomie que l'auteur considère comme appartenant au calcaire à *Bellerophon* et qui est surmonté par les marnes à *Posidonomya Clarai*. Sur ces couches se trouvent celles de Seiss et de Campil.

Le mode de conservation des fossiles est identique à celui des plantes de Neumarkt dans le Tyrol; la flore est semblable à celle de ce gisement et à celle de Fünfkirchen en Hongrie que M. Heer a rapportée à l'époque permienne. Elle renferme les espèces suivantes : *Calamites* sp., *Baiera digitata* Brongn., *Voltzia Massalongi* Schaur. sp., *Ulmannia Bronni* Göpp., *Geinitzi* Heer, *Carpolithes Klockeanus* Gein., etc. Plusieurs plantes paraissent caractériser le permien supérieur, d'autres le trias. Il est probable que cette flore est une flore de transition entre celle du Zechstein et celle du Röth et appartient au trias le plus inférieur. Cette opinion est toutefois en opposition avec celle de M. Stache qui regarde le calcaire à *Bellerophon* comme permien. (Rev. pour 1878, 386.)

TERRAIN RHÉTIEN. M. STUTZ<sup>1</sup> a découvert dans les Alpes de la Suisse centrale la zone à *Avicula contorta* dont on ne connaissait encore aucun représentant dans cette région, bien qu'elle fût constatée dans le Vorarlberg et dans les Alpes de la Suisse occidentale jusqu'à l'Aar. C'est dans le canton d'Unterwalden (Nidwald), à la Hütlerenalp, près de Nieder-Rickenbach, qu'a été faite cette intéressante trouvaille. M. Stutz a recueilli là :

<sup>1</sup> Stutz, Die Contorta-Zone aus der Urschweiz und Terebratula diphya von der Axenstrasse. *Neues Jahrb.*, 1879, 363.

Chemnitzia Quenstedti, Pleurotomaria alpina Gumb., Turbo parvulus Dittm., Avicula contorta Portl., Plicatula intusstriata Emm., Archiaci Stop., Modiola minuta Goldf., Schafhautli?, Lima præcursor Qu., Myophoria inflata Em., Cardita austriaca Hau., Pholadomya lagenalis?, Cidaris verticillata St., Hypodiadema Balsami St., Pentacrinus bavaricus Winkl., Ostrea Haidingeriana Em., Pictetiana, Pecten Valoniensis, Falgeri, Liebigi, Terebratula gregaria, Spirifer uncinnatus Sch., Rhynchonella obtusifrons Suess.

L'auteur avait déjà trouvé quelques-uns de ces fossiles dans un caillou de nagelfluh. La couche est dans le voisinage d'un puissant dépôt de gypse et de cargneule triasique; elle en est séparée par des calcaires schisteux noirs ou gris sans fossiles. La coupe du terrain rhétien, prise de haut en bas, est la suivante :

Calcaire bleu à Terebr. gregaria et autres brachiopodes.

Marnes noirâtres à Avic. contorta avec bancs d'Ostrea Haidingeriana.

Calcaire gris clair en bancs épais de 3-5<sup>m</sup>, avec Avic. contorta, Cardita austriaca, échinides.

Calcaires schisteux, gris ou noir, 17<sup>m</sup>.

M. MATTHEY <sup>1</sup> a reconnu dans le tunnel de Glovelier (Jura bernois), sous le calcaire à gryphées, des alternances de marnes et de grès, qui appartiennent aux couches à *Avicula contorta*. Elles renferment :

Acrodus minimus, Gyrolepis tenuistriatus, Saurichtys acuminatus, Sargodon tomicus, Schizodus cloacinus, Arca nov. sp., Cardium cloacinum, C. Terquemi, C. rhæticum, Discina sp.

TERRAINS LIASIQUE ET JURASSIQUE. M. NEUMAYR <sup>2</sup> a.

<sup>1</sup> Matthey, Tunnels de Glovelier et de St-Ursanne. *Actes Soc. helv.*, Berne, 1878, 101.

<sup>2</sup> Neumayr, Zur Kenntniss der Fauna des untersten Lias in den Nordalpen. *Abhandl. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1879, VII.

observé que la faune du lias inférieur de l'Europe centrale jusqu'à la partie supérieure de la zone à *Arietites Bucklandi*, n'est pas autochtone, mais qu'elle est en majeure partie émigrée de la province méditerranéenne, où les faunes ont eu un développement plus régulier. C'est dans cette région par conséquent qu'il faut chercher la classification normale de ce terrain. L'horizon le plus inférieur du lias méditerranéen est l'équivalent exact de la zone à *Aegoceras planorbis*; au-dessus viennent les couches à *Amm. angulatus* qui correspondent au même horizon dans l'Europe centrale, mais qui se divisent en deux horizons; l'inférieur est caractérisé par l'*Aeg. longipontinum* Opp. et des ammonites dont la forme correspond à celle des *Arietes* et les lobes à ceux des *Psilonoti*; le supérieur contient beaucoup d'*Angulati* et des *Arietes* typiques mais d'espèces nouvelles, et ne se retrouvant pas dans la zone à *Amm. Bucklandi*. Enfin plus haut vient un horizon dans lequel se trouvent quelques *Angulati* du groupe de l'*Aeg. Charmassei* et surtout les *Arietes* du facies de l'Europe centrale. A la suite d'une excellente étude paléontologique sur les gisements du Pfonsjoch, du Breitenberg et du Zlambachgraben, l'auteur reconnaît 61 espèces dans les couches à *Amm. psilonotus* méditerranéennes. Il signale dans les faunes alpines les précurseurs des espèces observées dans les dépôts de l'Europe centrale.

Voici la série des terrains liasiques et jurassiques reconnus par M. STUTZ <sup>1</sup> dans la vallée d'Erstfeld :

Calcaire bleu noir compacte (lias inférieur et moyen ?) renfermant des débris de pentacrinites et dans les bancs inférieurs : *Lima gi-*

<sup>1</sup> Ueber das Erstfelder Thal.....

*gantea*, *L. punctata*, *Pecten textorius*, *Pecten æquivalvis*, *Rhynchonella variabilis*, *Terebratula numismalis*.

Calcaire bleu à *Isastræa helianthoides* et *Pecten demissus* (jura brun moyen).

Calcaires et marnes schisteuses (8-13<sup>m</sup>) avec *Belemnites canaliculatus*, surmontés de bancs calcaires à *Rhynchonella varians*, *triplicosa*, *Terebratula lagenalis*, *globosa*, *biplicata*, *Pecten lens*, *demissus*, *sub-spinosus*, *Ostrea Knorri*, couches qui correspondent à la partie supérieure de la zone à *Ammonites Parkinsoni* (couches à *Rhynchonella varians*).

Bancs à *Amm. macrocephalus*, calcaires oolitiques, oolite ferrugineuse avec *Ammonites macrocephalus*, *Neuffensis*, *Parkinsoni*, *Garantianus*, *funatus*, *convolutus*, *hecticus*, *punctatus*, *fuscus* et *anceps*, *Belemnites canaliculatus*, *semihastatus rotundus*.

Calcaires schisteux, équivalents des couches de Birminsdorf avec *Ammonites biplex* et *Belemnites hastatus* (1-2<sup>m</sup>).

Schistes marneux à *Belemnites hastatus* et *Aptychus lamellosus* (33<sup>m</sup>), équivalents des couches d'Effingen.

Calcaires noirs (Hochgebirgskalk) à *Amm. polyplocus* et *polygyratus*, *Bel. hastatus*, *Terebratula bisuffarcinata* et *Rhynchonella lacunosa*, 330<sup>m</sup> (Jura blanc, β, γ, δ de Quenstedt).

Calcaire d'Attinghausen, calcaire talqueux, clair, à éclat gras, dans lequel les fossiles, articles d'*Asterias*, bélemnites, crinoïdes et bivalves, sont mal conservés, et renfermant aussi des rognons siliceux (180<sup>m</sup>) ; il est probablement l'équivalent du calcaire de Wimmis et de Tros.

Ces couches, qui forment la crête de la montagne, sont recouvertes directement par le terrain éocène.

M. C. MAYER<sup>1</sup> a cherché à améliorer la classification des terrains jurassiques par la création d'un nouvel étage, le Vésulien. Cet étage est l'équivalent de la partie moyenne du Jura brun, des deux tiers inférieurs du bathonien de d'Omalius d'Halloy, des couches de Klaus des géologues autrichiens ; il est compris entre le bajocien de d'Orbigny et le Bradfordclay. Il correspond à un affaisse-

<sup>1</sup> C. Mayer, Das Vesullian, eine neue dreitheilige Jura-Stufe. *Vierteljahrsschr. Zurich*, 1879.



ment progressif dans le N.-O. de l'Europe, contre-balancé par une émergence continentale dans les Alpes. Cet étage se subdivise de la manière suivante :

Vésulien inférieur ou Cadomin (Fullers'earth, unt. Hauptrogenstein), caractérisé par *Amm. ferrugineus, fuscus, sulcatus, polymorphus, zigzag*, etc.; marnes à *Ostrea Knorri*, Denthalienthone de la Souabe; marnes à *Amm. Parkinsoni, Martinsi, mediterraneus*, de Digne en Provence.

Vésulien moyen ou Stonesfieldin (oolite miliaire, mittlerer Hauptrogenstein); calcaires à *Amm. Parkinsoni, tripartitus* et *subdiscus* de Digne, se subdivisant dans le Jura argovien, d'après M. Mœsch, en :

- a. Couches à *Homomyes (H. gibbosa)*.
- b. Couches à *Clypeus Plotii (Sinuatusschichten)*.
- c. Couches à *Cidaris Mæandrina*.

Vésulien supérieur ou Falaisin (Grande oolite, oolite miliaire, Hauptrogenstein supérieur); schistes à *Amm. Parkinsoni, Martinsi* et *tripartitus* de Digne.

Ces trois horizons correspondent dans les Alpes à un étage unique, les couches de Klaus, dans lequel on peut signaler d'une manière certaine 108 espèces, dont 39 ammonites; 15 espèces ont déjà apparu dans le bajozien, 13 se retrouvent dans les étages suivants. M. Mayer donne la liste des ammonites; on peut citer parmi les plus caractéristiques :

*Amm. arbustigerus, Brongniarti, Deslongchampsii, dimorphus, ferrugineus, fuscus, Kudernatschi, linguiferus, Martinsi, Parkinsoni, polymorphus, procerus, psilodiscus, subobtusus, tripartitus*, etc.

Le classement de la dalle nacrée dans le callovien paraît résulter d'observations faites par M. MATHEY<sup>1</sup> dans le tunnel de Glovelier (Jura bernois). On y voit en effet

<sup>1</sup> Matthey, Tunnels de Glovelier et de St-Ursanne.....

successivement et disposées verticalement, les couches à *Amm. ornatus*, la dalle nacrée, les marnes bleues à *Amm. macrocephalus*, *Herveyi*, *funatus* (et ailleurs *Waldheimia subrugosa*), puis les couches à *Rhynchonella varians*.

La route de l'Axenstein, qui longe le bord du lac de Lucerne, traverse, de Brunnen à Sissikon, d'abord les roches crétacées, sur lesquelles M. STUTZ <sup>1</sup> donne quelques détails; on y voit l'urgonien, le néocomien à *Toxaster Brunneri* et les couches à *Echinospatagus cordiformis*; à ces calcaires succèdent des marnes noires, puis des calcaires gris clairs, siliceux, dans lesquels cet auteur a trouvé :

*Belemnites strangulatus* Opp., *Ammonites Lorioli* Zitt., *senex* Zitt., *Aptychus Beyrichi* Opp., *Didayi* Coq., *Rhynchonella lacunosa* Schl., *Terebratula diphya* Col., *Bouei* Zeuschn., aff. *carpathica* Zitt.

Ces couches tithoniques reposent sur le néocomien et sont renversées.

M. C. MAYER <sup>2</sup> a relevé cette même coupe d'une manière encore plus détaillée, mais en n'indiquant que quelques fossiles caractéristiques. Elle présente successivement les calcaires à *Ter. diphya*, les schistes à *Aptychus*, les calcaires à *Ter. janitor* qui terminent la série jurassique, puis les marnes de Berrias, les marnes à *Bel. latus*, les couches du Fontanil, celles de l'Altmann, terrains qui correspondent au valanginien, les marnes à *Crioceras Duvali*, les couches du Drusberg (calcaires à *Ostrea Couloni* et *rectangularis*), l'urgonien ou aptien inférieur

<sup>1</sup> Die Contorta-Zone.....

<sup>2</sup> C. Mayer, Coupe prise entre Sissikon et Morschach (Axenstrasse). *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 1879, II, 681.

à rudistes, l'aptien à *Orbitulina lenticularis*, l'aptien supérieur à Rudistes, puis quelques lambeaux de gault.

J'ai publié<sup>1</sup> une description paléontologique de la faune tithonique des Alpes fribourgeoises; les principaux gisements de cette faune se trouvent dans la chaîne la plus extérieure des Alpes à la limite de la plaine, dans la chaîne de la Berra, dans le Niremout, au Dat, aux environs de Châtel-St-Denis et dans les Pléiades. Les bancs dans lesquels se trouvent les fossiles sont peu puissants, et leur roche se distingue parfaitement de celle des terrains plus anciens ou plus récents; ils ne présentent aucune apparence de remaniement. Il n'y a donc pas de chances d'erreur dans l'association des fossiles qui constituent cette faune. Elle se compose de 57 espèces: 2 poissons, 7 bélemnites, 18 ammonites, 5 aptychus, 14 brachiopodes, 7 échinodermes. Dans ce nombre se trouvent 10 espèces caractéristiques de tithonique inférieur, 4 du tithonique supérieur, 15 exclusivement communes aux 2 horizons, soit 29 espèces exclusivement tithoniques; 17 espèces se retrouvent dans des horizons plus anciens, 4 dans le terrain crétacé. La *Ter. janitor* seule se trouve à la fois dans les horizons plus anciens et plus récents. Ainsi les deux faunes tithoniques, ailleurs bien distinctes, sont ici réunies, mais avec une forte prédominance de l'horizon inférieur. Cette faune présente une affinité étroite et incontestable avec celle des terrains jurassiques, tandis qu'elle n'est unie que par des rapports peu marqués avec les faunes crétacées. Voici les fossiles les plus caractéristiques et les plus abondants :

<sup>1</sup> E. Favre, Description des fossiles des couches tithoniques des Alpes fribourgeoises. *Mém. Soc. paléont. suisse*, 1879, VI.

*Belemnites conophorus* Opp., *Gemmellaroi* Zitt., *strangulatus* Opp., *ensifer* Opp., *Pilleti* Pict., *tithonius* Opp., *Ammonites ptychoicus* Qu., *Silesiacus* Opp., *Loryi* Mun., *quadrisulcatus* d'Orb., *carachteis* Zeuschn., *trachynotus* Opp., *Fallauxi* Opp., *colubrinus* Rein., *Richteri* Opp., *transitorius* Opp., *Carpathicus* Zitt., *pronus* Opp., *Nearea* Picteti Zitt., *Corbula* Pichleri Zitt., *Terebratula janitor* Pict., *Euthymi* Pict., *Bilimiki* Suess, *Bieskidensis* Zeuschn., *Megerlea* *Wahlenbergi* Zeuschn. sp., *Hynniphoria* *globularis* Suess, *Rhynchonella* *spoliata* Suess, *Collyrites* *Friburgensis* Oost., *Metaporhinus* *convexus* Cat. sp.

Ce travail termine la série des monographies que j'avais entreprises sur les terrains jurassiques supérieurs des Alpes occidentales suisses.

Le terrain qui forme la base de la formation crétacée dans le Vorarlberg est, d'après M. VACEK<sup>1</sup>, le calcaire d'Au qui a d'abord été rapporté au terrain jurassique moyen ou à l'oxfordien avec le Hochgebirgskalk, mais qui appartient sans aucun doute au terrain tithonique, comme le prouve la faune qui y a été recueillie :

*Belemnites semisulcatus* Munst., *Pilleti* Pict., *Lytoceras* *quadrisulcatum* d'Orb., *municipale* Opp., *Phylloceras* *Calypso* d'Orb., *Silesiacum* Opp., *Haploceras* *tithonium* Opp., cf. *Nierei* Pict., cf. *Köllikeri* Pict., *Aptychus* *imbricatus* H. v. Mey., *Perisphinctes* *Calisto* d'Orb., *transitorius* Opp., *Terebratula* *diphya* Col., *Bieskidensis* Zeuschn., *Rhynchonella* *Hoheneggeri* Suess.

M. FONTANNES<sup>2</sup> a signalé dans les calcaires du Château, qui forment la partie supérieure de la montagne de Crussol (Ardèche) une faune qui est l'équivalent exact du terrain tithonique inférieur (Revue pour 1876, 147). Il a donné les diagnoses des nombreuses espèces nouvelles d'ammonites contenues dans cet horizon. Nous espérons

<sup>1</sup> Ueber Vorarlberger Kreide...

<sup>2</sup> F. Fontannes, Diagnoses de quelques espèces nouvelles de calcaires du Château de Crussol (Ardèche). Lyon, 1879.



que des figures viendront bientôt compléter ces descriptions.

TERRAIN CRÉTACÉ. M. VACEK<sup>1</sup> fait précéder son étude sur les terrains crétacés du Vorarlberg par quelques considérations sur la nature de ces formations. Une des principales différences entre les dépôts crétacés du bassin jurassien et ceux des Alpes provient de ce que, dans la première de ces contrées, le sol était émergé au moment où des sédiments marins se déposaient déjà dans la seconde. Aussi les deux horizons alpins inférieurs, les marnes de Berrias et les marnes à petites ammonites ferrugineuses (zone du *Bel. latus*), ne sont-ils pas représentés dans le Jura par des dépôts marins. Le troisième horizon alpin, les calcaires du Fontanil, est, comme l'ont montré les travaux de M. Lory, l'équivalent exact du terrain valanginien. Les différences entre les faciès alpin et jurassien proviennent uniquement de celles qui existaient localement dans les dépôts (profondeur, voisinage des côtes, pureté des eaux). Partout où les circonstances sont les mêmes dans les Alpes que dans le Jura, c'est-à-dire là où se trouvaient des eaux pures, les faunes ont pris le caractère jurassien; mais les alternances fréquentes des deux faciès prouvent qu'il n'a existé aucun obstacle matériel ni barrage entre les mers de ces régions. L'auteur a retrouvé dans le Vorarlberg la série complète des terrains crétacés reconnus sur divers points du versant nord des Alpes; je donne ici une rapide énumération de ces divers horizons dont les fossiles ont été parfaitement étudiés, en faisant remarquer spécialement l'intérêt que présente la découverte d'une faune du néocomien

<sup>1</sup> Ueber Vorarlberger Kreide...

moyen identique à celle du Salève, et d'une faune de mélange aptienne et albienne :

1. Couches de Berrias; 100<sup>m</sup>; schistes marneux, renfermant dans la partie supérieure *Belemnites latus*, *dilatatus*, *conicus*, *pistilliformis*, *Ammonites quadrisulcatus*, *Rouyanus*, *Astierianus*, *Jeannoti*, *neocomiensis*, *cryptoceras*, *Terebratula diphyoides*, *Rhynchonella Boissieri*, etc. La transition entre ces couches et le tithonique d'Au est tout à fait insensible. Elles sont l'équivalent des schistes de Balfries de la Suisse orientale, que les géologues suisses ont rapportés à la formation jurassique, tandis qu'ils paraissent en réalité appartenir au terrain créacé. La partie inférieure de ce terrain correspond à la zone à *Ter. diphyoides* de Pictet, sa partie supérieure à la zone à *Bel. latus*, deux zones étroitement liées par leurs caractères paléontologiques et minéralogiques. Cet étage manque dans le Jura. L'auteur remarque la ressemblance de cette formation avec celle qui a été observée par M. Gilliéron au Monsalvens.

2. Calcaires siliceux (Kieselkalk); 100<sup>m</sup>, pauvre en fossiles; équivalent du terrain valangien, tandis que dans la Suisse orientale la partie supérieure de ce terrain renferme aussi des fossiles du néocomien moyen.

3. Terrain néocomien moyen; marnes puissantes, pauvres en fossiles, sauf dans un banc glauconieux qui en renferme beaucoup; la faune, composée de 55 espèces, a un caractère éminemment jurassien et ressemble beaucoup à celle du Salève, avec laquelle elle a 35 espèces communes; les autres ont presque toutes été reconnues dans le Jura.

4. Urgonien; calcaire puissant; la base, urgonien inférieur, ne renferme pas de rudistes, mais une petite

faune, dont les fossiles brisés et roulés rappellent ceux de l'urgonien inférieur du Jura. A la partie supérieure se trouve un banc rempli de bivalves, de brachiopodes, d'échinides et de bryozoaires, à faciès tout à fait jurassien : *Lima Tombeckiana* d'Orb., *Orbignana* Mat., *Ostrea rectangularis* Rœm., *Terebratula Russillensîs* de Lor., *Es-sertensis* de Lor., *Echinospatagus Ricordeanus* Cot., *Bo-triopygus Campicheanus* d'Orb., etc. L'urgonien supérieur mérite seul le nom de calcaires à caprotines et renferme *Requienia ammonia* Math., *gryphoides* Math., etc.

5. Aptien; M. Vacek remarque qu'il ne forme pas dans les Alpes un étage à part; tantôt on le trouve sous l'aspect de couches à *Orbitulina lenticularis*, intercalées dans l'urgonien supérieur (Sentis, etc.); tantôt la partie supérieure de l'urgonien supérieur en renferme les fossiles caractéristiques (Churfirften); tantôt ces fossiles sont associés à ceux du gault inférieur (Savoie). Outre ces deux derniers faciès, représentés dans le Vorarlberg, il semble qu'en un point il présente le faciès normal de cet étage; mais les preuves de ce fait ne sont pas encore acquises.

6. Gault; épais d'environ 18<sup>m</sup> et dont la partie supérieure renferme une faune abondante, identique à celle des grès verts de la Savoie. On sait combien cet étage a dans les Alpes une distribution irrégulière; son absence est due soit à ce qu'il ne s'est pas déposé, soit à ce qu'il a été enlevé avant l'époque éocène; dans les deux cas, le sol était dans ces points, qui correspondent à ceux des anticlinales actuelles, plus élevé que dans le reste du bassin, ce qui prouve qu'il avait déjà, au moins en partie, son relief actuel, quoique moins accentué.

7. Calcaire de Seewen; ressemblant à celui de la

Suisse, quoique plus pur ; calcaire et schistes pauvres en fossiles. D'après ceux qui ont été trouvés au Sentis, les calcaires inférieurs sont cénomaniens, les schistes supérieurs sénoniens, mais les limites de ces deux formations sont assez variables.

M. DE TRIBOLET <sup>1</sup> a recueilli 22 espèces de fossiles du gault proprement dit dans le Val de Travers, à la Presta :

*Belemnites minimus* List., *Ammonites mamillaris* Schl., *Lyelli* Leym., *regularis* Brug., *tardefurcatus* Leym., *Millettianus* d'Orb., *Rostellaria Orbigniana* P. et Rx., *Parkinsoni* Mant., *Fusus Clementi* d'Orb., *Natica excavata* Mich., *Dentalium Rhodani* P. et Rx., *Panopaea plicata* Sow., *Cyprina regularis* d'Orb., *Fimbria* sp., *Lucina Arduennensis* d'Orb., *Trigonia aliformis* Park., *Archiaci* d'Orb., *Nucula pectinata* Sow., *Arca Campichei* P. et Rx., *carinata* Sow., *Inoceramus concentricus* Park., *sulcatus* Park.

Ces fossiles, qui sont des moules phosphatés, se trouvent dans les marnes aptiennes, pêle-mêle avec les fossiles de cet étage dont leur état de conservation les distingue au premier abord. Ils prouvent que le gault a existé jadis dans cette localité, mais qu'il en a été enlevé par érosion.

Les terrains crétacés supérieurs à l'urgonien occupent dans le Jura des espaces très restreints relativement aux terrains inférieurs de la même formation. M. DE TRIBOLET <sup>2</sup> a énuméré les gisements cénomaniens du Jura et décrit spécialement celui de Gibraltar près de Neuchâtel, et de Cressier. Le cénomancien du premier de ces gisements est identique à celui de Souaillon, Cressier, etc.; il est pauvre

<sup>1</sup> M. de Tribolet, Notes géolog. et paléont. sur le Jura neuchâtelois. IX. Sur la présence de fossiles du gault aux mines d'asphalte (Presta) du Val de Travers. *Bullet. Neuchâtel*, 1879, XI, 531.

<sup>2</sup> M. de Tribolet, Notes géologiques et paléontologiques sur le Jura neuchâtelois. VIII. Note sur le Cénomancien de Gibraltar (Neuchâtel) et de Cressier. *Bullet. Neuchâtel*, 1879, XI, 500.



en fossiles (*Hamites* sp., *Inoceramus cuneiformis* d'Orb., *I. striatus* Mant.). Le gisement de Cressier est le plus considérable de ceux du Jura neuchâtelois, et il a été signalé d'abord par M. Gilliéron <sup>1</sup>; la roche est formée de calcaires compactes ou marneux, schistoïdes ou bréchi-formes, gris clair ou jaunâtres; il renferme un grand nombre de fossiles :

*Nautilus elegans* Sow., *Ammonites Mantelli* Sow., *varians* Sow., *Cenomanensis* d'Arch., *Scaphites æqualis* Sow., *Turrilites Bergeri* Brgnt., *Gravesi* d'Orb., *tuberculatus* Bosc., *Pholadomya Fabrina* Ag., *Inoceramus cuneiformis* d'Orb., *latus* Mant., *problematicus* d'Orb., *striatus* Mant., *Rhynchonella Grasi* d'Orb., *Martini* Dav., *Holaster lævis*; plus quelques fossiles d'espèces indéterminées.

De ces 17 fossiles, 16 se rencontrent dans le cénomani-nien du bassin de Paris, 9 dans celui de Ste-Croix et 6 dans le crétacé supérieur des Alpes suisses. Le cénomani-nien repose ici sur l'urgonien, à l'est de la Neuveville sur le néocomien, et à Bienne sur le valanginien.

#### Terrains cénozoïques.

**TERRAIN ÉOCÈNE.** Les couches nummulitiques de la Suisse ont fourni une seule espèce de crinoïdes, le *Conocrinus Suessi* Mun. Ch., qui provient de Weesen (canton de St-Gall), et qui a été décrite par M. DE LORIOU <sup>2</sup>; les terrains plus récents sont jusqu'à aujourd'hui entièrement dépourvus de ces fossiles.

M. VACEK <sup>3</sup> a retrouvé dans le Vorarlberg les couches

<sup>1</sup> Monographie paléont. et stratigr. de l'ét. urgonien inférieur du Landeron, 1869.

<sup>2</sup> Monographie des crinoïdes fossiles.....

<sup>3</sup> Ueber Vorarlberger Kreide...

de Wang qui forment dans la Suisse orientale un intermédiaire entre les terrains crétacé et éocène, mais qui paraissent devoir être rapportés à ce dernier. Elles sont développées localement là où manque le terrain nummulitique, dans la partie S.-O. de la région crétacée, tandis que le nummulitique est représenté dans d'autres parties de ce pays. Elles en sont donc contemporaines et elles sont comprises, comme lui, entre les marnes de Seewen et le flysch.

M. PH. DE LA HARPE<sup>1</sup> a continué ses recherches sur les nummulites, et s'aidant des travaux de M. de Hantken, il a construit une échelle de la distribution des nummulites en Europe, formée de huit degrés distincts; chacun des six groupes zoologiques proposés par d'Archiac caractérise une zone stratigraphique spéciale, sauf le groupe des nummulites striées, dont les subdivisions donnent lieu à trois zones. Ce tableau a déjà été donné dans les *Archives* (1879, II, 683).

Le même auteur<sup>2</sup> a aussi étudié les nummulites des Alpes françaises et il y a reconnu les huit espèces suivantes: *Nummulites complanata* Lam., *intermedia* d'Arch., *Fichteli* Mich., *perforata* d'Orb. var. *Allobrogensis*, *Lucasana* Deufr., *contorta* Desh., *striata* d'Orb., *variolaria* Sow. Les gisements dans lesquels elles ont été trouvées se répartissent dans 4 groupes qui constituent autant de niveaux

<sup>1</sup> Ph. de la Harpe, Études sur diverses espèces de nummulites. *Actes Soc. helv.*, 1878, 82. Étude sur les nummulites du comté de Nice, suivie d'une échelle de nummulites. *Bull. Soc. vaud.*, 1879, XVI, 201. Extr. *Archives*, 1879, II, 682, *Actes Soc. helv.*, 1879, 77. — Voy. aussi *Bull. Soc. géol. de France*, 1877, V, 817. *Bull. Soc. de Borda*, 1879, IV.

<sup>2</sup> Ph. de la Harpe, Nummulites des Alpes françaises. *Bull. Soc. vaud.*, 1879, XVI, 409.

différents de l'échelle des nummulites. Ce sont les suivants :

- 7 Branchai (N. intermedia et Fichteli).
- 5 Faudon, St-Bonnet, Thônes (N. striata et contorta).
- 3 Châtelard-les-Bauges (N. perforata et Lucasana).
- 3? Montricher (N. complanata, Lucasana).

M. K. MAYER<sup>1</sup> a découvert au pied nord des Föhnern dans le massif du Sentis le représentant de l'étage londonien, dans des couches à *Ostrea Archiaci* encore peu explorées, reposant sur l'étage parisien et qu'il avait rapportées pour ce motif au bartonien. La découverte que ces couches sont renversées et celle d'une faune nombreuse l'ont éclairé sur l'âge véritable de ce banc. Ce dépôt manquait encore à la série des terrains du versant nord des Alpes. Les étages des terrains tertiaires, si régulièrement superposés dans le bassin de Paris, sont singulièrement distribués dans les Alpes où ils présentent de grandes lacunes; le parisien inférieur se voit dans les Alpes orientales jusqu'à Neuhaus, près d'Interlaken; le parisien supérieur dans les Alpes occidentales à partir du Titlis; le bartonien inférieur dans les Alpes centrales et occidentales à partir du Rigi-Rothstock; le ligurien (fysch) seul occupe toute la longueur des Alpes, et le tongrien supérieur se montre seulement dans quelques localités (Sernfthal, Schächenthal, Val d'Illiez). Les trois étages inférieurs (flandrien, soissonien et londonien) n'étaient encore représentés que par les schistes à foraminifères des Alpes orientales. Cette lacune est en partie comblée par la découverte faite au Sentis. Sur une tren-

<sup>1</sup> K. Mayer, Das Londonian am Sentis. *Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zurich*, 1879.

taine d'espèces que renferme cette faune, 3 avaient été mal déterminées et sont nouvelles, entre autres l'*Ostrea Archiaci* qui est devenue l'*O. Escheri* May.; 11 récemment recueillies sont aussi nouvelles; 5 d'entre elles sont très voisines d'espèces crétacées, les autres d'espèces éocènes. Parmi les 17 autres, 6 appartiennent à des étages plus récents, *Cliona cerithiorum*, *Crassatella plicatilis*, *C. sinuosa*, *Cardium fraterculus?*, *Cytherea nitidula*, *Serpula Gundavaensis*; 7 commencent dans le londonien et passent au parisien, et deux d'entre elles au bartonien (*Cliona megastoma*, *Nummulites planulatus?*, *Ostrea Escheri*, *Mytilus subcarinatus*, *Cytherea ambigua*, *C. Parisiensis*, *C. polita*); 4 sont spéciales au londonien (*Avicula papyracea?* *Cardium difficile?*, *Cytherea obliqua*, *C. Dixoni*).

Les travaux récents des géologues autrichiens et spécialement de MM. PAUL et TIETZE<sup>1</sup> sur la zone de grès des Carpathes qui borde le pied nord de cette chaîne ont jeté beaucoup de lumière sur la structure et l'origine de cette singulière formation qui a, sous bien des rapports, une grande ressemblance avec le flysch de nos Alpes. Dans une première étude, ces deux savants ont reconnu que ce terrain peut se subdiviser en trois grands groupes dont l'inférieur appartient au terrain crétacé et spécialement aux horizons inférieurs; le moyen, d'âge plus indéterminé, doit être rapporté soit à ce terrain, soit à l'éocène, tandis que le supérieur fait certainement partie de ce dernier étage.

<sup>1</sup> Paul und Tietze, Studien in der Sandsteinzone der Karpathen. *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.* 1877, XXVII, 33. Neue Studien in der Sandsteinzone der Karpathen. *Ibid.*, 1879, XXIX, 189.



On y trouve, dans plusieurs horizons, ainsi que dans les conglomérats de la formation salifère qui les surmontent, mais qui appartiennent déjà au terrain néogène, des roches exotiques dont la provenance est complètement inconnue. C'est là un des traits communs entre ces formations et le flysch et la nagelfluh de la Suisse où ces roches sont abondantes et ont déjà donné lieu à beaucoup de théories.

En recherchant l'origine, ces savants sont arrivés, comme en Suisse, à la conclusion qu'elles ne peuvent venir du sud, n'étant pas représentées dans la chaîne même. Elles n'ont pas davantage de ressemblance avec des roches observées plus au nord. Elles doivent donc tirer leur origine d'une région qui correspond à peu près à celle qu'elles occupent maintenant et elles sont les débris d'une chaîne qui, au commencement de l'époque néogène, longeait encore le pied nord des Carpathes et la Gallicie orientale. Il est vrai que cette chaîne, qui a dû être formée de roches chloritées et amphiboliques, de schistes cristallins, de calcaires jurassiques, etc., a entièrement disparu ; cependant, on pourrait bien lui attribuer quelques récifs observés par ces auteurs près de Krasna dans la Bukovina, et par M. Coquand (*Bull. Soc. géol.*, 1867, 519), à Hirka en Moldavie.

La même hypothèse a déjà été émise par M. Studer<sup>1</sup>, qui expliquait ainsi la présence dans les Alpes suisses des blocs et des cailloux exotiques du flysch et de la nagelfluh ; il supposait cette chaîne formée de granit, de porphyre, de serpentine, de schistes métamorphiques, etc. M. Kaufmann<sup>2</sup> a aussi rapporté plusieurs faits à la même théorie.

<sup>1</sup> Geologie der Schweiz, 1853, II, 387, avec figures.

<sup>2</sup> Untersuchungen über die subalpine schweizerische Molasse, 1860, 130.

Les Carpathes se rattachant étroitement aux Alpes, il semblerait donc qu'une chaîne ancienne a séparé le bassin alpin ou méditerranéen des régions plus septentrionales jusqu'à l'époque néogène. Sa présence contribuerait aussi à expliquer la puissance des grès et des marnes qui se trouvent dans cette région.

M. KAUFMANN<sup>1</sup> a développé, avec des preuves nouvelles, sa théorie sur l'origine de certains granits de la vallée d'Habkeren (Rev. pour 1871, 25). Une série d'échantillons prouve qu'il y a eu un passage insensible entre le flysch dans lequel ils sont enveloppés et la roche qui les constitue. Des bancs de flysch qui contiennent des nummulites et des orbitoïdes sont métamorphosés par places en un granit gris; les fossiles et les autres matières calcaires sont remplacés par du quartz et une substance verte glauconieuse, le feldspath apparaît et la substance verte se transforme peu à peu en mica. Ailleurs la brèche du flysch renferme des cailloux calcaires jaunâtres, contenant du magnésium et qui se retrouvent aussi dans la roche granitique, preuve qu'elle provient bien de la transformation du flysch. Tous ces granits ressemblent plus ou moins au granit d'Habkeren, mais beaucoup de roches de ce nom ont cependant une origine erratique, comme le prouve l'usure de leur surface.

Ces roches sont, d'après M. STUDER<sup>2</sup> une brèche de grès; les granits ont été fréquemment signalés dans le flysch des Apennins.

TERRAIN MIOCÈNE. M. PROBST<sup>3</sup>, auquel on doit déjà

<sup>1</sup> Kaufmann, Ueber Granite des Habkerenthalen. *Actes Soc. helv.* Berne, 1878, 92.

<sup>2</sup> Studer, *Actes Soc. helv.*, 1878, 93.

<sup>3</sup> Probst, Verzeichniss der Fauna und Flora der Molasse im

plusieurs travaux sur la mollasse, vient de publier un catalogue de la flore trouvée dans ce terrain, dans la Haute-Souabe wurtembergeoise. Il indique les fossiles de la mollasse d'eau douce inférieure (5 genres et 5 espèces), de la mollasse saumâtre (sable à paludines, 9 genres et 11 espèces), et de la mollasse d'eau douce supérieure, dont les gisements de Heggbach, Biberach, etc. ont fourni 100 espèces réparties dans 68 genres. Cette flore appartient à un horizon un peu inférieur à celui d'Oeningen et qui est à peu près celui du Locle. La mollasse marine ne renferme pas de plantes.

M. C. MAYER<sup>1</sup> a donné une classification des horizons de la mollasse observés dans les cantons de St-Gall et d'Appenzell. Comme elle a déjà été publiée dans les *Archives*, nous nous bornons à présenter un tableau qui la résume :

*Saharien.* Glaciaire supérieur; lignites interglaciaires (Utnach, Durnten, Wetzikon); glaciaire inférieur.

*Astien.* Graviers.

*Messinien supérieur.* Poudingue de l'Utliberg.

*Messinien moyen.* Mollasse d'eau douce supérieure. Poudingues à calcaire jaune, granit d'Appenzell.

*Messinien inférieur.* Marnes lacustres noirâtres (marnes à planorbes de Thurgovie).

*Tortonien.* Poudingues et marnes rouges d'eau douce (route de Teufen).

*Helvétien supérieur.* Mollasse marine (St-Gall).

*Helvétien moyen.* Grès coquillier inférieur (carrières de Thal); mollasse en dalles (Irschel, Gurten); grès coquillier supérieur (Martinstobel).

würtembergischen Oberschwaben. *Würtemb. naturw. Jahresh.*, 1879, 221.

<sup>1</sup> Mayer, Sur les subdivisions de la mollasse dans les cantons d'Appenzell et de St-Gall. *Archives*, 1879, II, 687.

*Helvétien inférieur.* Mollasse marneuse rouge à bancs de nagelfluh (Martinstobel).

*Langhien.* Mollasse granitique (d'eau douce) (de San-Margarethen à Bollingen).

*Aquitaniens supérieurs.* Mollasse bleuâtre à lignite du Hohe-Rhonen; nagelfluh polygénique du Gæbris (*Cyrenenmergel* de la Bavière).

*Aquitaniens inférieurs.* Nagelfluh polygénique du Kronberg; lignites de Rufi. Marnes et grès du Weissbad et du Föhnern; nagelfluh calcaire du Stockberg et du Speer.

M. RENEVIER<sup>1</sup> a publié des planches que M. Kovalewsky avait fait dessiner et qui représentent les ossements d'*Anthracotherium* de Rochette (Vaud); il y a joint une notice explicative. Ces ossements proviennent des lignites aquitaniens à *Helix Ramondi* qui forment la partie inférieure de la mollasse d'eau douce; ils ont été trouvés près de Belmont, sur Lutry, dans les mines de charbon de Rochette et de la Conversion<sup>2</sup>, et M. Kovalewsky en a donné la description dans les *Paleontographica* en 1874. Ils se rapportent aux espèces suivantes :

*Anthracotherium Valdense* Kov. Grande espèce qu'il faut distinguer de l'*A. magnum* de Cadibona.

*Anthracotherium minus*? Cuv. Cependant, il n'est pas certain que ce soit la même espèce qu'à Cadibona.

*Anthracotherium Laharpei*, Rnv., indiqué comme espèce nouvelle par M. Kovalewsky.

On trouve encore figurés sur ces planches des restes d'un grand *Anthracotherium* trouvé à Bumbach (canton de Berne); la dernière donne une restauration à  $\frac{1}{10}$  de grandeur naturelle de l'*A. Valdense*.

<sup>1</sup> Renevier, Le Musée géologique de Lausanne en 1878. Appendice. Les *Anthracotherium* de Rochette. *Bull. Soc. vaud.*, 1879, XVI, 133.

<sup>2</sup> *Bull. Soc. vaud.*, 1852, III, 141; 1854, IV, 195; 1857, V, 235, 241, 342; 1858, VI, 11; 1863, VII, 351.



M. GREPPIN <sup>1</sup> a recueilli à la base de la mollasse d'eau douce inférieure (étage délémontien), immédiatement au-dessus des couches tongriennes, au Harzgraben, à Bâle, dans les excavations faites pour la fondation du pont du Rhin, 4 espèces de plantes subtropicales, représentées par un grand nombre d'échantillons : *Sabal hæringiana* Ung., *Puya Gaudini* Hr., *Cinnamomum Scheuchzeri* Hr., *Echitonium Sophiae* Web.

TERRAIN PLIOCÈNE. *Pliocène et glaciaire*. M. SORDELLI <sup>2</sup> a donné une description de la flore pliocène de la Folla d'Induno et de Pontegana sur laquelle il avait déjà publié un travail en 1873<sup>3</sup>. Il y signale :

*Pinus Haidingeri* Ung., *Saturni* Ung., *Sequoia Langsdorfi* Br., *Quercus Valdensis* Hr., *Salix tenera* Br., *Populus mutabilis* Hr., *Platanus deperdita* Mass., *Ficus lanceolata* Hr., *Cinnamomum polymorphum* Hr., *Juglans acuminata* Br., etc.

Cette flore a la plus grande ressemblance avec celle d'Oeningen ; sur 26 espèces, 14 se trouvent dans ce gisement classique, généralement considéré comme miocène supérieur. Ces recherches fournissent donc une nouvelle preuve du passage insensible qui a existé entre les périodes miocène et pliocène.

L'auteur passe ensuite en revue les flores tertiaire supérieure, quaternaire et glaciaire de l'Italie et il arrive aux conclusions suivantes : La flore pliocène a plus de

<sup>1</sup> Greppin, Observations géologiques, historiques et critiques, IV, 1879.

<sup>2</sup> Sordelli, Le Filliti della Folla d'Induno presso Varese e di Pontegana tra Chiasso e Balerna nel canton Ticino. *Atti Soc. ital. di Sc. nat.*, 1879, XXI, 877.

<sup>3</sup> Descrizione di alcuni avanzi vegetali della argille plioceniche lombarde.... *Atti soc. ital. Sc. nat.*, 1873, XVI, 350 ; 6 pl.

rapports avec la flore miocène qu'avec les flores subséquentes; le passage a été plus lent entre ces deux premières périodes et le renouvellement plus complet après l'époque pliocène. Les flores quaternaires (Pianico, Leffe, Morla) et les flores glaciaire et actuelle sont d'eau douce ou terrestre. La flore quaternaire n'a pas d'espèces communes avec la pliocène; celle des trois localités citées a 57 % d'espèces éteintes ou émigrées, ayant le plus d'affinité avec celles du nord de l'Amérique et de l'Asie centrale; elles appartiennent à un climat tempéré ou tempéré froid. La flore glaciaire est formée d'espèces vivantes sans mélange de formes exotiques, mais vivant à des altitudes différentes<sup>1</sup>. Les flores pliocène et quaternaire, loin de se confondre, ont été séparées par une longue période, pendant laquelle s'est développée une flore spéciale, qui est contemporaine de la faune des grands mammifères (*Hyæna spelæa*, *Felis antiqua*, *spelæa*, *Elephas meridionalis*, *antiquus*, *Rhinoceros Merckii*, *Hippopotamus major*, etc.). Il n'y a donc eu aucune connexion entre l'époque pliocène et l'époque glaciaire; la mer s'était retirée du pied des Alpes à l'époque de la grande extension des glaciers, et l'on ne peut expliquer la présence de coquilles pliocènes dans le terrain glaciaire par le fait que les glaciers auraient déposé dans la mer même leurs moraines terminales.

M. TARAMELLI<sup>2</sup> ne partage pas l'opinion de MM. Stoppani et Desor sur la nature des dépôts pliocènes et glaciaires

<sup>1</sup> Les recherches sur la faune glaciaire concordent très bien avec ces résultats. Les trois espèces trouvées dans cette contrée, *Arctomys marmotta* L., *Arvicola arvalis* L., et *Capra ibex* L. sont aussi des espèces vivantes, mais recherchant les climats froids.

<sup>2</sup> Il canton Ticino meridionale....

du Tessin. A la base des terrains quaternaires se trouve le *ceppo*, conglomérat tout à fait indépendant des argiles pliocènes sur lesquelles il repose, et recouvert par le puissant dépôt du *Ferretto*; ces deux formations indiquent qu'il s'est écoulé un long laps de temps entre le soulèvement postpliocène de la plaine lombarde et le développement des moraines. L'auteur examine la nature et la distribution des dépôts glaciaires qui se sont étendus sur ces terrains et donne à ce sujet beaucoup de détails nouveaux.

Il a consacré<sup>1</sup> un travail spécial à l'étude du *Ferretto*. On donne ce nom, dans la plaine lombarde, à une argile assez fine, plus ou moins plastique, colorée en rouge avec des taches bleuâtres et blanchâtres, et qui se trouve entre les vallées de l'Adda et du Tessin. Cette formation contient de nombreux cailloux alpins et subalpins. L'auteur en a étudié la nature et les gisements qu'il a décrits et figurés sur une carte géologique de cette région. Il la considère comme un dépôt littoral<sup>2</sup>, formé sur une plage submergée temporairement ou se soulevant lentement. La distance à laquelle les matériaux alpins ont été entraînés (jusque près de Monza) ne permet pas d'expliquer leur présence seulement par l'action des cours d'eau; il faut faire intervenir celle des glaciers; d'autre part ces matériaux ne sont pas assez gros pour qu'on puisse les considérer comme un véritable dépôt morainique ou une moraine remaniée. Ce dépôt paraît être un énorme talus littoral, formé par les

<sup>1</sup> Taramelli, Alcune osservazioni sul Ferretto della Brianza. *Atti Soc. ital. Sc. nat.*, 1877, XIX, 334.

<sup>2</sup> M. Taramelli émet dans un travail ultérieur (Il Canton Ticino) des doutes sur la valeur des fossiles marins trouvés dans ce dépôt.

débris entraînés des moraines réunies des glaciers de l'Adda et du Tessin, quand leurs extrémités se trouvaient à l'issue de leurs vallées, à une époque où la mer pliocène occupait encore cette région et y formait un estuaire vaste et peu profond, lors de la première période glaciaire qui était celle de la plus grande extension; c'est l'époque de la formation des sables jaunes pléistocènes dont le Ferreto se trouve ainsi être contemporain. La plaine lombarde était encore à 200<sup>m</sup> au-dessous de son niveau actuel. M. Taramelli passe ensuite à l'examen de la question si controversée de la présence des coquilles pliocènes dans le terrain glaciaire de cette région. Ces terrains que MM. Stoppani et Desor regardent comme des dépôts marins sont pour lui des dépôts lacustres, glaciaires et post-glaciaires. La mer avait déjà abandonné cette région lorsque les glaciers y déposaient leurs moraines.

TERRAIN QUATERNAIRE. M. N. PINI<sup>1</sup> a fourni de nouveaux documents sur la faune fossile post-pliocène de la Lombardie et donne des listes de coquilles terrestres et d'eau douce trouvées dans les argiles blanches qui recouvrent les lignites de Leffe, et dans les tourbières. Il indique ainsi 53 espèces et variétés appartenant à 19 genres; 30 sont terrestres, 22 sont aquatiques.

M. GREPPIN<sup>2</sup> a donné une série de coupes des terrains quaternaires des environs de Bâle. Je résume ici l'une d'entre elles :

1. Terre végétale.....	0 <sup>m</sup> 40
2. Graviers jurassiques avec quelques cailloux vosgiens ou hercyniens, rarement alpins.....	1 <sup>m</sup> 60

<sup>1</sup> N. Pini, Contribuzione alla fauna fossile postpliocenica della Lombardia. *Atti Soc. ital. Sc. nat.*, 1879, XXI, 774.

<sup>2</sup> Greppin, Observations géologiques, historiques et critiques, IV, 1879.



3. Graviers plus grossiers de même nature.....	5 <sup>m</sup>
4. Limon à feuilles, mollusques et insectes.....	1 <sup>m</sup>
5. Graviers vosgiens et hercyniens.....	20 <sup>m</sup>
6. Marne à <i>Helix Ramondi</i> .....	—

La flore trouvée dans l'assise n° 4 (*Pinus sylvestris* L., *Phragmites communis* Tr., *Salix cinerea* L., *aurita* L., *Viburnum lantana* L., *Rhamnus frangula* L., *Menianthes trifoliata* L., etc.) est, d'après M. Heer, contemporaine de celle de Dürnten. La faune (*Cervus elaphus*, *Bos primigenius*, *Equus scabellus*, *Elephas primigenius*) confirme cette opinion. On y trouve aussi tous les mollusques du lehm. Cette assise, qui repose sur les graviers des Vosges et de la Forêt-Noire, et sur laquelle on a observé au Bruderholz un dépôt de l'âge de la pierre, correspond donc à l'alluvion ancienne. L'assise n° 5 n'est pas quaternaire, mais tertiaire et contemporaine du conglomérat de l'Utliberg. Les sables et graviers des dépôts à *Dinotherium* et de l'étage helvétique du Jura, de Thoune, de l'Utliberg, du Pilate et du Righi proviennent des Vosges et de la Forêt-Noire. Le soulèvement du Jura et des Alpes a eu lieu au commencement de l'époque quaternaire.

*T. glaciaire.* M. RENEVIER<sup>1</sup> a reconnu sur les flancs du Jura, entre Ste-Croix et Mauborget, un fragment de l'ancienne moraine frontale du glacier du Rhône qu'il a pu suivre sur une dizaine de kilomètres et qui a de 500 à 1500<sup>m</sup> de largeur; il en donne une description détaillée. On sait depuis longtemps que le point culminant du glacier du Rhône se trouve sur les flancs du Chasseron;

<sup>1</sup> Renevier, Partie culminante de l'ancienne moraine frontale du glacier du Rhône sur les flancs du Jura. *Bull. soc. vaud.*, 1879, XVI, 21.

M. Renevier le fixe à Brelingarde-dessus, à 3  $\frac{1}{2}$  kilomètres au N.-E. du Bullet, à 1233<sup>m</sup> d'altitude; mais il se peut qu'il y ait des blocs plus élevés.

On s'accorde généralement à attribuer les anciens glaciers des Vosges et de la Forêt-Noire à l'époque quaternaire; M. GREPPIN<sup>1</sup> les rapporte à celle des sables à *Dinotherium*, formés en majeure partie d'éléments vosgiens. Depuis lors les Vosges auraient subi un effondrement qui aurait abaissé leur niveau de 600<sup>m</sup> et qui aurait été contemporain de celui qu'on observe dans la vallée du Rhin aux environs de Bâle.

M. BARETTI<sup>2</sup> a dressé une carte de la période glaciaire dans les Alpes grecques septentrionales. Le grand glacier du Val d'Aoste était formé par les deux glaciers du Val Ferret et de l'Allée Blanche; il était alimenté par des affluents venant de la vallée de la Thuile, du Val Grisanche, de la vallée de Rhêmes, etc., et il a laissé beaucoup de traces de sa grande extension; les flancs des montagnes sont polis jusqu'à 500<sup>m</sup> de hauteur au-dessus de Pré-St-Didier; au mont Colon, le glacier s'élevait à 600<sup>m</sup> au-dessus du fond de la vallée.

M. DESOR<sup>3</sup> a reconnu les traces bien évidentes de l'époque glaciaire dans les environs de Nice, sur le flanc gauche de la vallée de St-André, près de Laval. Ses recherches dans cette région lui font admettre la série des phénomènes suivants que nous indiquons très en abrégé: 1° Après la période éocène, soulèvement des Alpes; le

<sup>1</sup> Observations géologiques.....

<sup>2</sup> Studi geologici.....

<sup>3</sup> Desor, Sur les terrains glaciaires, diluviens et pliocènes des environs de Nice. *Bull. soc. nç. des Sc. nat.*, 1879. Extr. *Bull. Neuchâtel*, 1879, 519.

massif de la Corniche a un littoral profondément découpé; 2° dépôt des terrains pliocènes; 3° soulèvement de ces terrains à 400 ou 500<sup>m</sup>; 4° période glaciaire; présence de l'homme et de l'éléphant; 5° mouvement d'eaux, dépôt du diluvium, en particulier du lehm rouge; 6° Oscillations lentes, plages soulevées.

*Glaciers actuels.* D'après les observations faites en 1879 par M. CH. DUFOUR<sup>1</sup>, le retrait du glacier du Rhône a été de 440<sup>m</sup> en moyenne depuis 1870.

M. V. PAYOT<sup>2</sup> a réuni des documents relatifs aux oscillations des 4 grands glaciers de la vallée de Chamonix, sur lesquels j'ai déjà indiqué les mesures données par M. Grad<sup>3</sup> (Rev. pour 1878, 419). Le glacier des Bossons était en 1878 à 634<sup>m</sup> de la moraine de 1818; la Mer de Glace a subi un retrait de 1268<sup>m</sup> de la pierre portant la date de 1826 à son extrémité en 1878; du 4 novembre 1868 au 27 septembre 1878, le retrait a été de 757<sup>m</sup>. Le glacier d'Argentière s'est retiré, de 431<sup>m</sup> de 1818 à 1868 et de 911<sup>m</sup> de 1818 à 1878, soit de 480<sup>m</sup> dans les 10 dernières années. Le glacier du Tour a reculé de 980<sup>m</sup> de 1818 à 1868, et de 1680<sup>m</sup> jusqu'en 1878; son recul a donc été de 700<sup>m</sup> dans les 10 dernières années.

Du 3 novembre 1878 au 19 juin 1879 le glacier des Bossons a avancé de 12<sup>m</sup>.

*Terrasses.* M. MUHLBERG<sup>4</sup> s'est occupé des terrasses des rivières qui atteignent dans l'Argovie un remarquable

<sup>1</sup> Dufour, *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1879, II, 526.

<sup>2</sup> Payot, *Oscillations des quatre grands glaciers de la vallée de Chamonix*, 1879.

<sup>3</sup> Les mesures données par ces deux auteurs sont très différentes.

<sup>4</sup> Mühlberg, *Ueber die Flussterrassen in Aargau. Actes Soc. helvét.* Berne, 1878, 90.

développement et dont il a aussi discuté l'origine dans un autre mémoire (Rev. pour 1879, 416). Au lieu d'admettre que ces terrasses ont été déposées après la période glaciaire, pendant la fonte des glaciers, il croit qu'elles sont contemporaines de la grande extension de la seconde époque glaciaire, et qu'elles datent du temps où les glaciers formaient la grande ligne de moraines de Dagsmarsellen à Baden. Des dépôts analogues se sont faits plus tard dans la partie supérieure des vallées, pendant les temps d'arrêt qui s'opéraient dans le retrait des glaces. Ces terrasses n'ont pas été déposées dans des lacs, puisque toutes les couches qui les constituent sont également horizontales. On doit attribuer leur origine, non pas à des soulèvements ou des affaissements du sol, mais à un déplacement du lit de la rivière accompagné d'une érosion lente.

*Phénomènes récents.* On doit à M. TREPIER<sup>1</sup> d'intéressantes recherches sur l'éboulement du Mont Granier (Savoie) qui ensevelit en 1248 la ville de St-André. La cause déterminante de cette catastrophe fut un tremblement de terre qui fut ressenti des Alpes aux côtes d'Angleterre.

M. BALTZER<sup>2</sup> a donné des dessins du grand éboulement qui a eu lieu, dans la nuit du 14 au 15 novembre 1879, au Vitznauerstock sur les bords du lac de Lucerne. Dans la même nuit, une partie du rivage de 15<sup>m</sup> de longueur s'enfonça brusquement dans le lac. A l'éboulement succéda la formation d'un torrent de boue qui menaça sérieusement le village de Vitznau et qui provenait de ce

<sup>1</sup> Trepier, Recherches historiques sur le décanat de Saint-André (de Savoie) et sur la ville de ce nom. *Mém. Acad. Savoie*, 1879, VI.

<sup>2</sup> Baltzer, Der Felssturz von Vitznau. *Neu. Alpenpost*, X, n° 22.



que les eaux des ruisseaux s'accumulaient en amont des matériaux éboulés. Cet éboulement est dû aux profondes fissures transversales qui pénètrent dans les couches crétacées très redressées qui constituent le Vitznauerstock.

M. DE TRIBOLET<sup>1</sup> a décrit un effondrement qui s'est produit, le 21 février 1879, dans le canton de Neuchâtel, à l'extrémité de la colline glaciaire du Gibet près de l'entrée d'un tunnel. Cet auteur<sup>2</sup> signale aussi un éboulement qui a eu lieu le 29 mars 1878 au Crêt Taconnet; la colline est formée de bancs calcaires néocomiens, séparés par des couches argileuses et inclinés de 45°. Un glissement s'est produit sur une de ces couches d'argile, entraînant une masse de rochers de 40<sup>m</sup> de large, de 5<sup>m</sup> de haut et de 10<sup>m</sup> de long.

M. GUILLAUME<sup>3</sup>, puis M. DE TRIBOLET<sup>4</sup> ont signalé sur les bords du lac de Neuchâtel, au pied de la falaise des Saars et entre Vaumarcus et St-Aubin, des trous de dimensions variables, ressemblant beaucoup à des marmites de géants et au fond de chacun desquels se trouvaient un ou plusieurs cailloux. Leur origine paraît due aux eaux du lac; on les observe aussi entre Neuchâtel et Auvonnier, ainsi qu'entre Bevaix et Concise.

Nous avons eu fréquemment à signaler la découverte de marmites de géants sur divers points de la plaine suisse et du pied des Alpes. Il est intéressant de relever l'analogie de ces formations avec celles qui ont été observées

<sup>1</sup> De Tribolet, *Bullet. Neuchâtel*, 1879, 525.

<sup>2</sup> Id. 454.

<sup>3</sup> Guillaume, *Bullet. Neuchâtel*, 1877, p. 13.

<sup>4</sup> De Tribolet, Sur l'origine des fausses marmites de géants des bords du lac de Neuchâtel. *Bullet. Neuchâtel*, 1879, 529.

dans le muschelkalk de Rudersdorf en Allemagne où elles ont été décrites par M. Nœlting<sup>1</sup>.

M. F. DE SALIS<sup>2</sup> a décrit l'écoulement subit du lac de Merjelen qui a eu lieu le 18 juillet 1878 (Revue pour 1872, 64). On sait que les eaux de ce petit lac sont retenues par le glacier d'Aletsch. Il a environ 300<sup>m</sup> de large, 800<sup>m</sup> de long, et l'on évalue à 10,000,000 mètres cubes la quantité d'eau qu'il renferme.

*Faune quaternaire. Stations lacustres.* M. Desor avait supposé que les ténevières, petites éminences sous-lacustres de gravier sur lesquelles étaient établies les palafittes, avaient été faites par les hommes pour servir de fondations à ces stations. M. FOREL<sup>3</sup> a combattu cette hypothèse. Après avoir démontré le mode de formation de la grève des lacs et celui des ténevières naturelles, il explique celui des ténevières artificielles par le mélange des cailloux de la grève avec les matériaux de toute nature rejetés en quantité considérable par les habitants des palafittes de l'âge de la pierre. Ces matériaux étaient retenus sous la station par les nombreux pilotis sur lesquels celle-ci était fondée; la palafitte une fois détruite, ils ont été remaniés par les eaux et, s'affaissant à mesure que le sol était rongé et enlevé, ils ont constitué une couche de plus en plus compacte qui a formé un banc continu et protégé le sol contre une érosion ultérieure. Diverses considérations font attribuer par l'au-

<sup>1</sup> Nölting, Ueber das Vorkommen von Riesenkesseln im Muschelkalk von Rudersdorf. *Zeitschr. d. geol. Ges.*, 1879, XXI, 339.

<sup>2</sup> F. von Salis. Der Merjelensee im Wallis. *Jahrb. S. A. C.*, 1879, XIV, 549.

<sup>3</sup> F.-A. Forel, Les ténevières dans les lacs suisses. *Archives*, 1879, I, 431. Les ténevières artificielles des cités lacustres. *Indic. d'antiq. suisses*, 1879, 905.

teur une durée extrêmement longue à l'époque de la pierre.

Après un nouvel examen des ténevières de Hauterive et de Champveyres, M. DESOR<sup>1</sup> a reconnu que les pilotis des ténevières sont apointis à leurs extrémités et il en conclut qu'ils ont été enfoncés dans des amas de cailloux naturels existant antérieurement, acceptant ainsi l'exactitude des observations de M. Forel; mais, reconnaissant que ces cailloux sont de nature très variée, de granits, d'autres roches cristallines, de quartzites, de calcaires, et qu'on trouve parmi eux beaucoup de blocs à angles saillants, il en conclut que l'origine de ces amas n'est pas due seulement à l'action des vagues, mais qu'ils sont des restes d'anciennes moraines dont les vagues auraient lavé la partie supérieure et entraîné les sables et les argiles de manière à leur donner l'apparence d'un pavé.

Plusieurs objets intéressants de l'époque de la pierre polie ont été trouvés à Genève en aval du pont de la Coulouvrenière sur la rive gauche du Rhône, dans les fouilles faites pour l'établissement d'une machine hydraulique à vapeur. Un des plus curieux est un grattoir en jade vert de 7 à 8 centimètres de long et admirablement poli.

Au commencement de ses recherches préhistoriques, M. DESOR<sup>2</sup> croyait, avec M. de Mortillet, que le jade et la néphrite se trouveraient dans des gisements européens, mais comme, malgré toutes les recherches, aucun gisement de ces roches n'a pu être découvert en Europe et qu'elles sont au contraire abondantes dans les Indes, cet auteur s'est rattaché plus tard à l'idée que les objets faits

<sup>1</sup> Desor, Lettre à M. le professeur Forel. *Indic. d'antiq. suisses*, 1879, 943.

<sup>2</sup> *Journal de Genève*, 16 janv. 1880.

de ces roches sont d'importation étrangère; les travaux récents n'ont fait que le confirmer dans cette opinion.

M. GRANGIER<sup>1</sup> a publié un rapport sur les trouvailles récentes faites dans les stations lacustres des lacs de Neuchâtel et de Morat. Les nouvelles recherches confirment le fait que les stations les plus productives présentent toutes des traces d'incendies; ce sont entre autres celles de Gletterens, de la Crasaz, d'Estavayer, de la Planta, etc. M. Grangier a fait figurer une partie des objets nouvellement recueillis; il a signalé aussi la découverte d'une nouvelle pirogue trouvée près d'Estavayer et qui vient s'ajouter aux cinq déjà connues; l'une d'elles, celle de Forel, est maintenant exposée au musée de Fribourg. Quatre stations de l'âge de la pierre (Grenng, Grenng-Mühle, Meyriez et Morat) et une de l'époque du bronze (Montillier), ont été reconnues dans le lac de Morat; une sixième est encore indéterminée.

Deux autres pirogues préhistoriques ont été aussi trouvées à Bevaix dans le lac de Neuchâtel: elles ont été décrites par M. BOREL<sup>2</sup>. L'une, longue de 5<sup>m</sup>,55, date de l'âge de la pierre et a été trouvée près de la station du Chatelard; elle se trouve aujourd'hui au musée de Neuchâtel; l'autre, beaucoup plus belle, longue de 8<sup>m</sup> et portant les traces de supports pour 7 bancs, date de l'époque du bronze; elle est figurée dans cette note.

Quelques autres trouvailles intéressantes ont été faites dans les stations lacustres. M. KELLER<sup>3</sup> a décrit et figuré

<sup>1</sup> Grangier, Stations lacustres des lacs de Neuchâtel et de Morat. *Rev. scient. suisse*, 1879, 217.

<sup>2</sup> Borel, *Bull. Neuchâtel*, 1879, 496.

<sup>3</sup> *Indicateur d'antiq. suisses*, 1879, 889; *Rev. scientif. suisse*, 1879, 49.



des restes de chars en bronze et des ornements destinés à des chevaux recueillis dans diverses stations; M. GROSS<sup>1</sup>, un vase en terre, de forme bizarre trouvé à Auvernier; M. BURKARD-RÆBER<sup>2</sup> a décrit quelques objets de bronze provenant de l'Argovie; M. QUIQUEREZ<sup>3</sup>, un croissant en terre cuite de la roche de Courroux dans le Jura, etc.

De nombreux objets de l'époque du bronze ont été découverts dans une grotte située au-dessus de Ramponnet près de Menthon (lac d'Annecy) et ont été signalés par M. REVON<sup>4</sup>. Ces objets, haches, faucilles, anneaux, bracelets et un culot en bronze indiquent la présence en cet endroit d'un ancien atelier de fondeur; plusieurs d'entre eux sont terminés, d'autres en voie de fabrication.

MM. G. RANCHET et J. REGAZZONI<sup>5</sup> ont décrit les découvertes faites récemment dans la station lacustre de l'Isolino sur le lac de Varese, et M. CASTELFRANCO<sup>6</sup> a décrit les stations des lacs de Monate et de Varano. 9 stations sont maintenant connues dans le lac de Varese, 3 dans celui de Monate, 3 dans celui de Varano. Des objets préhistoriques nombreux ont été aussi trouvés dans les tourbières de la même région. M. BORGHINI<sup>7</sup> a décrit une station découverte dans celle de Brabbia.

<sup>1</sup> *Indicat. d'antiq. suisses*, 1879, 945.

<sup>2</sup> *Ibid.*, 891, 907, 920.

<sup>3</sup> *Ibid.*, 893.

<sup>4</sup> Revon, La cachette de fondeur de Menthon. *Rev. savoiss.*, 1879, 14.

<sup>5</sup> Ranchet et Regazzoni, Le nuove scoperte preistoriche all'Isolino nel lago di Varese. *Atti Soc. ital. Sc. nat.*, 1879, XXI, 369.

<sup>6</sup> Castelfranco, Le stazioni lacustri dei laghi di Monate e di Varano e considerazioni generali intorno alle palafitte. *Ibid.*, 398.

<sup>7</sup> N. Borghi, Sulla scoperta di una stazione preistorica nella palude Brabbia. *Ibid.*, 822.

*Pierres à écuellen.* M. IMER<sup>1</sup> a décrit la pierre à écuellen des Prises, formée d'un granit schisteux et située près du Landeron (Neuchâtel) et M. GARTMANN<sup>2</sup> un autre de ces monuments situé au-dessus du village de Cästris près d'Ilanz (Grisons).

M. TRUCHET<sup>3</sup> a signalé à Mont-Denis en Maurienne une pierre, posée sur un grand bloc, qui porte 15 godets de diverses dimensions; c'est probablement une pierre à écuellen; on en voit, paraît-il, une semblable près de Bessans. Ce sont les deux seules qui soient connues en Maurienne.

<sup>1</sup> Fr. Imer, La pierre à écuellen des Prises. *Indic. d'antiqu. suisses*, 1879, 903.

<sup>2</sup> J. Gartmann, Schalenstein bei Ilanz. *Ibid.*, 904.

<sup>3</sup> Truchet, Note sur une pierre à godets trouvée à Mont-Denis (Maurienne). *Rev. savoiss.*, 1879, 120.

---

# DÉSCRIPTIONS ÉNIGMATIQUES

DE

## GROUPES NATURELS

PAR

**M. Alph. de CANDOLLE**<sup>1</sup>

---

Il ne manque pas dans les livres des descriptions énigmatiques et même inintelligibles, qu'il aurait mieux valu ne pas publier. Si elles venaient uniquement de botanistes médiocres ou incapables, ce serait une conséquence toute

<sup>1</sup> L'article que nous publions ici, avec autorisation de l'auteur, est tiré d'un volume sur la *Phytographie*, qui va paraître prochainement à Paris, chez Masson, libraire. M. de Candolle traite dans cet ouvrage de la manière de préparer, rédiger et publier les livres et mémoires de botanique, en particulier ceux qui roulent sur des descriptions d'organes ou de groupes naturels. Dans les descriptions de groupes, l'auteur distingue celles qui sont développées, abrégées, faites sous certains points de vue spéciaux, ou enfin énigmatiques, c'est-à-dire plus ou moins incompréhensibles. Il examine, dans une série de chapitres, les difficultés qui se présentent dans les rédactions, l'emploi de figures, signes, etc., les questions de style, de nomenclature des organes, etc. Il insiste sur les preuves matérielles des descriptions, et comme elles existent surtout dans les herbiers, il indique dans quelles collections se trouvent les échantillons de voyageurs fréquemment cités et les herbiers d'auteurs qui ont publié des descriptions. Cette dernière partie, fondée sur des documents qui n'avaient jamais été réunis en aussi grand nombre, aura un intérêt tout pratique, à côté de l'intérêt scientifique de l'ouvrage dans son ensemble.

(Note de la Rédaction.)

naturelle de leur faiblesse ; mais elles remontent quelquefois à des auteurs de premier ordre, comme Linné, de Lamarck, de Candolle, Blume, Kunth, etc. J'en donnerai la preuve, et nous chercherons quelles erreurs de méthode ont produit ce singulier résultat.

Les descriptions qu'il n'a pas été possible de comprendre se trouvent dans les synonymes douteux de genres ou d'espèces, et surtout à la fin des genres, sous les titres de *Species non satis notæ*, *species dubiæ*, *obscuræ*, *nomine tantum notæ*, *indescriptæ*, etc. En réalité ces espèces ont toutes été décrites mal, ou trop en abrégé. Quelquefois elles sont désignées seulement par un nom, sans même une phrase, mais, dans ce cas extrême, on peut dire qu'il existe encore une sorte de description, car le nom du genre implique plusieurs caractères importants, et celui d'espèce fait présumer que l'auteur a comparé sa plante avec d'autres déjà connues.

Ce sont des énigmes plus ou moins obscures, solubles ou insolubles.

Le tableau suivant indique le nombre des *Species dubiæ*, etc., des volumes XIV à XVII du *Prodromus*, rapportées à leurs auteurs, du moins à ceux qui ne sont plus en vie, car l'obscurité sur des noms proposés par des auteurs plus récents, peut tenir à des causes accidentelles ou momentanées.

J'ai eu soin d'attribuer chaque énigme à celui qui en a été l'origine. Ainsi une espèce inintelligible dans Loureiro, nommée plus tard autrement dans un ouvrage, est attribuée à Loureiro. Les noms des listes de Wallich n'ont pas été comptés, parce qu'ils accompagnaient seulement des échantillons destinés à être étudiés, et que ceux-ci expliquent l'espèce.



Je n'ai pas relevé les auteurs qui n'ont pas suivi la nomenclature binominale, ni les indications incertaines et de seconde main, comme celles de Steudel (*Nomenclator*) et de Rømer et Schultess (*Systema*), quand elles mentionnent vaguement un auteur; ni les noms suivis de l'épithète *hort.* (*hortulanorum*). Ces derniers ne sont pas de vrais noms botaniques. Je les regarde comme destinés au commerce et propres, dans la science, seulement à embrouiller. Ce sont des sources intarissables d'énigmes et de doubles emplois, mais les auteurs du *Prodromus* les ont énumérés d'une manière trop incomplète pour en tenir compte.

Dans le tableau qui suit, les auteurs ayant à leur charge plus de trois espèces énigmatiques, sont indiqués nominativement. En outre, dix-sept auteurs en ont chacun trois; vingt et un chacun deux, et quarante-huit une seule. Le total des espèces est de 562, pour 129 auteurs différents.

	Espèces énigmatiques.		Espèces énigmatiques.
Blume.....	66	Sonder.....	8
Miquel.....	59	Bojer.....	7
Blanco.....	32	Geiserl ( <i>Croton</i> ).....	7
Opiz.....	28	Forskål.....	7
Roxburgh.....	20	Willdenow.....	7
Kunth.....	19	Campdera.....	6
Sprengel.....	17	Desfontaines.....	6
Loureiro.....	15	Kitaibel.....	6
Vahl.....	14	Lemaire.....	6
Don ( <i>Prodr. Nep.</i> ).....	14	Presl ( <i>Epim.</i> ).....	6
Rafinesque.....	12	Siebold et Zuccarini.....	6
Noronha.....	11	Hooker et Arnott.....	5
Griffith.....	11	Rømer et Schultess.....	5
Nees.....	11	Tenore.....	5
Thunberg.....	11	Haworth.....	4
Poiret.....	11	Hoffmansegg.....	4
Hamilton ( <i>Prodr. Ind. occ.</i> ).....	11	Jack.....	4
Ruiz et Pavon.....	10	Lindley.....	4
Linné.....	9	Martens et Galeotti.....	4
De Lamarck.....	9	Seemann.....	4
Rob. Brown.....	8	Siebold.....	4
Endlicher.....	8		

Les volumes XIV à XVII du *Prodromus*, publiés de 1856 à 1873, contiennent 11,056 espèces classées et décrites. Les énigmatiques sont au nombre de 562, sans compter celles qui ont été rapportées avec doute à certaines espèces. La proportion est de 5 pour 100. Des travaux plus étendus dans les herbiers auraient fait disparaître quelques-unes de ces espèces énigmatiques; mais elles n'en restent pas moins à la charge de leurs auteurs primitifs.

Pour classer équitablement les botanistes sous le rapport des énigmes, il faudrait tenir compte de l'étendue de leurs travaux respectifs. Les neuf énigmes de Lamarck ou de Linné sont peu de chose pour les centaines d'espèces nouvelles qu'ils ont décrites, tandis que les 32 de Blanco, les 28 d'Opiz, etc., ou même les 6 de Kitaibel, les 4 de Jack, etc., sont des proportions importantes relativement aux ouvrages de ces auteurs. Un calcul proportionnel n'est guère possible; mais tout botaniste au courant de la science remarquera des proportions assez fortes d'énigmes :

1° Chez certains auteurs qui ont beaucoup écrit, comme : Blume, Miquel, Roxburgh, Kunth, Sprengel;

2° Chez d'autres qui ont publié un ou deux volumes seulement, ou même de simples mémoires, tels que : Blanco, Opiz, Loureiro, Don, Noronha, Griffith, Hamilton <sup>1</sup>, Bojer, Geiserl, Forskal, Campdera, Kitaibel, Presl, Haworth, Jack, Martens et Galeotti.

Trois grands naturalistes qui ont beaucoup écrit, Linné, de Lamarck et Brown, se suivent au milieu de la liste. Les énigmes de Brown ont souvent été résolues depuis

<sup>1</sup> Ou plutôt Desvaux, sous le nom de Hamilton.

les volumes de l'ouvrage dans lequel nous les avons relevées ; mais elles n'en ont pas moins été des énigmes.

Ajoutons, pour être justes, que les volumes du *Prodromus* sur lesquels repose l'énumération, n'indiquent rien sur les volumes antérieurs, dans lesquels se trouvent, surtout au commencement, des descriptions trop abrégées, qu'on a difficilement comprises. Le fondateur du *Prodromus* a laissé des énigmes, — nous verrons par quelle cause, — mais ce doit être dans une faible proportion relativement aux 6,350 espèces nouvelles qu'il a décrites. D'un autre côté, quelques auteurs, dont l'obscurité et les bévues sont célèbres, ne se trouvent pas sur la liste, parce que le hasard des familles qui ont servi au calcul ou la date des ouvrages n'ont pas conduit à les citer. Je rappellerai Vellozo, dont les dix volumes de planches sont presque uniquement des énigmes.

Ceci m'amène à chercher les causes ordinaires de l'obscurité chez des auteurs tantôt médiocres et tantôt d'un mérite incontestable. Évidemment les uns n'ont pas su décrire convenablement, d'autres ont cru opportun de publier des descriptions insuffisantes faites sur de mauvais échantillons, et d'autres, enfin, n'ont pas voulu se donner la peine de rédiger avec tous les détails nécessaires. Les causes sont donc diverses ; mais elles ont toujours leur origine dans quelque idée mal conçue qu'il est bon de combattre.

L'illusion dans laquelle on a été longtemps sur le nombre des espèces, a fait croire qu'un petit nombre de caractères propres à distinguer d'avec les espèces connues, pouvait suffire ; mais l'abondance des nouvelles formes, qu'il a fallu ensuite comparer et intercaler, a montré que ces descriptions tronquées sont souvent insuffisantes.

On croyait aussi qu'une description de fragments in-

complets, par exemple, sans fleurs ni fruits, peut plus tard être complétée facilement au moyen de bons échantillons. C'était une erreur. Il est plus sûr et plus facile de décrire entièrement à neuf que de comparer des détails incohérents, plus ou moins douteux quant à l'espèce, avec des échantillons nouveaux. Je m'en suis bien aperçu récemment, dans un travail sur les Smilacées, lorsque j'avais sous les yeux les fragments de tiges et de feuilles avec lesquels Willdenow, Kunth et Presl ont eu la malheureuse idée de constituer des espèces. Ces échantillons authentiques étaient difficiles à identifier avec ceux des voyageurs modernes. Si je n'avais eu que les descriptions des auteurs, sans leurs misérables types, il aurait fallu renoncer à les comprendre, et j'aurais décrit probablement comme nouvelles des espèces qui ne l'étaient pas, ce qui aurait encore compliqué les questions. Parmi les grands descripteurs, Kunth, Blume et Miquel sont tombés souvent dans ce défaut de décrire des fragments, au lieu de les laisser sans noms dans les herbiers. Je dis sans noms, car il ne convenait pas à ces habiles botanistes que d'autres vinsent ensuite leur attribuer des espèces mal constituées ou mal nommées, qu'ils n'auraient peut-être pas voulu publier telles quelles plusieurs années après leur travail.

J'ose à peine mentionner comme une source d'énigmes les descriptions faites de mémoire. Il y en a eu. C'est à peine croyable; on cite pourtant dans le *Prodromus* XIV, p. 178, un exemple tiré des ouvrages de Jacquin et j'en ai aperçu d'autres çà et là, surtout dans les publications de botanistes qui ont voyagé.

Pourquoi Robert Brown, qui était si exact, si minutieux et si prudent, a-t-il publié dans son *Prodromus Novæ Hollandiæ* tant d'espèces avec une courte phrase, et ensuite dans l'appendice au *Voyage de Salt*, une liste d'es-



pèces nouvelles désignées seulement par des noms? C'est bien difficile à expliquer. Un homme aussi supérieur ne devait pas attacher de l'importance à voir son nom plus ou moins cité à la suite de noms de genres ou d'espèces. D'ailleurs être cité pour une énigme n'est guère une distinction. C'est un peu moins fâcheux que pour une espèce mal faite ou dont la description est entachée d'erreurs, voilà tout. Heureusement Brown avait rapporté d'Australie d'excellents échantillons, dont il a donné des doubles assez libéralement et qu'on a pu voir à Londres et ailleurs, de sorte que la plupart des incertitudes ont été levées, surtout par M. Bentham dans son *Flora Australiensis*. Rheede, Rumphius et Plumier, dans les temps anciens, Blanco, Vellozo, Rafinesque, Noronha, après eux, n'ont pas eu le même soin, aussi leurs énigmes restent insolubles et leurs noms sont destinés à rappeler indéfiniment des choses mal dessinées ou mal décrites, quoique dans certains cas les planches ou les descriptions soient d'une grandeur démesurée.

Un autre document, relatif aux genres douteux, va nous conduire à des réflexions bien différentes.

Endlicher donne, à la fin de son ouvrage, une liste de *Genera dubie sedis et non satis nota vel nondum descripta, interdum iconibus illustrata*.

En les classant par auteur je trouve :

	Genres énigmatiques.
Vellozo. ....	29
Zippelius. ....	13
Loureiro. ....	9
Thunberg. ....	5
Anblet, Blanco, du Petit-Thouars, Rafinesque, Wallich, chacun. ....	4
Lallave et Lexarca, Bowditch, chacun. ....	3
Caldas, Jack, Molina, Schumacher, R. Brown, chacun	2
P. Browne, Jacquin, Kunth, Lamarck, Lhéritier, Molina, Noronha, Raddi, Ruiz et Pavon, Swartz, Tenore, Willdenow, Endlicher (pour Hügel), Forskal, Forster, G.-F.-W. Meyer, Mutis, chacun. ....	1

Sur les 6,895 genres, qui comprennent tout le règne végétal connu en 1840, Endlicher ne regarde comme absolument douteux que 409 d'entre eux, soit environ un et demi pour 100.

Ici les auteurs incapables ou médiocres ont été les plus grands donneurs d'énigmes. Quelques botanistes distingués, comme R. Brown, de Lamarck, Jacquin, Kunth, Swartz, sont indiqués pour un ou deux cas seulement, et d'autres tels que Linné, Vahl, les de Jussieu, de Candolle, Torrey, sir W. Hooker, de Martius, Lindley, Blume, Nees, Agardh, Fries, brillent par leur absence, quoiqu'ils aient publié beaucoup de genres. Évidemment ce sont les bons auteurs qui, depuis Tournefort jusqu'à nos jours, ont le mieux constitué et caractérisé les genres. Les médiocres y ont souvent échoué.

En somme, d'après les deux sortes de documents réunis ensemble, le Père Vellozo aurait été le plus coupable. C'est lui qui a laissé le plus d'énigmes, ou le plus de ces erreurs qui empêchent de comprendre des figures et des descriptions. Le Père Blanco est à peu près au même rang, tandis que le Père Loureiro avait eu au moins le mérite d'envoyer en Europe quelques plantes sèches, au moyen desquelles on peut comprendre une partie de ses descriptions. Il est à regretter que ces révérends ecclésiastiques, et même le Père Plumier, leur prédécesseur, ne se soient pas contentés d'écrire des homélies. Bonnes, on les aurait lues, mauvaises, on les aurait mises de côté; tandis qu'en histoire naturelle l'existence de certains noms et de certaines planches rend nécessaire de consulter indéfiniment les plus mauvais ouvrages.

Le fâcheux résultat de certaines publications a rendu les botanistes plus prudents. On publie moins de figures

mal faites. On commence à renoncer aux descriptions très incomplètes. On ne décrit plus d'après des dessins, comme Burmann l'a fait pour Plumier, Banks pour des plantes de Chine, de Candolle pour quelques espèces du Mexique, tirées de la grande collection de dessins de Mocino et Sessé. Quoique ceux-ci soient généralement exacts, ils ne suffisaient pas pour établir des espèces nouvelles. Mon père s'en est aperçu, heureusement, et après avoir inséré quelques descriptions tirées de cette source dans les premiers volumes du *Prodromus*, il y a renoncé. J'ai remédié ensuite, jusqu'à un certain point, à l'obscurité des espèces publiées en faisant faire dix calques des dessins, qui ont été répartis dans dix des principaux musées botaniques du monde (Voir chap. xxxi, au nom Mocino).

---

# NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LE PHILIPPIUM

PAR

**M. Marc DELAFONTAINE**

---

Vers la fin de l'été de 1878, j'ai annoncé l'existence d'un nouveau métal, le *philippium*, découvert par moi dans la samarskite de Mitchell County (N. C.).

Avant d'en faire l'objet d'une monographie, j'avais à éclaircir deux points dont un a été résolu il y a quelques jours seulement. Il me fallait trouver un procédé pour obtenir la philippine dans un état de pureté certaine, et il y avait à décider si le spectre d'absorption que je lui ai attribué lui appartient réellement. Voici les résultats auxquels conduisent mes recherches à ce sujet :

La samarskite est accompagnée dans son gisement d'une autre espèce minérale analysée et décrite par M. L. Smith sous le nom d'euxénite, quoiqu'il n'y ait pas trouvé d'acide titanique et que sa teneur en eau soit double de celle de l'euxénite de Norwège.

M. le révérend Grier Ralston de Norristown a bien voulu mettre à ma disposition environ une demi-livre de ce minéral, pour que j'en fasse l'examen chimique. Les morceaux les plus purs en apparence ont été attaqués de la manière habituelle et l'on en a extrait les bases terreuses. Ce mélange d'oxydes rares était d'un beau jaune



foncé un peu orangé. Sa dissolution nitrique saturée était parfaitement incolore; sous une épaisseur de quatre centimètres et demi elle a montré au spectroscope et cela d'une manière excessivement affaiblie, les spectres du didyme, du décipium, du philippium et de l'erbium. Elle a abandonné de beaux prismes sans la moindre trace de teinte rosée.

Ce nitrate a d'abord été traité de la manière habituelle par le sulfate potassique; il s'est précipité une quantité minime des métaux de la célite. L'on a extrait les terres du groupe yttria et on les a combinées de nouveau avec l'acide nitrique. Par le moyen de décompositions partielles au feu le nitrate a été partagé en trois produits A, B, C. La base retirée de A, combinée avec l'acide formique a donné en abondance du formiate terbique avec une petite quantité des autres bases. Celle de B a cédé encore une faible proportion de terbine, mais elle consistait principalement en une terre orangé foncé par le sous-acétate, jaune clair par le formiate et jaune encore plus clair par l'oxalate. Son formiate a cristallisé en petits prismes rhomboïdaux très brillants, nets et incolores longtemps avant que la dissolution fût sirupeuse; son équivalent était compris entre 92 et 98.

Du produit C on a retiré une terre semblable à la seconde, mais à équivalent un peu moins élevé.

On ne pourrait supposer que la terre jaune du produit B est un mélange à parties égales d'yttria et de terbine, car les procédés qui permettent de séparer ces deux dernières l'une de l'autre ne la dédoublent pas en produits déjà connus. C'est donc bien essentiellement un oxyde distinct; dans toutes ses propriétés chimiques elle se confond avec la philippine de la samarskite; le seul

caractère qui les différencie est le spectre d'absorption de cette dernière. Or voici quelques observations qui tendent à prouver leur identité :

J'ai reçu de Suède un échantillon d'*yttria* jaune très pâle par l'oxalate, qui ne montrait pas de spectre d'absorption. Il m'a été facile d'en retirer une terre plus colorée, identique avec celle de l'euxénite (équiv. 98).

M. Clève a bien voulu m'envoyer un échantillon d'erbine (sens Bunsen) dont le nitrate, sous une épaisseur moindre, montre les raies d'absorption du philippium plus fortes que je ne les obtiens avec l'équivalent 98.

Il me semble donc que le spectre composé des trois raies, rouge ( $\lambda$  648), verte ( $\lambda$  536) et indigo ( $\lambda$  450<sup>mil.</sup>) n'appartient pas réellement au philippium et comme ce spectre a été signalé pour la première fois par M. Soret, c'est à ce savant que revient le droit de nommer et d'étudier l'oxyde qu'il semble caractériser; je puis dire cependant que son poids atomique doit être notablement supérieur à 108, nombre auquel semble conduire l'analyse de M. Marignac, l'échantillon sur lequel mes savants compatriotes ont opéré contenait de la philippine sans spectre outre une forte proportion d'erbine et de terre X.

Quant à l'équivalent de ma philippine, mes dernières recherches tendent à l'élever un peu, probablement jusqu'à 98-100. C'est à quoi les purifications par l'acide formique, par la décomposition partielle des nitrates, par l'acéto-formiate et par le sulfate de soude conduisent chacune séparément.

J'avais d'abondants produits intermédiaires, jaune vif, ne donnant pas de spectre d'absorption, retirés de la samarskite. Je les avais mis de côté, pensant que c'étaient des mélanges d'*yttria* et de terbine. Mais les traitements aux-

quels je viens de les soumettre ne me permettent pas de les dédoubler ainsi. Par exemple, quand je traite par l'acide formique une terre jaune clair dont l'équivalent est 92, il se dépose du formiate de terbine peu soluble et amorphe, et la liqueur retient des formiates plus solubles à équivalent plus bas, si j'ai affaire à un mélange terbique. Au contraire, tout reste dissous, et j'obtiens par l'évaporation spontanée des cristaux blancs, brillants, solubles de nouveau sans décomposition quand j'opère sur un mélange d'yttria et de philippine ayant ce même équivalent 92. La décomposition partielle des azotates donne le même résultat.

Il me semble donc indubitable que la samarskite renferme aussi en abondance de la philippine outre une faible proportion de la terre X.

Chicago, 6 février 1880.

SUR  
LE DÉCIPIMUM ET SES PRINCIPAUX COMPOSÉS

PAR

**M. Marc DELAFONTAINE**

(1<sup>er</sup> Mémoire)

---

Dans le cours de mes recherches sur la composition de la samarskite, je reconnus en 1878 que certains échantillons de nitrate terbique donnaient au spectroscope une bande d'absorption dans la région violette que d'autres ne montraient pas. Puis je découvris aussi que la terre dont le sulfate est insoluble dans celui de potasse ne consiste pas exclusivement en oxyde didymique comme je l'avais annoncé, mais qu'elle a un équivalent plus élevé et que son nitrate donne des bandes d'absorption nouvelles; j'ai fait connaître la position de quelques-unes de ces bandes aussi bien que me le permettait l'emploi d'un spectroscope dont l'échelle micrométrique est hors d'usage <sup>1</sup>.

Ces observations me conduisirent à la découverte d'un métal, jusqu'alors inconnu à la science, auquel je donnai le nom de *décipium* (Dp) de *decipiens* trompeur, à cause de l'erreur rappelée ci-dessus.

Voici ce que mes recherches m'ont appris au sujet de ce corps :

<sup>1</sup> *Comptes rendus, Acad. des Sciences de Paris*, 28 octobre 1878.



*État naturel.* Le décipium entre pour une faible proportion dans la composition de la samarskite de Mitchell Cy (Caroline du Nord). La sipylite d'Amberst en Virginie en contient aussi une trace. Il paraît manquer dans la gadolinite d'Ytterby, puisque M. Thalen dit n'avoir trouvé aucune différence entre les spectres du didyme de ce minéral et celui de la célite. On le découvrira sans doute dans d'autres espèces, à présent que l'on étudie mieux les spectres d'absorption visibles et ultra-violet.

*Extraction.* C'est surtout dans les sulfates doubles insolubles dans une solution saturée de sulfate de potasse ou de soude, qu'il faut rechercher le décipium. Je dois insister ici sur l'opiniâtreté avec laquelle ces résidus retiennent du terbium. Pour les en débarrasser il ne suffit pas de leur faire subir des lavages prolongés au sulfate de potasse. Il faut en extraire la terre et la soumettre à de nouvelles précipitations par le sulfate alcalin et par l'acide formique. Je ne connais aucun moyen de séparer complètement et rapidement le décipium du didyme.

Voici comment j'y arrive d'une manière imparfaite :

Les deux oxydes mélangés, dont la couleur brune est bien moins foncée que celle du didyme, sont combinés avec de l'acide sulfurique assez étendu pour que tout le sulfate reste dissous, puis j'y ajoute peu à peu, en ayant soin de remuer tout le temps, de l'alcool à 50 ou 60 pour cent. Suivant la proportion d'alcool employé, il se dépose immédiatement ou au bout de quelque temps un sel blanc formé d'aiguilles minces longues quelquefois de deux ou trois millimètres, qui ressemblent à s'y méprendre au sulfate de lanthane. Ces cristaux sont un sulfate neutre qui se redissout aisément dans l'eau froide; ils renferment de 19 à 20 pour cent d'eau et leur équivalent est d'au-

tant plus élevé que la terbine a été plus soigneusement éliminée du mélange primitif; le poids atomique de la terre est supérieur à 122, chiffre que j'avais donné du reste comme une limite inférieure seulement. Si l'on a ajouté trop d'alcool, une plus forte proportion de didyme est entraînée, comme le montre d'ailleurs la couleur rosée des aiguilles.

J'ai aussi fait évaporer spontanément ou à une température inférieure à 40° C. un mélange de sulfate et de nitrate des terres à séparer. L'équivalent des premiers cristaux était légèrement plus haut que par le procédé ci-dessus.

En tous cas, il faut répéter les cristallisations deux ou trois fois avant de procéder à une série de décompositions partielles du nitrate par le feu ou par l'ammoniaque étendue; dans ce dernier cas, il convient de se conformer aux recommandations faites autrefois par Berzélius au sujet de la préparation de l'erbine. Du reste, le manque de matière m'a empêché de pousser ces opérations jusqu'à l'élimination complète du didyme; cependant j'en ai réduit la proportion à moins de cinq centièmes.

*Spectre d'absorption.* Ce spectre tout à fait caractéristique consiste principalement en quatre bandes dans le bleu et le violet. Ces bandes croissent en largeur et en intensité de la moins réfrangible à celle qui l'est le plus. Les deux premières (comptées à partir du rouge, à gauche) étroites, plutôt faibles et rapprochées, semblent souvent ne former qu'un minimum de transmission ou une seule bande nuageuse; mais dans des conditions d'éclairage favorables, je puis les résoudre, quoique avec assez de peine, en deux raies inégales; elles sont un peu à droite de F et occupent à peu près le milieu de la région où le didyme montre aussi un groupe de quatre bandes.

La troisième, un peu plus large que la seconde, plus nette et plus intense, correspond à peu près à la longueur d'onde 464.

La quatrième est notablement plus large encore, son milieu donne la longueur 416 ou à peu près. Il y a probablement encore quelques autres raies étroites moins apparentes, dans l'indigo surtout; mais celles qui viennent d'être décrites sont les plus caractéristiques et elles suffisent amplement pour déceler la présence du décipium<sup>1</sup>.

Ces bandes s'intensifient ensemble à mesure que l'on obtient des produits plus purs et, comme je les ai toujours observées ensemble, je ne vois pas de raison pour supposer qu'elles n'appartiennent pas toutes au même métal.

*Rapports et différences.* Le décipium est nettement caractérisé par son poids atomique et son spectre d'absorption; les métaux qui s'en rapprochent le plus (ceux de la célite) ont tous un équivalent plus faible. Les sels décipiques n'ont pas de coloration propre et ils possèdent les caractères généraux de ceux des autres terres de la célite et de la gadolinite.

L'insolubilité de son formiate dans l'eau et celle du sulfate décipio-potassique dans le sulfate de potasse éloignent le décipium des métaux suivants: yttrium, ytterbium, erbium, philippium, scandium.

La facilité avec laquelle la décipine calcinée se combine avec les acides étendus, la différencie de la tharine et de l'oxyde cérique.

La couleur de ses composés, son poids atomique et

<sup>1</sup> L'état de mon spectroscopie ne me permet pas des déterminations de longueur d'onde aussi exactes que je le désirerais.

son spectre d'absorption séparent clairement le didyme du décipium.

C'est du lanthane que le décipium se rapproche le plus par ses propriétés chimiques, toutefois les poids atomiques et peut-être la couleur des oxydes permettent de distinguer facilement le premier du dernier.

*Dosage.* Le dosage du décipium se fait comme celui de tous les autres membres de la même famille, à l'état d'oxyde anhydre. En présence des sels d'alcalis fixes, il faut précipiter par l'oxalate d'ammoniaque, calciner, laver le résidu et le calciner de nouveau. Quand il n'y a ni potasse ni soude dans le composé, on précipite par l'acide oxalique étendu et l'on neutralise la liqueur avec quelques gouttes d'ammoniaque. Il faut avoir soin d'opérer la combustion complète de l'oxalate, car chauffé en vase clos, il se transforme partiellement en carbure dont la combustion nécessite l'accès de l'air. Les sels à acides végétaux, le nitrate, l'iodate et même le sulfate sont totalement décomposés à une très haute température.

*Poids atomique.* Comme on le sait, M. Clève, tout en adoptant la formule  $\text{ThO}^2$  que j'ai proposée pour la thorie, a fait valoir des arguments très forts en faveur de l'hypothèse que les autres terres sont des sesqui-oxydes, ce qui est contraire à l'opinion généralement admise. Sa manière de voir semble confirmée par la détermination récente de la chaleur spécifique de quelques métaux de ce groupe. Il est donc probable que la science adoptera les nouvelles formules proposées par le savant d'Upsal. Toutefois, en attendant que l'isomorphisme des sels de décipium avec ceux de lanthane et de didyme soit établi directement, je conserverai provisoirement la formule  $\text{DpO}$  pour la décipine. Partant des analyses du sulfate qui



m'ont donné la plus forte teneur en base, je donnerai le chiffre 130 comme l'équivalent approximatif de la décipine et, par conséquent, 114 sera celui de son radical. Dans ma note préliminaire de 1878 j'avais donné 122 (et 106) comme limite inférieure, mais je me suis assuré que mon produit d'alors retenait plus de terbine que je ne le soupçonnais.

Du reste, avant d'entreprendre un travail définitif sur les poids atomiques des métaux de la cécite et de la gadolinite, il faudra attendre que l'on soit sûr d'avoir découvert tous ceux qui existent et de les avoir obtenus dans un état de pureté parfaite, ce qui n'est pas encore le cas.

#### PRINCIPAUX COMPOSÉS

*Décipine anhydre.*  $DpO$ . C'est une base forte qui se combine facilement avec les acides étendus, même à froid, et forme avec eux des sels incolores astringents et sucrés. Calcinée dans une atmosphère réductrice, elle est blanche comme du lait, mais en se refroidissant à l'air elle prend une couleur fauve clair qui n'est due peut-être qu'à la faible proportion de terres étrangères dont je n'ai pas encore su la débarrasser. Chauffée seule à une très haute température, elle devient blanche et garde cette couleur d'une manière permanente. Elle se gélatinise à la longue dans l'eau en présence d'une ou deux gouttes d'acide acétique. Elle se combine avec l'acide carbonique de l'air.

Sa composition calculée est :

Décipium	114	87,70
Oxygène	16	12,30
	<hr/>	<hr/>
	130	100,00

*L'hydrate décipique*,  $DpO, H^2O$  a été obtenu en versant

une dissolution de nitrate dans de l'ammoniaque caustique en excès et laissant digérer avant de laver. C'est une gelée blanche insoluble dans les alcalis caustiques, qui se dessèche sans se colorer en grumeaux semblables à l'alumine. La calcination en a chassé 13 pour cent d'eau.

*Oxalate décipique.*  $\text{DpC}^2\text{O}^4 + 4 \text{ aq.}$  C'est une poudre blanche amorphe, insoluble dans l'eau et dans l'acide nitrique étendu. Ce sel se dissout un peu dans l'acide nitrique plus concentré, et, en sa présence, il devient cristallin. Sa formule correspond à celle de l'oxalate didymique telle que MM. Marignac et Hermann l'ont établie il y a longtemps. La dessiccation n'est pas complète à  $100^\circ$ .

1<sup>er</sup>,443 ont laissé après calcination 0,676 de terre soit 46,89 pour cent. La formule demande 47,4 pour cent, mais l'échantillon analysé avait été préparé avec une décipine dont l'équivalent était 128 seulement.

J'ai préparé l'oxalate de décipium en précipitant le nitrate étendu par l'acide oxalique et séchant à l'air libre.

*Sulfate décipique.* Ce composé paraît cristalliser avec deux proportions d'eau différentes.

a)  $(\text{DpSO}^6)^5 + 8 \text{ aq.}$  Dans une préparation où je faisais évaporer à  $35^\circ\text{C.}$  environ une dissolution de sulfate mêlé de nitrate, il s'est déposé de petits cristaux ayant la même apparence que ceux du sulfate d'yttria. Ce hydrate se redissout dans l'eau froide avec une très grande lenteur.

Analyse. 1<sup>er</sup>,230 a perdu 0,230, soit 18,70 pour cent d'eau et donné 0,616 de terre, soit 50,08 p. cent.

		Calculé	Trouvé
DpO	130	50,39	50,08
SO <sup>3</sup>	80	31,01	
2 $\frac{2}{3}$ aq.	48	18,60	18,70
	<hr/> 258	<hr/> 100,00	

La terre de cet échantillon n'était pas autant purifiée que d'autres obtenues plus tard.

a) Hydrate à trois molécules d'eau :  $DpSO^4 + 3 aq.$

Les aiguilles prismatiques qui se forment après l'addition d'alcool à la dissolution aqueuse du sulfate de décipium renferment trois molécules d'eau comme le sulfate de lanthane avec lequel elles sont probablement isomorphes.

Cependant, il faut le dire, très souvent la proportion d'eau s'est trouvée un peu trop faible, mais cela avait lieu surtout quand la terbine n'avait pas été complètement éliminée.

S'ils se sont formés lentement, les prismes de sulfate de décipium sont quelquefois longs de quelques millimètres, à six côtés avec un pointement obtus; ils sont souvent groupés en rosaces ou en étoiles; l'eau froide les redissout facilement.

Le sulfate de décipium perd toute son eau bien au-dessous du rouge sombre. Vers  $450^\circ$ , il paraît subir un commencement de décomposition, car ensuite sa dissolution aqueuse n'est plus parfaitement limpide. Au rouge blanc bien soutenu, tout l'acide en est chassé. Toutefois, la base qui reste émet souvent une forte odeur d'hydrogène sulfuré quand on la reprend par les acides étendus, et puis le couvercle du creuset de platine qui a servi à cette opération, est plus ou moins corrodé. Pour obtenir de bons résultats il faut donc opérer sur une petite quantité de sel, dans un creuset ouvert, au rouge blanc.

La solubilité dans l'eau du sulfate décipique est moindre que celle du sulfate de didyme et elle paraît diminuer plus rapidement à mesure que la température s'élève.

Voici quelques analyses de ce sulfate faites sur des produits divers :

0,748 ont perdu 0,147 d'eau (20 p. cent); on en a retiré 0,372 de terre (4,973 p. cent).

0,710 ont donné : eau 0,140 (20 p. cent) et base 0,353 (49,72 p. cent).

0,700 ont donné : eau 0,141 (20 p. cent) et base 0,343 (49 p. cent).

2<sup>gr</sup>,047 de sel anhydre contenaient 1,250 (61,06 p. cent) de terre.

		Calculé	Trouvé		Moyenne
DpO	130	49,24	49,73 — 49,72 — 49		49,48
SO'	80	30,72			
3 aq	54	20,04	20.      20.		20.
	<u>264</u>	<u>100.</u>			

La moyenne de la terre pour le sel anhydre, dans les quatre analyses précédentes et celle du sulfate à  $\frac{8}{3}$  aq. est de 61,60 p. cent. Je mettrai ce chiffre en regard de la composition des sulfates lanthanique et didymique anhydres, afin de mieux faire ressortir l'individualité de la décipine,

	LaSO <sup>4</sup>	DiSO <sup>4</sup>	DpSO <sup>4</sup>
	Calculé	Calculé	Trouvé
Oxyde	57,34	58,76	61,60
Acide	42,66	41,24	38,40 (différence)

Le sulfate thorique contient 62,17 p. cent de base, nombre très voisin de la proportion de décipine dans son sulfate, mais les propriétés de la thorine sont différentes.

*Formiate de décipine.* DpC<sup>2</sup>H<sup>2</sup>O<sup>4</sup>. Ce formiate est anhydre, soluble dans deux à trois cents fois son poids d'eau. Assez soluble en présence de l'acide nitrique libre. Je l'ai obtenu sous forme d'une poudre blanche amorphe en projetant de petites quantités de décipine à la fois dans de l'acide formique chaud. Il renferme 63,72 p. cent de



terre; j'ai obtenu 63,45. On a proposé de séparer les terres de la célite de celles de la gadolinite par le moyen du formiate d'ammoniaque. Ce procédé ne m'a pas donné de bons résultats, la terbine et même la philippine se trouvent entraînées et même des liqueurs contenant une assez forte proportion de didyme restent claires plusieurs jours après l'addition de formiate alcalin, surtout s'il y a de l'acide libre. De plus, en présence des acétates, il se forme des acétoformiates des terres yttriques assez peu solubles dans l'eau.

*Acétate de décipine.*  $Dp C^4 H^6 O^4 + 3 aq.$  La décipine se combine aussi facilement avec l'acide acétique qu'avec tous les autres acides. Le sel incolore qu'elle forme ainsi cristallise avec la plus grande facilité en prismes blancs, transparents. Cet acétate se décompose à une température inférieure au rouge, devient alors noir comme du charbon, et brûle lentement comme de l'amadou. Il est moins soluble que celui de didyme. 1<sup>gr</sup>,510 ont donné 0,675 de terre, soit 44,77 pour cent. La formule demande 45,17 mais les cristaux de cet échantillon étaient un peu rosés.

*Iodate de décipine.*  $Dp J^2 O^6 + 2 aq.$  L'acide iodique forme dans les dissolutions de nitrate décipique un précipité volumineux, blanc, en flocons légers, à peine plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide qui elle-même n'en prend presque pas. Cet iodate ne devient pas cristallin au bout de deux jours; quand il est sec, c'est une poudre amorphe.

Ce sel, chauffé dans une petite capsule peu profonde, se décompose déjà bien au-dessous du rouge et dégage d'abondantes vapeurs d'iode en même temps qu'il perd son oxygène; le résidu a lui-même une belle couleur violette. Par un grillage prolongé au rouge vif bien soutenu

la décomposition est complète et il ne reste que de la décipine anhydre.

*Analyse.* Par suite d'un accident survenu pendant la calcination d'un échantillon d'iodate de décipine je n'ai pas pu en doser la base.

0,647 ont été dissous dans de l'eau contenant de l'acide sulfureux et l'iodure précipité par le nitrate d'argent. On a obtenu 0,609 d'iodure d'argent qui contiennent 0,329 d'iode, soit 50,85 p. cent.

		Calculé	Trouvé
DpO	130	26,00	
J <sup>2</sup>	254	50,80	50,85
O <sup>5</sup>	80		
2 aq.	36		
	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: auto;"/>		
	500		

Les iodates de lanthane, de terbium et de philippium contiennent aussi 2 molécules d'eau.

Dans un prochain mémoire, je ferai connaître encore quelques autres composés dont l'étude n'est pas encore complètement terminée.

Je désire, en terminant, remercier vivement la Société auxiliaire des sciences et des arts de Genève qui, par une généreuse allocation, m'a mis en état de continuer mes longues recherches sur les métaux de la samarskite. Les matériaux pour une monographie du terbium et du philippium sont presque tous prêts et la rédaction en est déjà très avancée.

Chicago (Illinois), le 14 février 1880.

LES  
**TREMBLEMENTS DE TERRE**  
ET  
**LEUR ÉTUDE SCIENTIFIQUE**

PAR

**M. Albert HEIM,**

Professeur à Zurich.

(Notice rédigée à la demande de la Commission d'étude des tremblements de terre de la *Société helvétique des Sciences naturelles.*)

(Traduction par M. F.-A. FOREL, professeur à Morges.)

---

Quelle que soit la fréquence des tremblements de terre, et quoique nous ayons à notre disposition des observations sur bien des milliers de ces ébranlements du sol, il nous reste encore beaucoup à faire pour connaître la nature intime du phénomène, ses effets et ses rapports avec d'autres phénomènes naturels. C'est dans les dernières années seulement que cette étude a fait des pas en avant ; mais ces pas sont si importants que nous pouvons espérer arriver bientôt à la solution de quelques questions importantes de ce chapitre de l'histoire naturelle.

L'observation des tremblements de terre est difficile ; ils nous prennent par surprise et le phénomène est terminé avant que nous ayons eu le temps de nous recueillir pour en faire l'étude attentive. Dans l'instant où le sol, qui est pour nous l'image de la stabilité, se met à vaciller,

quand nous ne pouvons nous rendre compte ni du pourquoi, ni de la fin de ce qui nous étonne, notre imagination s'emporte facilement ; elle trouble nos facultés d'observation et de réflexion.

*Pour l'étude scientifique des tremblements de terre, le naturaliste a besoin d'un grand nombre d'observations différentes, faites dans le plus grand nombre possible de points de la surface ébranlée. Nous devons donc demander l'aide de tous les amis de la science ; nous devons nous adresser non seulement aux naturalistes de profession, mais à chaque homme qui s'intéresse aux choses de la nature.*

La présente notice, qui doit atteindre ce vaste cercle des amis de la science et de la nature, a pour but de résumer l'état de nos connaissances sur les tremblements de terre, de gagner de nombreux adhérents à ce genre d'étude, et enfin d'expliquer comment l'on peut faire des observations utiles ; en terminant nous donnerons les indications nécessaires sur l'organisation de ces études en Suisse.

### I. *Résumé des faits concernant les tremblements de terre.*

Nous nommons *tremblement de terre* tout ébranlement de l'écorce de la terre, dont le point de départ vient de l'intérieur. Ces ébranlements varient d'intensité, depuis le frémissement à peine perceptible, jusqu'au bouleversement le plus effroyable.

L'histoire de l'Europe a enregistré des catastrophes épouvantables : En l'an 526, par exemple, 120,000 habitants périrent en Italie par suite d'un seul tremblement



de terre. En 1693, en Sicile, 60,000 vies humaines furent victimes d'un de ces cataclysmes. Le célèbre tremblement de terre de Lisbonne a eu lieu en 1755, ceux de Calabre en 1783, 1854 et 1870.

D'après l'impression produite sur nos sens et d'après leurs effets mécaniques, on distingue trois sortes de tremblements de terre : 1° La commotion, ou secousse verticale, avec choc de bas en haut; 2° La commotion, ou secousse horizontale, avec choc latéral; 3° Le mouvement ondulatoire, pendant lequel le sol oscille comme s'il était agité par des vagues. Dans un même tremblement de terre, on peut souvent constater une commotion au centre, et un mouvement ondulatoire sur les bords de la surface ébranlée.

Donnons d'abord par quelques exemples une idée des effets mécaniques de ces phénomènes. En 1783, on vit en Calabre les sommets des montagnes s'effondrer en maint endroit, et le relief des cimes être notablement modifié; des lacs furent formés par des éboulements qui barraient les vallées; des maisons furent lancées dans les airs, comme projetées par une mine; les pavés des rues traversaient l'air comme des boulets de canon. A Rio Bamba, en 1797, des cadavres furent arrachés de leurs tombeaux; plusieurs centaines d'hommes furent lancés en l'air et leurs corps tombèrent jusqu'au sommet d'une haute colline de l'autre côté d'une rivière. Au Chili on a vu un énorme mât, profondément enchâssé dans le sol, en être violemment arraché, etc.

Quant au mouvement ondulatoire, voici quelques exemples des descriptions qui en ont été faites :

Pendant le tremblement de terre de 1783 en Calabre des arbres s'inclinèrent si fort que les branches se brisè-

rent en frappant sur le sol ; on pouvait voir à distance, dans de longues allées d'arbres, la marche progressive de la vague. En 1811, dans le Missouri, on voyait les forêts osciller comme des champs de blé battus par l'orage. En 1870, à Battang, en Chine, le sol se mouvait, d'abord comme une mer tranquille, et bientôt comme un océan tourmenté par l'ouragan. Le 26 mars 1812, le sol de Caracas ressemblait à un liquide en ébullition. Le 7 juin 1692, à Port Royal de Jamaïque, les hommes se sont vus bousculés, jetés les uns contre les autres, et grièvement blessés.

Les tremblements de terre sont parfois accompagnés de la formation de fentes ou fissures du sol, qui restent ouvertes ou bien se referment presque subitement ; à Port Royal, en 1692, on a vu des hommes engloutis dans ces fissures, être aplatis, mutilés et dans certains cas rejetés ensuite au dehors. En Calabre, des maisons tout entières disparurent dans des fentes, dont quelques-unes se sont refermées ensuite, d'autres sont restées ouvertes. A Lisbonne, une crevasse engloutit tout le Quai de Marbre avec les habitants qui s'y étaient réfugiés.

La même classification en commotions ou secousses et en mouvements ondulatoires s'applique aussi bien aux grands tremblements de terre qui causent des dégâts épouvantables, et aux faibles tremblements de terre à peine perceptibles à nos sens. Que le tremblement de terre soit fort ou qu'il soit faible, que ce soit une secousse ou un mouvement ondulatoire, l'ébranlement peut être unique ou bien composé de plusieurs chocs successifs ; parfois il est accompagné d'un frémissement prolongé.

A côté des tremblements de terre perceptibles à nos sens, si l'on emploie des instruments assez sensibles, l'on

constate presque partout et presque toujours de très faibles ébranlements du sol qui sont ou bien de très légers tremblements de terre, ou bien la répercussion de tremblements de terre très éloignés, ou bien enfin qui proviennent de causes accidentelles externes. Les observations par lesquelles on cherchait autrefois à prouver un mouvement de rotation n'ont point été confirmées.

Les tremblements de terre sont plus intenses dans les couches superficielles que dans les couches plus profondes ; cela tient probablement à ce que les premières sont plus élastiques par suite de l'absence de pression. Au fond des puits de mines, tunnels, etc., on les ressent à peine, souvent même on ne les sent pas du tout. La secousse se transmet fort différemment suivant la densité des couches. C'est ainsi qu'à travers des couches épaisses d'alluvions ou d'éboulis, la commotion semble marcher aussi difficilement que les vibrations du son à travers de la sciure de bois. Au contraire, dans les localités où sur une roche compacte repose une mince couche meuble, celle-ci entre en mouvement comme du sable sur la table de résonnance d'un piano. C'est ainsi qu'à Lisbonne et en Calabre, les ravages ont toujours été plus forts là où la couche d'alluvion est mince, tandis qu'à Berlin, à Breslau, etc., là où les couches meubles sont très épaisses, il est extrêmement rare que les tremblements de terre soient perçus, et ils y sont toujours très faibles.

Il arrive souvent que la même secousse est perçue fort différemment dans des localités situées dans des conditions identiques et fort près l'une de l'autre ; une maison s'écroule tandis qu'on ne sent rien dans la maison voisine (Syrie, 1837). Cela tient-il à des phénomènes d'interférence comme il y en a dans d'autres mouvements oscil-

latoires ? Dans d'autres cas au contraire on constate des effets semblables sur une très grande étendue de pays. C'est ainsi que le 16 novembre 1827 toutes les localités situées entre Bogota et Popayan, sur une longueur de 1500 kilomètres, ont été détruites de la même manière. En 1856, tous les pays riverains de la Méditerranée ont été secoués depuis la Syrie jusqu'à la Corse. Le tremblement de terre de Lisbonne a été perçu, dit-on, sur une surface quatre fois aussi étendue que l'Europe. En opposition à ces exemples nous avons un grand nombre de cas où le tremblement de terre n'est senti que sur une très petite surface. C'est ainsi qu'une secousse, qui en mars 1879 jeta hors de leurs lits les habitants de Linththal, Glaris, s'étendit vers l'est à peine jusqu'à la Reuss, et ne fut pas sentie dans la direction du nord à Glaris, et dans la direction du sud dans la vallée du Rhin antérieur. Il semble parfois que ce sont des vallées, parfois des montagnes, qui servent de limite à l'extension des tremblements de terre ; mais le nombre est grand aussi des secousses qui ont traversé toute la chaîne des Alpes.

La secousse du tremblement de terre se propage avec une vitesse de 350 à 500 mètres à la seconde ; exceptionnellement cette vitesse peut s'élever à 800 mètres ou descendre à 150 mètres par seconde ; c'est à peu près la vitesse du son dans l'air, 340 mètres à la seconde.

Les tremblements de terre sont aussi ressentis sur l'eau : le navire est ébranlé comme s'il était violemment soulevé ; les amarres, les mâts se brisent et cependant on n'aperçoit aucun mouvement extraordinaire sur l'eau. D'autres fois au contraire apparaissent, tantôt quelques minutes, tantôt quelques heures après la secousse, ces terribles ras de marée, qui, causés par le tremblement



de terre, ravagent les côtes ébranlées et se transmettent souvent à une grande distance. C'est par une vague de ce genre que Lima fut entièrement détruite en 1724 ; aucun habitant ne survécut à ce désastre ; des navires furent jetés par-dessus les murs et les débris de la ville, et lancés jusqu'à une lieue du rivage, dans l'intérieur des terres. Les lacs au centre des continents sont aussi parfois ébranlés ; c'est ainsi que la plupart des lacs suisses ont été mis en mouvement par le tremblement de terre de Lisbonne, et que leurs eaux sont entrées en balancement comme l'eau d'un bassin qui est secoué.

Souvent le tremblement de terre ne consiste qu'en une seule secousse et ne dure qu'une fraction de seconde. Les mouvements ondulatoires sont un peu moins brefs. Souvent les plus épouvantables ravages sont l'œuvre de quelques secondes. La plupart des observateurs surfont un peu la durée des tremblements de terre ; cela tient à la prolongation apparente du temps, lorsque nous sommes sous le coup d'une excitation violente. Les petits tremblements de terre ne consistent en général qu'en une secousse ; mais le plus souvent plusieurs secousses se suivent coup sur coup et leur ensemble constitue alors le tremblement de terre. Souvent aussi plusieurs tremblements de terre se succèdent dans la même région ; ils sont évidemment liés entre eux et ils constituent ensemble une série de tremblements de terre. C'est ainsi que dans la vallée de Viège, en Valais, une première secousse eut lieu le 1<sup>er</sup> juillet 1855 ; son intensité fut très grande et elle fut ressentie dans toute la Suisse et même jusqu'à Paris. Après cette secousse, pendant quatre mois de suite, une série très nombreuse de commotions plus faibles se succédèrent dans la même vallée de Viège, et ce n'est

qu'en 1857 que le repos est revenu dans cette région, cette série de tremblements de terre étant terminée. En 1856 on compta dans une seule semaine à Honduras 408 secousses, qui ont formé ensemble un seul tremblement de terre. A Hawaii, îles Sandwich, en 1868, un même tremblement de terre dura presque continuellement plusieurs mois de suite. Dans le seul mois de mars on ne compta pas moins de 2000 secousses. — Il est rare que la secousse la plus forte soit la première de la série; elle n'est jamais la dernière.

Il y a certaines régions du globe où les tremblements de terre sont relativement fréquents à une époque donnée; on les désigne alors sous le nom de zones ou régions à tremblements de terre (en allemand: Schüttergebiete). La plus remarquable actuellement est la côte occidentale de l'Amérique du Sud : la ville de Lima, par exemple, a été ravagée ou détruite dans les années 1586, 1687, 1697, 1699, 1716, 1725, 1732, 1734, 1745, 1746, 1868. En Europe nous pouvons citer comme zones à tremblements de terre : l'Italie, l'Espagne et les Alpes. De 1850 à 1857 on a noté sur toute la surface du globe 4620 tremblements de terre; plusieurs d'entre eux consistaient en un grand nombre de secousses. Sur ce nombre, 1005 tremblements de terre, portant sur 582 jours différents, reviennent aux Alpes occidentales, et 81 en 68 jours aux Alpes orientales. Au printemps de 1764 on compta dans le canton de Glaris une moyenne de 20 secousses par mois, la plupart d'entre elles n'étant pas perceptibles au delà des frontières du canton. Une statistique officielle italienne nous montre que dans l'année 1870, quoiqu'on n'ait pas eu à signaler de catastrophe extraordinaire, il n'y a pas eu dans l'ensemble du royaume moins de 2225

maisons détruites ou gravement endommagées, 98 hommes tués et 223 blessés, par l'effet des tremblements de terre. En moyenne on peut compter par jour, sur l'ensemble de la surface du globe, deux tremblements de terre, lesquels peuvent consister en plusieurs secousses.

Quelques phénomènes accidentels accompagnent souvent les secousses ; ainsi, par exemple, les bruits souterrains. Ces bruits ont été comparés au tonnerre, à un cliquetis de ferraille, à un grincement, à un roulement dans la profondeur du sol. Ces bruits souterrains sont parfois entendus au moment même de la secousse, ou bien ils la précèdent, ou bien ils la suivent.

On peut citer encore l'émission de gaz, de fumées ou bien d'odeurs singulières ; ou encore des sources de boue ou d'eau qui jaillissent des fissures du sol. Il n'est pas rare que l'atmosphère soit fortement chargée d'électricité ; on aperçoit d'autres fois des lueurs électriques, et l'aiguille aimantée est en agitation. Ces faits sont cependant exceptionnels.

Quelques tremblements de terre produisent des modifications durables de la surface du globe. Près de Sindree, dans le delta de l'Indus, un tremblement de terre donna naissance en 1819 à l'Allah-Bund ou *Digue des dieux*, arête peu élevée de 80 kilomètres de longueur, 10 pieds de hauteur et 20 kilomètres de largeur ; en même temps un district tout entier avec le port de Sindree s'est enfoncé dans la mer et forme actuellement un golfe de 5 mètres de profondeur et de plus de 5000 kilomètres de surface. Des soulèvements ou des effondrements du sol, souvent fort importants, ne sont pas rares dans l'histoire des tremblements de terre. En janvier 1855 le port de Nipon, au Japon, a été tellement soulevé que depuis lors il n'est

plus utilisable. Le port de la Conception, au Chili, est resté à sec depuis le tremblement de terre du 24 mai 1750; sur toute la côte autour de ce port on trouvait, environ quatre pieds au-dessus de la mer, des bancs d'huitres et autres coquilles marines.

De tout temps on a cherché des rapports entre les tremblements de terre et les phénomènes atmosphériques. On ne peut nier qu'il n'y ait souvent coïncidence entre les secousses de la terre et des phénomènes extraordinaires, comme, par exemple, d'épais brouillards, s'étendant sur d'immenses surfaces de pays en une saison inaccoutumée, une chute subite du baromètre, un subit refroidissement de l'air; mais les cas où l'atmosphère n'est en rien troublée sont de beaucoup les plus fréquents. Les tremblements de terre sont un peu plus fréquents la nuit que le jour, en automne et en hiver plus fréquents qu'en été. L'influence de la position de la lune semble être insignifiante; cependant on croit constater une fréquence un peu plus grande aux syzygies, époque de nouvelle ou pleine lune, et au périgée, époque où la lune est le plus près de la terre.

L'application de la statistique aux tremblements de terre est difficile, à cause surtout du grand nombre des tremblements de terre; quel que soit le point de vue théorique, d'où l'on parte, il est toujours facile de trouver un grand nombre de tremblements de terre qui satisfont à l'hypothèse.

Dans le voisinage des volcans les tremblements de terre sont fréquents; de fortes secousses précèdent en général les éruptions, surtout quand le volcan a été longtemps en repos. Mais quoique l'existence de volcans au centre de quelques régions à tremblements de terre soit indiscuta-



ble, cependant plusieurs pays, où les tremblements de terre sont les plus fréquents, ne possèdent absolument pas de volcans; il n'y a donc pas toujours coïncidence entre les deux phénomènes. Ainsi dans les îles Sandwich il y a souvent des tremblements de terre sans éruptions, et aussi de fortes éruptions sans tremblements de terre importants. Ainsi les Alpes, qui sont actuellement une zone à tremblements de terre, ne présentent pas de traces de l'action volcanique. Les tremblements de terre les plus intenses et les plus étendus en surface sont en général sans rapport avec les phénomènes volcaniques.

## II. *Théorie des tremblements de terre : questions qui s'y rapportent et recherches à faire pour les résoudre.*

Il y a longtemps qu'on se demande quelle est la cause des tremblements de terre. Souvent le problème a semblé résolu, souvent on a donné des théories plus ou moins ingénieuses et plus ou moins satisfaisantes pour l'époque; on a tenu les tremblements de terre pour l'effet des fluctuations des vapeurs, pour des tentatives d'éruptions volcaniques, pour des orages souterrains, pour des écroulements de cavités internes, pour l'effet des marées du noyau central de la terre, etc., etc. Ce n'est que récemment que l'on est arrivé à l'idée très juste que les tremblements de terre sont des phénomènes, manifestations de causes très diverses.

Si nous voulons connaître la cause d'un tremblement de terre, il nous faut avant tout en déterminer le point de départ, ce que nous appellerons le *foyer*. Cela a été le travail des 15 dernières années de localiser le foyer de quelques tremblements de terre, leur position, leur pro-

fondeur et leurs rapports avec la structure locale des couches terrestres. Jusqu'à présent trois méthodes ont été employées pour arriver à cette détermination.

1° *Détermination du foyer par l'étude de l'intensité des secousses.* Il est évident que l'intensité de la secousse est normalement plus forte près du foyer que plus loin. Mesurons l'intensité de la commotion à l'aide d'instruments appropriés, ou simplement réunissons les documents qui nous parlent des effets extérieurs des tremblements de terre, et nous arriverons à déterminer le point où la secousse a été la plus forte. Traçons, par exemple, sur une carte une ligne qui enceindra la surface sur laquelle les murs maçonnés ont été renversés ou fendus; une seconde ligne qui entourera la surface où des meubles ont été déplacés; une troisième ligne enfin, celle où la secousse a simplement été perçue. Ou bien encore recherchons les points où la secousse a présenté le caractère d'une commotion et ceux où l'on a parlé d'un mouvement ondulatoire. Ou bien encore réunissons les points où une, où deux, où trois secousses ont été distinguées. Toutes ces lignes entoureront d'une manière plus ou moins exacte le foyer du tremblement de terre et permettront de le localiser; en outre, la forme même de ces lignes d'enceintes concentriques fera connaître la forme du foyer. Ajoutons, cette forme prouvera que rarement le foyer d'un tremblement de terre est un point unique; le plus souvent c'est une ligne ou plutôt une surface. Ces lignes concentriques seront, cela va de soi, bien plus exactes, si, au lieu d'être tracées d'après des rapports peut-être insuffisants, elles ont pour base l'observation précise d'instruments comparables entre eux.

2° *Détermination du foyer par l'étude de la direction*

*de la secousse.* La secousse se propage, à partir du foyer, dans une direction centrifuge dans tous les sens ; il en résulte que, si dans quelques localités situées autour du foyer nous avons des observations un peu précises sur la direction de la secousse, nous n'avons qu'à porter ces directions sur une carte et le point de rencontrê de ces lignes nous indiquera le foyer du tremblement de terre. L'application du procédé n'est cependant pas toujours aussi simple. Souvent on a de la peine à discerner si ce que l'on a senti est l'effet d'une vibration du sol par suite d'un choc qui s'est propagé centrifugalement, ou bien si ce n'est pas le résultat d'un déplacement durable du sol sur lequel nous reposons. Si nous avons affaire à ce dernier cas, la direction de la secousse ne peut évidemment nous servir en rien pour déterminer le foyer du tremblement de terre. Aussi a-t-on reconnu que, dans cette méthode, il y a profit à n'employer que les directions observées assez loin du foyer, et non celles qui lui sont trop rapprochées. Une seconde difficulté de cette méthode, c'est que les observations faites dans les habitations sont souvent faussées par l'orientation des murs qui peuvent modifier d'une manière sensible la direction de la secousse. Du reste, nous n'arrivons le plus souvent à déterminer que l'angle formé par la direction de la secousse avec la méridienne ; quant à la question de savoir si le choc a eu lieu dans un sens ou dans l'autre, du N.-E. au S.-O., par exemple, ou du S.-O. au N.-E., elle est fort difficile à résoudre, même si l'on a les indications d'instruments spéciaux ; on n'y arrive le plus souvent que par la comparaison des observations analogues, faites sur les différents districts de la surface ébranlée. En effet, ni l'étude de nos sensations, ni l'étude des tracés des instruments enregistreurs ne peuvent nous

dire si la commotion que nous ressentons est due à la mise subite en mouvement du sol, ou au retour subit au repos après un mouvement qui avait commencé progressivement; les deux phénomènes opposés produiraient sur nous et sur les instruments les mêmes impressions. Dans certains cas, cette étude de la direction de la secousse a fourni des données précieuses pour la détermination du foyer et pour la constatation des déplacements consécutifs des couches du sol; dans d'autres cas les résultats ont été purement négatifs. Dans un paragraphe suivant, nous donnerons quelques détails sur l'étude de la direction de la secousse par les impressions de l'observateur et par les effets mécaniques du choc.

3° *Détermination du foyer par l'étude du temps.* Il est évident que, dans un tremblement de terre, l'ébranlement du sol commence dans le foyer même et qu'il se propage successivement à distance. Réunissons sur une carte, par des lignes, tous les points où le tremblement de terre a été perçu en même temps, ces lignes seront concentriques et permettront de déterminer le point et la forme du foyer de la secousse. Cette méthode est théoriquement la meilleure; mais en pratique elle est fort difficile à utiliser. En effet, même les pendules des stations télégraphiques, ce qu'il y a de mieux réglé dans l'ensemble du pays, ont à peine une exactitude de marche suffisante. La secousse du tremblement de terre se propage avec une vitesse de 400 à 500 mètres par seconde; entre deux localités qui sont à 40 kilomètres de distance, la différence du temps, où la secousse est perçue, peut s'élever à environ 1 minute et demie. On voit par ce chiffre la difficulté d'une pareille étude et l'attention qui doit présider à sa mise en œuvre.



La détermination de l'instant de la secousse a encore été utilisée de la manière suivante pour calculer la profondeur du foyer au-dessous de la surface du sol. Le moment où le tremblement de terre est perçu, est d'autant plus retardé que le lieu d'observation est plus éloigné du foyer de la secousse; mais la valeur de ce retard, très faible pour les points qui sont situés directement ou presque directement au-dessus du foyer, augmente sensiblement à mesure que l'on s'éloigne du centre du tremblement de terre; ce retard finit à une certaine distance par être égal à la vitesse de transmission d'un ébranlement dans les couches de la terre. D'après cette donnée, dont il serait facile de démontrer la justesse, on arrive à calculer la profondeur du foyer de la secousse; les chiffres, que l'on a obtenus jusqu'à présent par des calculs de cet ordre, indiquent une profondeur de 7000 à 35,000 mètres. Mais ces calculs sont encore sujets à de graves erreurs. Ils sont en particulier basés sur la supposition que le foyer est un point unique, tandis qu'il a souvent une très grande étendue, qu'il est même souvent développé suivant une surface fortement inclinée; ces calculs supposent aussi que la vitesse de transmission de la secousse est la même à toutes les profondeurs et dans toutes les roches, ce qui n'est pas exact. D'autres auteurs ont essayé de déterminer la profondeur du foyer en étudiant la direction des fissures ou lézardes, dessinées sur des murs verticaux. Pour ce qui me concerne, je suis convaincu que les foyers de tremblement de terre sont en général situés à une profondeur beaucoup moindre que celles que nous venons de citer. Je me fonde sur le fait que les couches profondes sont trop ductiles par suite de la pression qu'elles ont à supporter, pour pouvoir subir les ruptures violentes qui

causent les tremblements de terre ; les couches superficielles seules sont assez fragiles et assez cassantes. C'est là qu'il faut chercher l'explication du fait, que les tremblements de terre sont en général très faibles dans la profondeur des puits de mines.

Les quelques essais de détermination du foyer des tremblements de terre, que l'on a tentés jusqu'à présent en Italie et dans les Alpes, ont une grande valeur pour la recherche des causes du phénomène. Il a été démontré premièrement, que les foyers se rencontrent constamment dans des régions où les couches du sol sont disloquées et qu'ils coïncident avec des lignes de dislocation, c'est-à-dire avec des lignes, suivant lesquelles la croûte terrestre avait été, déjà auparavant, rompue et déplacée. En second lieu on a reconnu que si, dans une même région, une série de tremblements de terre se succède, le foyer des secousses se déplace progressivement et qu'il avance en suivant la ligne de dislocation. Tantôt cette ligne de dislocation est une ligne de plissement, c'est-à-dire qu'elle est parallèle à la chaîne des montagnes ; dans ce cas la surface ébranlée est une zone qui longe la chaîne, et les foyers des tremblements de terre successifs avancent parallèlement à celle-ci. Tantôt la ligne de dislocation traverse directement les chaînes des montagnes ; cela a lieu lorsque les couches ont été déplacées horizontalement et que les couches et même les chaînes rompues ne coïncident plus ensemble. Dans ce cas, l'aire ou les aires successives des tremblements de terre coupent transversalement les chaînes de montagnes. Les premiers sont les tremblements de terre *longitudinaux* ; ces derniers sont les *transversaux*. Les observations modernes semblent donc avoir prouvé des relations entre les tremblements de terre et certaines

dislocations et certains plissements des couches terrestres, dislocations et plissements qui sont les causes de la formation des chaînes de montagnes.

Un fait qui vient à l'appui de ces vues, c'est la fréquence plus grande des tremblements de terre dans les régions du globe où les montagnes sont de toute nouvelle formation; c'est ainsi que sur quelques-unes des côtes, qui sont les plus affligées par les tremblements de terre, nous constatons des soulèvements saccadés et successifs, dont la valeur totale est parfois très importante. C'est ainsi encore, que parfois à la suite de violents tremblements de terre on a reconnu l'ouverture de fissures parallèles aux chaînes des montagnes; on a même vu des déplacements, ou verticaux, ou horizontaux, dans les couches des deux côtés de ces lignes de fissures (Polistena et Catanzaro en Calabre).

En réunissant toutes ces observations, nous arrivons à conclure avec une grande probabilité que le tremblement de terre est un des phénomènes de la formation des montagnes; il se développe dans la croûte terrestre des tensions qui amènent des ruptures violentes, des déplacements, des glissements et, comme conséquence de ces mouvements, un ébranlement du sol perceptible à une plus ou moins grande distance. J'ajouterai que d'autres faits nous prouvent le développement progressif, lent, mais souvent saccadé, des fentes et dislocations de la croûte terrestre; ce sont, par exemple, la structure des filons métalliques, la valeur relative du déplacement des couches plus anciennes et plus modernes des deux côtés d'une ligne de dislocation, la valeur relative du déplacement, dans la même fissure ou dans différentes fissures, de la même montagne, etc. L'apparition de nouvelles se-

cousses le long d'une ancienne ligne de dislocation est un signe d'un développement ultérieur de celle-ci.

La circonférence de la terre a été autrefois plus considérable qu'à présent (environ de un pour cent, Heim); cela ressort d'une manière évidente de la structure des chaînes de montagnes. La couche extérieure du globe a dû s'affaisser à mesure que le noyau se rétrécissait; il en est résulté une compression latérale qui a déterminé successivement tous ces plissements et tous ces déplacements gigantesques, que nous constatons dans la croûte terrestre. L'existence actuelle des tremblements de terre nous prouve que le travail de rétrécissement de la croûte terrestre se poursuit lentement et constamment, et qu'il occasionne encore continuellement des éboulements, des glissements et des ébranlements dans les couches profondes.

Telles sont les conclusions auxquelles sont arrivés la plupart des géologues qui ont travaillé la question des tremblements de terre pendant les dix dernières années. Cependant les preuves à l'appui de ces points de vue ne sont pas encore assez décisives pour que l'on ait mis définitivement de côté les anciennes théories, quelque extrêmes que soient certaines d'entre elles. On est encore loin d'être au clair et d'accord sur tous les points. Gardons-nous donc de généraliser trop hâtivement et trop hardiment! Le nombre des tremblements de terre suffisamment étudiés est encore trop restreint. Toutefois, en résumant aussi prudemment que possible l'état actuel de nos connaissances sur la question, nous admettrons que les tremblements de terre n'ont pas tous la même origine et qu'il y a lieu de distinguer :

1° *Les tremblements de terre volcaniques* qui précèdent



les éruptions des volcans; leur centre c'est le volcan; ils sont causés par l'effort graduel des masses de l'éruption et spécialement des vapeurs qui s'échappent de la lave en ébullition. Ces tremblements de terre ne se font pas sentir à de grandes distances.

2° *Les tremblements de terre d'effondrement*, causés par l'éroulement de cavernes souterraines; ces secousses sont peu violentes et purement locales.

3° *Les tremblements de terre de dislocation*, dont nous venons d'exposer le mécanisme; ce sont les plus nombreux et à cette classe appartiennent la grande majorité de ceux qu'on ressent dans nos contrées.

Les marées d'un noyau liquide au centre de la terre peuvent peut-être avoir une influence sur le moment de l'apparition des tremblements de terre, surtout dans les régions équatoriales; mais elles ne sauraient être la cause première et déterminante des tremblements de terre, comme plusieurs le croient sans preuves suffisantes. Ce n'est qu'après l'établissement d'une statistique très complète et très parfaite des tremblements de terre, que l'on pourra juger de l'effet sur ce phénomène, de la position de la terre, de la pression barométrique, des saisons, etc.

En somme, nous pouvons dire que nous avons un aperçu de la théorie des tremblements de terre, mais toutes les conclusions demandent une vérification. Il est par suite essentiel avant tout de déterminer avec précision le plus grand nombre possible de foyers de tremblements de terre, et en second lieu d'établir une statistique aussi exacte que possible de cet ordre de faits naturels.

En outre des connaissances déjà acquises sur le phénomène, il y a une foule de nouvelles questions qui se posent et qui se développent à mesure que l'étude est plus

avancée; j'en citerai comme exemple quelques-unes :  
*a)* Nous ne sommes pas en état de comprendre et d'expliquer la nature du mouvement du sol pendant un tremblement de terre très violent. Ce mouvement se présente à nous comme celui d'un liquide en ébullition, comme de violents coups frappés par en bas, etc. *b)* La théorie exige pour chaque tremblement de terre de dislocation qu'il y ait un déplacement réel des couches terrestres; ce déplacement peut-il être constaté et mesuré directement?  
*c)* Ce n'est que dans des cas exceptionnels que nous arrivons à distinguer les points où il y a eu déplacement durable des couches terrestres, et ceux où il y a eu simplement transmission d'un ébranlement; cette distinction devrait cependant toujours être faite et la limite de chaque espèce de mouvement être tracée exactement. Cela ne sera possible que par l'emploi d'instruments bien appropriés; peut-être cependant y arriverait-on par une critique intelligente des rapports et des observations recueillis sur la région ébranlée. *d)* Comment distinguer les différentes classes de tremblements de terre par la nature du mouvement? *e)* N'y a-t-il pas d'autres méthodes que celles que nous avons citées pour la détermination exacte du foyer de la secousse et spécialement de la profondeur de ce foyer, etc. etc. ?

Il reste encore, comme on le voit, un vaste champ ouvert à l'observation et à la théorie; ces deux modes d'investigation devant toujours s'appuyer l'un l'autre et se féconder mutuellement.

Il est évident que plusieurs de ces problèmes ne pourront être résolus que par des spécialistes et par les études prolongées d'hommes du métier; mais à côté de ces travaux, nous avons besoin que l'on recueille le plus grand

nombre possible d'observations, prises dans tous les recoins des districts ébranlés. C'est pour cette partie de la tâche que nous nous adressons à tous les amis de la science, et c'est par leur concours que nous arriverons à la solution de ces difficiles questions. Le paragraphe suivant leur indiquera de quelle manière ils pourront fournir l'assistance demandée.

Chaque nouvelle découverte des rapports de cause à effet dans la nature est une conquête de l'humanité; elle aide l'esprit humain à se délivrer des terreurs vagues, que lui inspiraient autrefois les mystères de la nature. Pour ceux qui veulent un but plus pratique à nos recherches théoriques, nous ajouterons que l'étude des tremblements de terre a déjà porté et portera encore des fruits importants et fort utiles aux travaux de l'ingénieur et du constructeur.

### III. *Instructions sur la manière d'observer les tremblements de terre sans l'aide d'instruments spéciaux.*

Signalons dès l'abord deux points généraux :

Pour l'étude d'un tremblement de terre, nous pouvons utiliser, non seulement les données positives, mais encore les données négatives. D'après cela nous prions nos collaborateurs, d'une part de nous indiquer les faits qu'ils auront observés, et d'une autre part de noter l'absence des phénomènes qui n'auraient pas été représentés dans le tremblement de terre qu'ils décrivent. L'on comprendra facilement que, dans la comparaison des observations faites sur la surface ébranlée, la disparition successive, à la périphérie, des phénomènes caractéristiques des tremblements de terre, permet de déterminer plus facilement le

centre et les limites du foyer. En second lieu, remarquons que l'observation d'un tremblement de terre n'est pas chose facile ; en face de ce phénomène mystérieux, l'esprit humain est saisi d'une émotion involontaire qui trouble la netteté de la compréhension. Il faudrait arriver à avoir les sens suffisamment excités pour qu'aucun détail du phénomène ne nous échappe et en même temps à n'être pas trop agité et troublé par l'étrangeté des faits qui nous surprennent. Quoi qu'il en soit, nous insistons sur la demande que nos collaborateurs nous communiquent toutes les observations qu'ils ont faites, quelque irrationnelles qu'elles puissent leur paraître. Qu'ils désignent par un ou plusieurs points d'interrogation (?) (??) (???) les faits sur l'exactitude desquels ils ont des doutes. Ce sera notre affaire de juger, par la comparaison d'autres observations provenant de localités voisines, quels sont les faits authentiques et ceux où il y a eu illusion des sens, ou fausse interprétation de l'observateur. Ainsi donc, conscience et exactitude dans les rapports que nous feront nos collaborateurs, mais pas de fausse timidité. Donnez-nous toutes vos observations en nous indiquant par des signes le degré de certitude que vous leur attribuez.

Celui qui sait ce qu'il doit observer, note beaucoup de choses qui lui auraient échappé, s'il n'avait été préparé ; nous allons donc attirer l'attention sur un certain nombre de points que nous estimons les plus importants. Nous nous référons du reste à notre questionnaire qui développe suffisamment la plupart des points d'observation.

Tout ce qui pourra nous aider à la détermination du foyer aura une grande valeur pour nous. Nous avons déjà expliqué comment on arrive à cette détermination par l'étude du temps, de la direction et de l'intensité des se-



cousses. Quelques mots encore sur l'observation de ces particularités.

La détermination du foyer par la comparaison des temps ne peut guère se faire que par l'emploi d'instruments spéciaux qui, au moment de la secousse, arrêtent une horloge à secondes. Mais même en l'absence de ces instruments, l'observation aussi exacte que possible de l'heure de la secousse peut avoir une grande valeur; elle peut en particulier servir à séparer diverses secousses qui ont été senties successivement dans diverses localités. Pour cela, la simple montre de poche donne des indications suffisantes, si l'on a soin d'aller aussitôt à la station télégraphique la plus rapprochée, vérifier à une fraction de minute près la marche de la montre. Pour noter exactement l'instant de la secousse, on recommande de compter les secondes dès que le choc est ressenti, jusqu'au moment où l'on peut regarder l'heure à la montre.

Pour ce qui regarde la direction de la secousse, l'on doit indiquer d'abord l'impression produite sur les sens de l'observateur, puis ensuite une foule de faits qui aident à cette détermination. Quand la secousse est assez forte pour renverser des meubles ou simplement pour les déplacer, il y a lieu d'indiquer l'orientation par rapport à la méridienne de ces mouvements ou déplacements. Il est très important de donner l'orientation des murs qui ont été renversés et de ceux qui sont restés intacts, ou qui ont été fendillés. La direction de la chute des cheminées donne souvent aussi des indications précieuses. Il y a même lieu, à l'occasion, de donner la direction des lézardes car, par leur convergence, on est arrivé dans certains cas à déterminer la profondeur du foyer du tremblement de terre. L'orientation des pendules qui ont été arrêtées ou qui ne

l'ont pas été, peut indiquer la direction de la secousse ; en effet, l'arrêt de la pendule ne peut être causé que par un choc dans un plan perpendiculaire au plan d'oscillation du balancier. D'un autre côté, les tableaux suspendus à une paroi sont mis en mouvement par une secousse dirigée dans le plan de cette paroi ; il faut donc toujours indiquer l'orientation des parois où les tableaux ont été mis en balancement, et de celles où les tableaux n'ont pas bougé. Une détermination plus-exacte encore peut être donnée par le balancement d'objets librement suspendus, lustres, cages d'oiseaux, etc. A l'instant où vous observerez un tel mouvement, tracez avec un crayon ou de la craie sa direction sur le plancher, et déterminez plus tard l'orientation de cette ligne à l'aide de la boussole. Le balancement de l'eau dans des bassins circulaires, peut donner une direction très précise ; si le bassin est quadrangulaire ou irrégulier, il y a lieu d'en indiquer la forme et l'orientation en même temps que la direction du balancement. Dans le cas où l'effet de la secousse sur les sens de l'observateur lui aurait indiqué une direction autre que celle que donne le déplacement des objets inanimés, nous vous prions de ne pas vous préoccuper de ce désaccord et d'indiquer très nettement cette divergence ; nous pourrons en tirer des indications précieuses.

Toutes les données sur l'intensité de la secousse ou sur la nature du mouvement seront de la plus grande valeur, nous insistons encore sur cela.

Nous recommandons aussi éventuellement l'étude des mouvements communiqués à l'eau des lacs ; dans le tremblement de terre de Lisbonne, en 1755, la plupart des lacs suisses furent mis en balancement. Donnez aussi exactement que possible l'heure et la minute des déni-

vellations de l'eau, le nombre des vagues ; indiquez si ces vagues ou seiches ont commencé par une hausse ou une baisse de l'eau, cherchez à constater la propagation d'une vague, etc.

La plupart des autres observations que nous recommandons dans le questionnaire n'ont pas besoin de plus amples explications. Si vous remarquez des faits non signalés dans le questionnaire, leur constatation peut avoir dans certains cas une grande valeur pour l'étude du phénomène ; veuillez donc nous les indiquer. Nous n'avons pas la prétention de restreindre dans le cadre de nos questions toutes les observations possibles sur les tremblements de terre.

Nous ajouterons enfin que ces observations faites sans instruments devront être continuées, alors même que la commission sera arrivée à trouver et à répandre dans le pays des instruments spéciaux pour l'étude des tremblements de terre ; à côté des données des instruments, ces observations libres, faites sur les phénomènes de la nature, auront toujours une grande importance. Les deux modes de recherches doivent se compléter et amener à une connaissance toujours plus précise du phénomène.

#### IV. *Questionnaire.*

Le questionnaire suivant, sous forme de feuille volante, est en dépôt chez les différents membres de la commission d'étude, dont on trouvera l'adresse plus loin. Que l'on en demande un ou plusieurs exemplaires par carte-postale, quand un tremblement de terre aura été ressenti, aussitôt ils seront envoyés. Nos collaborateurs sont priés de retourner le questionnaire, aussi bien rempli que possible, à l'un des membres de la commission.

1° A quel jour, à quelle heure et, si possible, à quelle minute et à quelle seconde a-t-on ressenti un tremblement de terre ?

2° La pendule qui a servi à la détermination de l'heure a-t-elle été comparée avec la pendule de la station de télégraphe ? Quelle était la différence de marche au moment de la vérification ?

3° Veuillez désigner aussi exactement que possible la localité où l'observation a été faite (canton, district, commune).

Désignez aussi l'emplacement dans lequel vous étiez lorsque la secousse a été perçue. Était-ce en plein air ou dans un bâtiment ? Était-ce au rez-de-chaussée ou dans un étage de la maison ?

Quelle était votre occupation au moment de la secousse ?

4° Quelle est la nature du sol sur lequel repose le lieu de l'observation ? (sol rocheux, sol d'alluvion, sol tourbeux, etc.)

5° Combien y a-t-il eu de secousses ? A quelle intervalle de temps se sont-elles succédées ?

6° Essayez de décrire la secousse. Était-ce un choc par en bas, une secousse latérale, un balancement plus ou moins lent, un mouvement de vagues, un tremblement, un frémissement du sol ? S'il y a eu plusieurs secousses, ont-elles toutes eu le même caractère ?

7° De quel côté est venue la secousse ? Dans quelle direction s'est-elle propagée ?

8° Combien de temps ont duré les chocs ? Combien de temps a duré le tremblement consécutif ?

9° Quels ont été les effets principaux du tremblement de terre ? (Voir les explications ci-dessus, chap. III.)



10° Pouvez-vous comparer ce tremblement de terre à d'autres phénomènes analogues auparavant ressentis par vous ?

11° A-t-on entendu quelque bruit ? Quelle en a été la nature ? Était-ce de simples craquements des boiseries de la maison, ou bien était-ce un bruit souterrain ? — Était-ce un bruit, un coup, une détonation, un roulement ?

12° Le bruit a-t-il précédé ou suivi la secousse ? Quel a été le moment relatif des deux phénomènes ?

13° Signalez toutes les observations extérieures qui peuvent, de près ou de loin, se rapporter au phénomène : effets de la secousse sur les animaux, effets sur les sources, coup de vent, tempête concomitante, etc.

14° Y a-t-il eu des mouvements dans l'eau des lacs ou des étangs ? Décrivez ces mouvements.

15° Y a-t-il eu de petites secousses ayant précédé ou suivi la secousse principale ? A quel jour et à quel moment ont-elles eu lieu ?

16° Veuillez enfin nous donner les observations faites, dans votre localité ou les localités environnantes, par des personnes de votre connaissance. Veuillez aussi nous donner l'adresse de personnes capables de remplir, en tout ou en partie, un questionnaire analogue à celui-ci.

## V. *Organisation de l'étude des tremblements de terre en Suisse.*

La difficulté pour un naturaliste isolé de rassembler les observations nécessaires à l'étude scientifique des tremblements de terre, le nombre considérable d'observateurs et de collaborateurs dont le concours est désirable,

la nécessité d'avoir recours à l'aide obligeante des stations météorologiques et des stations télégraphiques, pour obtenir une précision suffisante pour la détermination du temps, toutes ces raisons ont engagé la *Société helvétique des sciences naturelles* à charger une commission d'organiser cette étude en Suisse. C'est la première fois qu'une organisation d'ensemble de ce genre de recherches est mise en œuvre. Dans les autres pays l'on n'a encore rien essayé d'analogue ; tout au plus quelques savants isolés ont-ils obtenu de l'État l'autorisation de réclamer le concours des stations télégraphiques pour la détermination du temps. Nous espérons des résultats importants d'une organisation plus étendue, qui pénétrera partout, dans les localités les plus reculées de la patrie, et qui réclamera le concours et l'appui de tous les amis de la nature.

La commission a décidé de commencer ses études d'après le plan suivant :

Avant tout elle organise un système d'observations faites par les collaborateurs officieux qui voudront bien prendre intérêt à la question. Pour cela les membres de la commission se sont divisés la Suisse en 7 régions ; chaque membre aura dans sa région à entrer en relation avec tous ceux qui voudront collaborer à cette étude, à leur envoyer des questionnaires et à recueillir leurs observations ; ils se mettront de plus en rapport avec les journaux en leur demandant leur concours obligeant, soit pour attirer l'intérêt du public sur la question, soit pour faire connaître au public le résultat général des observations <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Voici les adresses des sept membres de la commission, et le champ d'études qu'ils se sont attribués :

En second lieu la commission fait un choix des instruments convenables pour l'étude des tremblements de terre; une série de stations officielles seront munies de ces instruments, et d'une autre part un nombre suffisant d'appareils seront mis à la disposition de ceux qui voudraient se les procurer.

En troisième lieu, des archives seront organisées pour recueillir toutes les observations sur les tremblements de terre. Chaque tremblement de terre aura son dossier, et si les observations le permettent, une carte spéciale sera établie pour en déterminer les limites et les particularités. En même temps une statistique des tremblements de terre en Suisse sera tenue au jour aussi soigneusement que possible, recueillant ainsi des dates certaines, aussi bien dans le passé que dans l'avenir, pour l'étude de ces phénomènes.

Enfin la commission suisse se mettra en relation avec ceux qui poursuivraient des études analogues dans les autres États, de manière à agrandir ainsi le champ du travail et à augmenter la valeur et l'importance des résultats.

Puissent ces efforts et ces travaux réussir !

Pour Schaffhouse, Thurgovie, le Höhgau et la Forêt-Noire : M. le prof. J. Amsler-Laffon à Schaffhouse.

Pour Lucerne, Zoug, Schwyz, Unterwald et Tessin : M. R. Billwiller, à l'Observatoire de Zurich.

Pour Vaud, Valais et Neuchâtel : M. le prof. Dr F.-A. Forel à Morges.

Pour Berne et Fribourg : M. le prof. Dr A. Forster, à l'Observatoire de Berne.

Pour Bâle, Soleure et Argovie : M. le prof. Dr Ed. Hagenbach-Bischoff, à Bâle.

Pour les Grisons, Saint-Gall, Appenzell, Glaris, Uri, Zurich : M. le prof. Alb. Heim, à Hottingen, Zurich.

Pour Genève, la Savoie et le pays de Gex : M. le prof. Dr Louis Soret, à Genève.

---

SUR  
LA DENSITÉ DU CHLORE  
A DE HAUTES TEMPÉRATURES

PAR

**M. J.-M. CRAFTS**

---

Dans ces derniers temps, des travaux expérimentaux du plus grand mérite ont conduit leurs auteurs à quelques conclusions théoriques sur la nature des éléments chimiques, qui ont éveillé dans le monde scientifique un vif intérêt, surtout en Angleterre où ces spéculations ont été suivies avec beaucoup d'entrain. M. Lockyer conclut de ses observations des lignes spectrales que « l'hypothèse que les éléments chimiques sont des corps simples n'explique pas tous les phénomènes. »

Il compare les différents foyers de chaleur dont nous avons connaissance à des fourneaux dans lesquels on peut distinguer par le spectroscopie une série de températures croissantes, et il pense que les éléments sont dissociés en corps plus simples qui, quand la température s'abaisse, se recombinent.

Il parle dans un autre endroit de l'union par température décroissante des molécules primitives en groupes de 2 à 2 ou 3 à 3 pour former par une espèce d'évolution les divers composés.



Comme M. Lockyer n'a pas trouvé d'éléments non métalliques dans le soleil, il s'est moins occupé de ces corps. Mais un travail de M. Victor Meyer vient combler en partie la lacune, et ce dernier auteur croit apercevoir à la température relativement basse de 1000 degrés une décomposition du chlore en ces constituants primitifs, qui se recombineraient, de la manière suggérée par M. Lockyer, en groupes de trois atomes, pour reformer ce qu'on appelle le chlore, dès que la température s'abaisse. L'originalité et l'importance de ces hypothèses encouragent toute investigation qui pourrait contrôler leur exactitude, et laissant à d'autres, plus autorisés, le soin d'examiner jusqu'à quel point des changements d'état physique suffiraient pour expliquer les faits que M. Lockyer a observé sur les métaux, j'ai voulu dans ce mémoire décrire quelques expériences sur les corps non métalliques, expériences qui ont été entreprises dans le but de contribuer à l'éclaircissement de la question de la décomposition des corps simples et en particulier du chlore. En parcourant de nouveau le terrain si bien travaillé par MM. Meyer, il m'a paru qu'un changement de conditions des expériences serait le plus propre à faire ressortir des faits nouveaux et j'ai essayé de donner une valeur aux résultats en faisant à propos de ce changement une simplification qui écarte des causes d'erreurs possibles.

« Au mois d'octobre de l'année 1878, M. Victor Meyer a décrit une nouvelle forme d'appareils pour la détermination de la densité des vapeurs, et dans une série de notes qu'il a publiées dans le *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, pour la plupart en commun avec M. C. Meyer, se trouvent de nombreuses déterminations faites à des températures très variées. Le procédé se recommande

par une grande simplicité et rapidité de manipulation, tout en conservant une exactitude suffisante. Il a déjà été employé dans beaucoup de laboratoires, et l'on peut espérer qu'il rendra aux chimistes des services aussi importants que les deux autres méthodes classiques; mais la facilité avec laquelle MM. Meyer ont su résoudre un grand nombre de problèmes intéressants à l'aide de cette méthode, est le meilleur témoignage en sa faveur. Dans cette série de travaux remarquables, la note <sup>1</sup> sur la densité du chlore à une haute température a éveillé un intérêt tout spécial et a donné lieu à des développements théoriques de M. Brodie, à une note de M. Lieben, proposant des hypothèses différentes de celles de MM. Meyer, et à quelques critiques sur des détails expérimentaux auxquelles M. V. Meyer a répondu. J'ai cru pouvoir, dans ces circonstances, sans trop empiéter sur le terrain de M. Meyer, répéter une partie de ses expériences, en les modifiant de manière à aborder le sujet d'un côté un peu différent.

On peut décrire en peu de mots le procédé général de M. Meyer et les modifications en question.

Il prend un vase cylindrique à longue tige, en verre, en porcelaine ou en platine, rempli d'air et chauffé à une température qui doit rester constante, au moins pendant les quelques minutes que dure l'expérience. On y introduit une quantité pesée d'une substance qui se transforme en vapeur ou qui se décompose en donnant un gaz, et la vapeur ou le gaz chasse une quantité équivalente d'air. On mesure l'air, et, pour avoir la densité, on compare son poids avec celui de la substance employée.

<sup>1</sup> *Berichte der chemischen Gesellschaft*, t. XII, p. 1426, juillet 1879.

Pour les températures inférieures au rouge sombre, un bain de métal ou une substance en ébullition suffit pour maintenir une température constante; quand il s'agit d'employer une plus forte chaleur, MM. Meyer chauffent un cylindre en porcelaine directement dans la flamme du fourneau à double paroi de M. Perrot, et le mérite capital de leur procédé consiste dans le petit espace de temps (deux à quatre minutes) qu'il faut pour achever une expérience, parce qu'on peut admettre que pendant ce temps la température de l'air chassé est la même que celle de la substance en vapeur. Toutes les expériences que j'ai faites à diverses températures me permettent de confirmer cette donnée. Mais je crois que la méthode calorimétrique<sup>1</sup> employée par ces auteurs est sujette à la critique.

La limite supérieure de  $1560^{\circ}$  pour un objet en porcelaine chauffé dans un fourneau Perrot paraît plus élevée que la plupart des évaluations récentes de températures semblables, et, si l'on déduit des données de MM. Meyer le coefficient de chaleur spécifique qu'ils ont employé dans leurs calculs, on trouve 0,0394. En substituant à ce chiffre celui qui résulte des travaux récents de M. Violle<sup>2</sup>, en étendant sa formule à  $1500^{\circ}$ , c'est-à-dire 0,0407, on trouve environ  $1524^{\circ}$ . MM. Meyer chauffent un bloc de platine dans un cylindre en fer et on ne peut pas admettre sans preuves directes que ce cylindre ait la même température qu'un cylindre en porcelaine émaillée chauffé dans les mêmes conditions.

<sup>1</sup> *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XII, p. 1115, 1196, 1284, 1427.

<sup>2</sup> *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 543.

MM. Meyer ont établi et mesuré une série de températures qui doivent correspondre avec le débit de gaz d'un robinet gradué et en tournant le robinet de la même manière ils cherchent à reproduire la même température<sup>1</sup>. J'ai mesuré avec un compteur le gaz brûlé dans un fourneau Perrot et j'ai trouvé que le degré de chaleur dépend aussi du tirage et qu'il est très difficile d'estimer même approximativement la quantité d'air qui passe en même temps avec le gaz ; ainsi on ne peut pas être sûr de retrouver par ces moyens une température qu'on a fixée dans des expériences préalables.

J'ai préféré transformer le cylindre en porcelaine en thermomètre à air et faire succéder les déterminations de température et de densité par une méthode qui sera décrite dans une autre communication.

La modification apportée à l'appareil de M. Meyer consiste à faire communiquer le cylindre en porcelaine avec deux tubes en U, calibrés et divisés en dixièmes de centimètre cube. A une branche des tubes est ajusté un vase mobile pour faire varier la pression ; l'autre branche se termine en haut par un réservoir pouvant contenir environ 9<sup>cc</sup> et communiquant par un tube capillaire avec le cylindre. L'un des tubes verse son gaz à travers un tube de petites dimensions, en platine ou en argile, jusqu'au bas du cylindre en porcelaine ; le gaz qui sort de celui-ci à sa partie supérieure pénètre dans le second tube en U pour être mesuré. On remplit les tubes avec le mercure, l'eau ou l'acide sulfurique concentré, suivant les circonstances.

<sup>1</sup> Je dois ces détails à l'extrême obligeance de M. Victor Meyer qui a bien voulu faciliter, en me les donnant, la comparaison de nos résultats.



On peut facilement s'assurer, par des expériences faites à la température ordinaire, qu'on peut arriver à des résultats exacts à  $0^{\text{cc}},02$  près quand on introduit dans le cylindre un volume d'un gaz mesuré dans un des tubes et qu'on mesure dans le second tube le volume d'un autre gaz déplacé. Quand il s'agit du chlore, il faut employer l'acide sulfurique et empêcher un contact prolongé avec les joints, qui sont en caoutchouc noir contenant très peu de soufre. Dans ces conditions le chlore attaque peu le caoutchouc, et l'absorption qui se produit est si lente, que les mesures restent suffisamment exactes. On chauffe le cylindre à une température quelconque, et l'on répète l'expérience en ayant soin d'entourer les deux tubes mesurateurs avec de l'eau à une température constante.

Deux expériences conduites de cette manière ont donné pour résultat que  $10^{\text{cc}}$  de chlore pur et sec occupent, à la plus forte chaleur du fourneau, les mêmes volumes que  $10^{\text{cc}},37$  et  $10^{\text{cc}},24$  d'air à la même température. On a observé une diminution progressive du volume, qui, six minutes après la première observation, était de  $0^{\text{cc}},04$  dans la première expérience et de  $0^{\text{cc}},05$  dans la seconde. Un tuyau de pipe bien calciné a servi à introduire le chlore dans la partie inférieure du cylindre, et l'on pourrait objecter qu'une absorption physique ou une combinaison chimique du chlore avait eu lieu pour augmenter la densité apparente. Cette dernière objection tombe devant les résultats des deux autres expériences, où l'on a rempli le cylindre, chauffé très fortement, avec du chlore sec et mesuré le volume de ce chlore déplacé par  $10^{\text{cc}}$  d'air. On a trouvé  $9^{\text{cc}},98$  et  $10^{\text{cc}}$  de chlore. La densité du chlore admise par MM. Meyer demande dans la première série  $15^{\text{cc}}$  et dans la seconde  $6^{\text{cc}},6$ . J'ai soumis à

un contrôle expérimental la supposition peu probable que l'argile, à cette température, absorbe presque instantanément quatre ou cinq fois son volume de chlore, pour l'abandonner avec une même rapidité en contact avec l'air, et l'essai a donné un résultat négatif: c'est la seule hypothèse qui semblerait mettre ces observations d'accord avec celles de MM. Meyer. Deux autres expériences, où l'on a employé un tube épais et de petit diamètre en platine, ont donné  $10^{\text{cc}},43$  et  $10^{\text{cc}},30$  d'air déplacés par  $10^{\text{cc}}$  de chlore, et une expérience précédente a donné seulement  $9^{\text{cc}},41$  d'air, parce qu'une partie du chlore était absorbée pour former une couche de chlorure de platine dans le tube; du reste, dans ce cas on observe une absorption plus marquée qui, cinq ou six minutes après la lecture, s'élève à  $0^{\text{cc}},8$  ou  $0^{\text{cc}},9$ , et le tube est fortement attaqué sur une longueur de  $0^{\text{m}},02$ .

Du brome qui avait à  $445^{\circ}$  la densité de 5,24 (théorie, 5,57) a donné, à la même température que le chlore, les densités de 4,39 et 4,48.

La substance était pesée dans des tubes capillaires en verre, scellés à la lampe, qui éclataient après avoir été introduits dans le cylindre chauffé.

De l'iode qui avait à  $445^{\circ}$  la densité 8,659 (théorie 8,795) a donné, à la température ci-dessus, la densité 6,01 et 5,93.

L'iode était pesé dans un cylindre en platine avec un bouchon du même métal, pesant ensemble  $2^{\text{gr}},5$ .

Ainsi, la seule expérience de MM. Meyer que j'aie répétée dans les mêmes conditions a donné un résultat analogue, et je suis d'accord avec eux pour admettre qu'à la plus haute température du fourneau Perrot, avec un très fort tirage, l'iode diminue de densité pour augmenter

de volume dans la proportion d'environ 1 à 1,5, comparé avec l'air. La proportion pour le brome est environ de 1 à 1,2, et pour le chlore je n'ai pu trouver par la méthode employée une augmentation de volume de plus de quelques centièmes, au lieu de 50 pour 100 admis par MM. Meyer.

« Les déterminations avec l'iode et le brome du commerce ne sont que préliminaires, et je désire contrôler plus exactement la pureté de ces substances avant de présenter quelques déductions théoriques; je dois aussi réserver pour une prochaine communication les détails d'expériences faites avec d'autres gaz permanents. »

(Université de Genève, 26 janvier 1880.)

# BULLETIN SCIENTIFIQUE

---

## CHIMIE.

J.-B. SCHNETZLER. — QUELQUES OBSERVATIONS SUR LA MÈRE DU VINAIGRE, LA FLEUR DU VIN ET LES VINS FILANTS. (*Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XVI, 441.)

### I

On sait aujourd'hui, grâce aux travaux classiques de M. Pasteur, que la transformation du vin en vinaigre s'opère sous l'influence d'un petit champignon du genre *Bacterium* (*Mycoderma aceti*, Past.). Ce végétal est une cellule elliptique un peu étranglée au milieu, d'environ 1,5 millième de millimètre de longueur; ces cellules sont souvent réunies en chapelet. Ces petits organismes forment une mince pellicule à la surface du vin; ils attirent l'oxygène de l'air et en le transmettant à l'alcool, ils transforment celui-ci en acide acétique. Les cellules se multiplient par division et s'entourent d'une matière gélatineuse. Il se forme ainsi une couche épaisse, molle, gélatineuse, la *mère du vinaigre*, qui descend peu à peu au fond du liquide en perdant alors sa propriété acidifiante.

La mère du vinaigre que j'ai eu occasion d'examiner s'était formée spontanément dans une bouteille de vin blanc qui avait deux ans<sup>1</sup>. Il s'était produit à la surface du liquide suc-

<sup>1</sup> Ce vin se trouvait chez M. Grivel, chimiste et fabricant de vinaigre, à Aubonne. Les bouteilles étaient bien bouchées, dans une armoire, loin de toute matière en fermentation. Une seule parmi plusieurs de ces bouteilles produisit en quelques mois la mère du vinaigre à une température qui ne dépassait pas 10°.



cessivement des disques concaves de *Mycoderma* qui, en descendant au fond, s'entassaient les uns sur les autres, formant ainsi un cylindre de plus d'un décimètre de longueur et de deux centimètres de diamètre. Ce même liquide versé dans un tube à réaction y produisit le même phénomène. Lorsque le disque superficiel était allé rejoindre, les autres disques, on pouvait fort bien observer une légère traînée de matière gélatineuse partant du dernier disque déposé jusqu'à la surface où commençait bientôt la formation d'une nouvelle mère. Sous le microscope, cette matière gélatineuse, dont les flocons nageaient dans le vin devenu acide, se composait de bactéries dont le mouvement devient d'autant plus prononcé que l'acidification est plus énergique<sup>1</sup>. Après avoir bien fermé l'entrée du tube avec un bouchon de liège, la formation des disques continuait parfaitement bien. Les bactéries qui contribuaient à leur formation venaient donc dans ce cas du liquide alcoolique et non de l'air. En automne, lorsqu'on écrase le raisin, on introduit dans le moût un grand nombre de petits champignons, surtout des *Saccharomyces* et *Mycoderma* (bactéries), qui, suivant les circonstances dans lesquelles se trouve le moût et le vin, produisent la fermentation alcoolique, les fleurs du vin, sa transformation en vinaigre, en vin filant, etc., suivant que l'un ou l'autre de ces champignons l'emporte dans le combat de la vie.

La matière qui a reçu le nom vulgaire de mère du vinaigre se compose, d'après ce qui précède, de bactéries (*Mycoderma aceti*, Past.) et d'une matière gélatineuse qui, suivant la couleur du vin, présente une couleur d'un blanc-jaunâtre ou rouge. On regarde généralement la matière gélatineuse comme provenant de la gélatinisation de la cellulose des parois cellulaires. Cependant elle ne présente pas les réactions ordinaires de la cellulose; elle est insoluble dans le cuivre ammoniacal; l'iode et le chlorure de zinc ne la colorent pas en bleu ou en violet. Sous l'influence de la teinture d'iode elle prend une coloration jaune, de même que les nombreuses bactéries

<sup>1</sup> Il n'y a que les bactéries libres qui se meuvent; celles qui sont agglomérées par la matière gélatineuse sont immobiles.

qu'elle renferme. Il faut cependant observer que la cellulose de la plupart des champignons présente ces mêmes caractères, ce qui l'a fait considérer comme une modification particulière de la cellulose proprement dite (*Pilzcellulose*). Bouillie dans l'eau, la matière gélatineuse de la mère du vinaigre devient plus opaque; elle ne se fond pas et prend au contraire une consistance plus ferme.

Par la pression, le liquide dont cette matière est gonflée s'écoule et le volume se réduit considérablement. Desséchée à l'aide de la chaleur, elle se réduit à une pellicule mince et cornée. Lorsqu'on la met alors en contact avec une flamme, elle brûle en charbonnant et en répandant l'odeur du papier brûlé. Ce qu'il y a de frappant, c'est la forte cohésion des lames qui forment la mère du vinaigre et la résistance très considérable qu'elles opposent lorsqu'on veut les déchirer.

On observe la gélatinisation de la cellulose dans un grand nombre d'algues. Les cellules en chapelet des Nostocs, par exemple, produisent des masses gélatineuses très volumineuses qui, dans le Nostoc commun, forment des lames d'un vert olive présentant aussi une cohésion assez considérable. Mais le fait paraît bien plus frappant, lorsqu'on voit les légers flocons gélatineux qui produisent la mère du vinaigre se réunir en lame épaisse très difficile à déchirer.

On a observé récemment que certains champignons vivants possèdent la propriété de fixer ou d'absorber des quantités considérables de tannin, le *Penicillium glaucum*, par exemple. Pour voir si les bactéries de la mère du vinaigre ont la même propriété, j'ai plongé des lambeaux de cette matière dans une solution de sulfate de fer. Lorsque cette solution est exposée à l'air sans les fragments de mère du vinaigre, elle prend, comme on sait, bientôt une teinte jaunâtre; mais lorsqu'on y plonge la matière gélatineuse formée par le *Mycoderma aceti*, celle-ci prend peu à peu une coloration d'un vert-bleuâtre, tandis que dans le vinaigre elle ne présentait aucune trace de cette coloration, car elle était d'un gris-jaune. Le vinaigre dans lequel flottent des bactéries isolées ou réunies en flocons gélatineux prend également, avec une solution de sulfate de fer, cette même coloration d'un vert-bleuâtre, tandis que le vinaigre du commerce, dans lequel la plupart

des bactéries se sont déposées, prend avec le même sel de fer une coloration jaunâtre. Si, comme il est fort probable, la coloration de la mère du vinaigre, sous l'influence d'un sel de fer, provient de la présence d'une certaine quantité de tannin, il faut en conclure que les bactéries ont attiré ce tannin du vin qui s'est transformé en vinaigre. Cette substance, en se fixant sur les matières albumineuses (protoplasma des bactéries) de la mère du vinaigre, a pu contribuer à donner à celle-ci en partie la cohésion et la résistance qu'elle oppose quand on veut la déchirer.

La chlorophylle manque complètement dans les bactéries; ces petits organismes ont néanmoins la faculté de former avec les éléments de l'alcool, de l'acide acétique, des sels, de l'eau, etc., une quantité considérable de matières protéiques et surtout de la cellulose, des matières grasses, etc. Pasteur pense que l'électricité joue ici le même rôle que la lumière dans les cellules à chlorophylle <sup>1</sup>. L'action de l'électricité dans les cellules végétales n'est plus une simple hypothèse; d'après les observations de Velten (*Just, Bot. Jahresbericht, 1876, p. 361*), des courants d'induction produisent dans le plasma mort de la cellule végétale, les mêmes mouvements qui sont connus sous le nom de rotation, circulation, etc., dans la cellule vivante. D'après Velten, la cause des courants plasmatiques et de tous les mouvements du protoplasma est à chercher dans des courants électriques produits par le contenu vivant de la cellule.

Déjà en 1849, j'ai tâché de démontrer que la cause probable du mouvement ciliaire, du mouvement des spermatozoïdes, etc., était l'électricité. Or, les cils vibratiles des animaux et des végétaux ne sont autre chose que du protoplasma. (*Archives des sciences physiques et naturelles, 1849.*)

Dallinger et Drysdale (*On the existence of flagellæ in Bacterium termo; Monthly microscop. Journal, vol. XIV, 1875*) ont démontré à l'aide d'un fort objectif de Powell la présence d'un filament vibratile à chaque extrémité de *Bacterium termo*. Cohn avait déjà constaté un filament vibratile à chaque bout de *Spirillum volutans*.

<sup>1</sup> Comptes rendus, t. LXXXII, p. 792.

## II

Le vin qui se trouve dans des bouteilles ou des tonneaux pas complètement remplis, ou dans des vases ouverts à l'air, se couvre dans un temps plus ou moins court d'une fine pellicule d'un blanc-grisâtre finement plissée, qui est connue sous le nom de *fleur de vin*. Sous le microscope on trouve cette matière formée par de petits champignons, auxquels on a donné le nom de *Mycoderma vini*. Mais ce champignon diffère de celui qui forme la mère du vinaigre. D'après les recherches de Max. Rees, le champignon de la fleur du vin appartient au genre Saccharomyces, dans lequel nous trouvons le ferment de la fermentation alcoolique. Rees donne au *Mycoderma vini* Desm., identique avec *Mycoderma cerevisiæ* Desm., le nom de *Saccharomyces Mycoderma* Rees. Les cellules sont ovales, elliptiques; largeur 2-3 millièmes de millimètre; longueur 6-7 millièmes de millimètre. Ces cellules se multiplient par bourgeonnement, formant ainsi des chapelets ramifiés. Dans certaines conditions, il y a formation d'ascospores, par exemple lorsqu'on mélange le vin qui a des fleurs avec de l'eau. Les cellules prennent alors une longueur de 20 millièmes de millimètre et leur protoplasma se différencie en 1-3 spores.

En automne 1877, je mis dans des bouteilles bien bouchées du jus de raisin tout frais. Les bouteilles furent placées dans une cave dont la température ne dépassait pas 10°. La fermentation fut lente; il se déposa beaucoup de lie au fond des bouteilles, une partie surnagea à la surface du liquide. Au printemps (mars) on décanta la partie parfaitement limpide du jeune vin qui avait encore une saveur légèrement douce. Sous le microscope on trouvait dans ce vin de nombreuses cellules de *Saccharomyces ellipsoideus* Rees et des bactéries avec et sans mouvement.

Les cellules de *Saccharomyces* bourgeonnaient et provoquaient dans le liquide une fermentation secondaire (*Nachgährung*). Exposé à l'air libre dans un tube à réaction le 6 avril, on voyait se former à la surface du liquide des fleurs sous forme d'une mince pellicule plissée. Ces fleurs se com-



posaient du *Saccharomyces Mycoderma* Rees. Mais on pouvait observer entre cette forme et celle du *Saccharomyces* ellipsoïdeus, suspendues dans le liquide, toutes les transitions. Dans ce même vin exposé à l'air et à la lumière, les bactéries augmentent en nombre, et en se gélatinisant, elles forment de petits flocons suspendus dans le liquide. Dans un tube renfermant le même vin, mais placé dans l'obscurité, je n'ai pas observé ni l'augmentation, ni la gélatinisation des bactéries; tandis que ce même vin renfermait beaucoup de *Saccharomyces* ellipsoïdeus encore en suspension dans le liquide.

De Seynes a démontré que *Saccharomyces Mycoderma* Rees, porté sur un substratum sec qui lui fournit peu de nourriture, forme deux ou plusieurs spores dans des *Asci*. Ces spores germent dans des solutions sucrées en produisant des cellules bourgeonnantes. J'ai fait la même observation sur la fleur du vin qui s'était formée à la surface du liquide exposée à l'air dans un tube à réaction. La pellicule s'était épaissie; sa partie supérieure, qui n'était plus en contact avec le liquide, mais encore humectée par absorption capillaire, était moins bien nourrie que la couche inférieure. On y voit des cellules plus allongées que dans la partie de la pellicule qui forme la véritable fleur. Ces cellules, plus longues et ponctuées, se groupent souvent en chaînes ramifiées qui portent à leurs extrémités des cellules arrondies. On y aperçoit, en outre, des cellules plus grosses, allongées, dans lesquelles le protoplasma s'est différencié en deux ou trois petites cellules arrondies.

Malgré les bactéries existant dans le vin exposé à l'air et à la lumière sur lequel il s'est formé une épaisse couche de fleurs, il n'y a pas eu acidification, il ne s'est point formé de mère; les *Saccharomyces* l'ont emporté sur les bactéries dans le combat de la vie.

J'ai exposé le même vin de 1877, qui avait subi une fermentation incomplète dans des bouteilles fermées, mais qui, à l'œil nu, était parfaitement limpide, dans un bain-marie à une température de 80°. Exposé ensuite à l'air dans les mêmes conditions que le vin non chauffé, le premier ne présentait aucune trace de fleurs, lorsque le second en était complètement couvert.

On obtient le même résultat en ajoutant à ce vin blanc 1 % de borax. Depuis le 6 avril jusqu'à aujourd'hui (6 juin), il n'y a pas trace de fleurs à la surface du liquide exposé librement à l'air. Le borax empêche dans ce cas le développement des *Saccharomyces* qui se trouvent dans le liquide, quoique ce même vin renferme encore, malgré le borax, des bactéries vivantes; celles-ci ne se multiplient pas et elles sont devenues incapables de produire la fermentation acétique. Dans du gros vin rouge de Nîmes, le borax a également empêché la formation des fleurs; mais dans ce cas, la couleur du vin s'altère. En prenant une moindre quantité de borax on pourrait empêcher la formation de la fleur sans altérer ni le goût, ni la couleur. Les vins colorés artificiellement changent plus facilement de couleur avec le borax.

Revenons encore une fois, en terminant, sur les rapports qui existent entre *Saccharomyces ellipsoïdeus* Rees et *Saccharomyces Mycoderma* du même auteur. L'espèce de *Saccharomyces* qui était en suspension dans mon vin était bien *Sacch. ellipsoïdeus*; il présentait exactement la forme bien connue de ce champignon, forme reproduite par Rees dans son excellent travail intitulé : *Botanische Untersuchungen über Alkoholgährungspilze* (1870). La pellicule plissée qui s'était formée sur le vin exposé à l'air présentait tous les caractères de la fleur du vin. Elle s'épaississait dans le tube, mais ce n'était pas une simple accumulation de petits champignons, c'était la membrane caractéristique de la fleur. Dans les couches inférieures de cette peau en contact avec le liquide, le *Saccharomyces* présentait encore la plus grande analogie avec *Sacch. ellipsoïdeus*, tandis que dans les couches supérieures plus aériennes, il présentait tous les caractères du *Sacch. Mycoderma* que Rees représente dans sa fig. 10 et 11, tab. IV, loc. cit. En voyant ainsi toutes les transitions entre *Sacch. ellipsoïdeus* et *Sacch. Mycoderma*, on peut se demander si les deux espèces ne sont pas identiques. Pour résoudre cette question, il faudrait cependant un plus grand nombre d'observations.

Ce qui parlerait en faveur de cette manière de voir est une observation de M. A. Schulz, qui a publié un travail très im-

portant sur *Saccharomyces Mycoderma* dans les *Annalen der OEnologie*, t. VII, p. 115-147<sup>1</sup>.

Les expériences de M. Schultz démontrent que le champignon de la fleur du vin, se développant dans des solutions sucrées, peut produire la fermentation alcoolique.

### III

Pendant deux années de suite, du bon vin blanc de Lutry, versé dans un petit tonneau de 100 litres, devenait filant, tandis qu'il restait parfaitement fluide dans le grand vase d'où il avait été tiré. Les deux fois, avant de mettre le vin dans le petit tonneau, celui-ci avait été lavé comme cela se pratique ordinairement et même soufré. Examiné sous le microscope, ce vin, qui coulait comme de l'huile et qui avait pris une couleur opaline, était rempli d'une quantité énorme de bactéries excessivement petites, de forme globuleuse et réunies ordinairement en chapelets. Elles ont, d'après Pasteur, qui les a mesurées dans un vin blanc nantais, un diamètre d'un millième de millimètre; les miennes étaient même plus petites. Ces bactéries se développent surtout dans les vins blancs, rarement dans les rouges; comme celles de la mère du vinaigre, elles subissent la gélatinisation et, d'après Pasteur, elles forment quelquefois une véritable peau entièrement analogue à celle de la mère du vinaigre. Cependant, les bactéries de cette peau diffèrent du *Mycoderma aceti* en ne produisant pas la fermentation acétique. Comme cette maladie se déclare dans les tonneaux ou dans les bouteilles les mieux bouchées, les germes des bactéries qui produisent dans les vins filants une fermentation accessoire doivent venir du raisin. Dans les tonneaux qui ont contenu du vin filant, nous avons une véritable infection de bactéries qui restent dans les interstices du bois et qui transmettent la maladie au vin qu'on verse dans ces vases infectés. Ce n'est qu'en les traitant à plusieurs reprises avec des matières antiseptiques comme l'acide salicylique, le borax, l'acide sulfureux, etc., qu'on peut annuler l'action du ferment organique.

<sup>1</sup> *Botanischer Jahresbericht* du Dr Just. 1877, p. 84.

Que l'état particulier du vin filant provienne de la gélatinisation des bactéries ou d'une fermentation particulière, c'est toujours la présence et la multiplication des bactéries qui est la cause première de la maladie. Dans les vins rouges, cette altération ne se montre que très rarement, tandis qu'elle se produit fréquemment dans les vins blancs provenant de raisins qui n'ont pas été fortement pressurés et qui après avoir été foulés ne sont pas restés longtemps en contact avec le moût.

D'après M. François (Sur la cause de la graisse des vins, etc., *Annales de chimie et de physique*, t. XLIV, 1829-1831), le tannin précipite la matière glutineuse du vin gras. Cet auteur a fondé sur l'emploi du tannin un remède très apprécié en Champagne pour prévenir la maladie de la graisse ou des vins filants (Pasteur, *Etudes sur le vin*). L'action du tannin sur la matière gélatineuse des vins filants pourrait nous expliquer la différence qui existe sous le rapport de la maladie entre les vins rouges et les blancs. Les vins rouges, surtout les nouveaux, renferment généralement plus de tannin que les vins blancs. Les bactéries qui arrivent des raisins écrasés dans ces vins, se trouvent bientôt tannées et leur multiplication est arrêtée. Lorsque ces vins sont dépouillés de leur excès de tannin, les bactéries de la fermentation acétique qui ont survécu peuvent se développer et rendre le vin acide.

Dans les vins blancs, moins riches en tannin, les bactéries qui les rendent filants se développent plus facilement. Une partie d'entre elles absorbent le tannin, les autres se multiplient, se gélatinisent et produisent la fermentation des vins filants. On comprend alors qu'en ajoutant à temps une certaine quantité de tannin, on peut combattre efficacement la maladie.

Ce même vin filant dont je viens de parler renfermait une quantité considérable de mycélium de *Mucor racemosus*. Le protoplasma de ce mycélium s'était différencié en cellules globuleuses (gemmes) qui se trouvaient également répandues dans le liquide, soit à l'état isolé, soit en colonies gélatinisées. Ces cellules globuleuses (*Kugelhefe*) ont la propriété de produire la fermentation alcoolique dans un liquide sucré. Ce mode de reproduction du *Mucor* nous fournit une nouvelle preuve de l'influence du milieu ambiant sur le développement des organismes.



En 1854, les vins blancs du canton de Vaud étaient excellents. Après la fermentation, ils se montrèrent très limpides, mais au moment des chaleurs de l'été, un bon nombre des meilleurs vins devinrent gras. M. R. Blanchet, qui fit une communication sur ce sujet à notre Société dans la séance du 5 décembre 1855, dit que le tannin ajouté au vin rétablit la limpidité, et il en conclut qu'en 1854 les raisins manquaient de tannin. MM. Jean de la Harpe et S. Baup, qui prirent part à la discussion, expliquèrent les différences observées cette année entre les vins de Lavaux, La Côte et d'Aigle, parce que à La Côte et à Aigle on foulait alors le raisin à la vigne, tandis qu'à Lavaux il n'était ordinairement foulé qu'à l'instant de le mettre dans le pressoir. M. Borgeaud ajoute qu'il a essayé en 1854 de faire couler son vin sur du marc et que ce vin s'est très bien conservé. (*Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, t. IV, p. 342, 343.)

---

## BOTANIQUE.

J.-B. SCHNETZLER. — NOTICE SUR UNE ALGUE AERIENNE, CHROOLEPUS JOLITHUS AG. (*Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XVI, 247).

M. le pharmacien Behrens m'apporta, d'une course qu'il fit dans la vallée de Chamounix, un fragment de gneiss provenant des environs de la Tête-Noire (Châtelard). A la surface de cette roche on aperçoit à l'œil nu des taches d'un brun-rouge, formées par une matière pulvérulente qui se détache très facilement avec une pointe de couteau.

A l'aide du microscope on voit que cette coloration est produite par une petite algue (*Chroolepus Jolithus* Ag.). Les cellules qui la composent ont environ  $\frac{1}{38}$ <sup>mm</sup> de diamètre transversal; leur longueur égale la largeur ou la dépasse deux fois. Ces cellules, dont les parois sont très épaisses, renferment un liquide d'un beau rouge qui, avec de la teinture d'iode, se colore en bleu.

L'algue est formée d'une série simple, dichotome ou ramifiée de ces cellules. Les organes de reproduction, sous forme de zoospores garnies de deux cils vibratiles, se forment dans des cellules terminales ou latérales.

A côté de ces filaments, on voyait sous le microscope un

grand nombre de gouttes d'huile d'un beau jaune d'or, qui s'étaient échappées des cellules.

Dans une solution de borax, le protoplasma des cellules du *Chroolepus* se contracte et le liquide rouge apparaît alors à la surface des cellules sous forme de boules rouges ou de gouttes d'huile.

L'alcool extrait de ces mêmes cellules une matière d'un jaune d'or, qui paraît identique avec l'huile des boules jaunes qu'on observe entre les filaments de l'algue lorsqu'en râclant délicatement la roche on fait tomber dans l'eau l'algue qui la colore en rouge.

Après une immersion prolongée de ces algues dans une solution de borax, on observe dans les cellules, outre l'huile rouge, une matière jaune finement granuleuse, qui présente quelquefois une teinte verdâtre. Cette matière granuleuse jaune garde sa couleur lorsqu'on la traite avec la teinture d'iode; elle représenté le protoplasma de la cellule.

Le protoplasma des zoospores qui se forment dans des cellules terminales ou latérales ne se colore pas en bleu; il ne paraît pas encore contenir de l'huile, car sous l'influence de la teinture d'iode il devient jaune et finement granuleux.

Les cellules de *Chroolepus Jolithus* renferment par conséquent du protoplasma accompagné d'une huile rouge ou jaune. La chlorophylle proprement dite est masquée par l'huile et apparaît dans le protoplasma granuleux après l'immersion dans la solution de borax.

L'algue dont nous parlons vit sur des roches siliceuses où il n'y a point de matières organiques, il faut donc que le protoplasma de ses cellules ait le pouvoir de produire avec l'eau et l'acide carbonique de l'air, l'huile qui les remplit et qui en exsude de même en nombreuses gouttelettes. Cette huile remplace évidemment l'amidon qui se forme dans les cellules vertes d'autres végétaux. On a du reste observé cette formation d'huile dans les grains de chlorophylle de *Strelitzia* et de *Musa*.

L'enduit rouge qui recouvre la roche répand une agréable odeur de violettes qu'il garde pendant fort longtemps, surtout lorsqu'on l'humecte légèrement. On a appelé *Veilchenstein* une roche siliceuse du Broken, dans le Harz, qui doit son odeur de violette à notre *Chroolepus Jolithus*. Cette odeur provient de l'huile renfermée dans les cellules de cette algue aérienne.

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1880.

Du 1<sup>er</sup> au 7, brouillard constant et très épais, accompagné d'un dépôt abondant de givre.

8, brouillard le matin ; pluie le soir.

9, brouillard une partie de la journée.

10, brouillard, neige, pluie.

11, brouillard le matin et le soir.

12, brouillard le matin.

15, gelée blanche le matin.

16, id. ; léger brouillard dans la matinée.

21, halo lunaire de 7 h. à 9 h. du soir.

23, averse de grésil à 1 h. 45 m.

25, assez forte bise jusqu'au soir.

29, gelée blanche le matin.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 3 à 10 h. matin . . . . .	739,20	Le 10 à 8 h. soir . . . . .	715,58
13 à 10 h. matin . . . . .	732,98	17 à 4 h. après midi . . . . .	714,29
21 à 10 h. matin . . . . .	729,69	22 à 4 h. après midi . . . . .	721,44
25 à 10 h. soir . . . . .	733,42		

---



Jours du mois.	Baromètre.			Température C.				Tension de la vap.			Fract. de saturation en millièmes.			Pluie ou neige.		Vent dominant.	Nébulosité moyenne.	Temp. du Rhône.		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la temp. normale.	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. des 24 h.	Nomb. d'h.	Midi.			Écart avec la temp. normale.	cm.	
1	736,61	9,12	4,44	4,82	8,0	1,8	3,41	0,81	997	151	970	1000	...	...	0	...	0,90	87,0		
2	736,70	9,25	3,35	3,80	5,3	1,5	3,64	-0,58	999	154	990	1000	...	...	+1,9	...	1,00	84,9		
3	738,24	10,83	3,36	3,87	5,4	1,6	3,64	-0,59	997	154	990	1000	...	...	3,1	...	1,00	85,5		
4	736,45	9,09	3,04	3,62	4,3	1,4	3,63	-0,61	980	138	930	1000	...	...	3,6	...	1,00	83,8		
5	733,77	6,46	4,56	5,21	6,3	2,3	3,28	-0,97	993	153	970	1000	...	...	3,5	...	1,00	85,1		
6	731,03	3,77	4,29	5,01	5,4	2,7	3,36	-0,90	1000	161	1000	1000	...	...	3,2	...	1,00	84,0		
7	728,63	1,42	5,72	6,52	7,3	3,7	3,01	-1,26	1000	163	1000	1000	...	...	2,9	...	1,00	85,1		
8	723,30	3,86	3,99	4,86	7,8	2,3	3,50	-0,78	978	143	910	1000	...	...	...	...	0,94	85,0		
9	722,81	4,30	0,73	0,22	1,5	4,0	4,72	+0,43	954	120	830	1000	...	...	2,9	...	0,92	81,5		
10	717,87	9,18	0,87	0,16	0,5	2,2	4,89	+0,60	993	161	970	1000	...	...	3,2	...	0,97	82,5		
11	720,84	6,16	2,03	0,92	0,4	5,3	5,24	+0,94	961	131	880	1000	...	...	3,1	...	0,91	82,5		
12	728,01	1,07	4,20	3,00	4,4	11,4	5,01	+0,70	829	11	550	1000	...	...	2,7	...	0,62	83,4		
13	732,26	5,38	2,78	3,00	0,5	6,8	4,37	+0,05	799	27	560	980	...	...	3,5	...	0,31	82,0		
14	729,91	3,09	0,37	1,74	4,2	4,0	3,77	-0,56	852	28	640	990	...	...	3,6	...	0,19	85,5		
15	726,95	0,19	0,49	1,42	3,5	4,6	3,91	-0,42	846	24	630	990	...	...	...	...	0,44	82,0		
16	719,39	7,31	1,75	0,20	2,3	5,2	4,50	+0,16	862	22	710	970	...	...	3,6	...	0,84	83,7		
17	714,97	-11,67	4,10	2,46	1,2	10,0	5,60	+1,25	905	47	810	980	...	...	3,5	...	1,00	81,5		
18	722,81	3,77	6,31	4,57	2,5	12,1	5,59	+1,23	793	23	540	980	...	...	3,9	...	0,71	81,5		
19	725,45	1,07	9,49	7,66	4,7	15,5	5,67	+1,30	681	133	470	840	...	...	3,8	...	0,47	84,6		
20	726,34	0,12	9,50	7,57	5,8	13,8	6,39	+2,01	739	73	550	860	...	...	3,9	...	0,83	81,9		
21	728,57	2,18	10,94	8,91	7,2	15,7	5,29	+0,91	593	217	340	740	...	...	4,5	...	0,59	83,9		
22	722,87	3,46	6,01	3,88	4,0	9,8	6,48	+2,09	924	117	780	1000	...	...	...	...	1,00	87,0		
23	722,12	4,15	5,12	2,89	3,5	8,9	4,65	+0,25	734	71	530	810	...	...	4,2	...	0,81	87,0		
24	724,72	1,48	3,61	1,28	2,1	6,0	5,20	+0,79	881	17	720	950	...	...	4,3	...	0,96	87,0		
25	731,82	5,68	4,23	1,79	2,7	6,1	4,65	+0,23	783	48	650	820	...	...	4,3	...	0,98	88,5		
26	729,07	2,99	5,47	2,93	2,1	10,7	4,63	+0,20	711	87	510	870	...	...	4,8	...	0,59	89,1		
27	724,02	1,99	4,35	1,70	2,6	9,0	3,49	-0,95	613	183	420	760	...	...	4,5	...	0,84	88,7		
28	723,70	2,25	3,66	0,90	2,4	10,5	3,64	-0,81	656	137	360	920	...	...	4,6	...	0,16	89,5		
29	724,36	1,53	3,51	0,64	1,9	8,5	4,16	-0,30	736	55	530	900	...	...	...	...	0,01	91,0		

## MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1880.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
<b>Baromètre.</b>									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	731,07	731,40	731,42	730,91	729,96	729,78	729,77	729,73	729,80
2 <sup>e</sup> »	724,66	725,07	725,21	724,94	724,47	724,37	724,67	725,16	725,46
3 <sup>e</sup> »	725,97	726,35	726,41	726,08	725,33	725,02	725,23	725,45	725,73
Mois	727,28	727,65	727,73	727,36	726,63	726,44	726,60	726,83	727,04

<b>Température.</b>									
1 <sup>re</sup> décade	— 4,48	— 4,75	— 3,90	— 2,43	— 1,57	— 1,68	— 1,96	— 1,94	— 2,11
2 <sup>e</sup> »	+ 1,03	+ 1,24	+ 4,14	+ 6,61	+ 7,15	+ 6,92	+ 5,38	+ 4,48	+ 3,70
3 <sup>e</sup> »	+ 2,79	+ 3,81	+ 6,17	+ 7,42	+ 8,22	+ 7,49	+ 6,11	+ 4,99	+ 4,12
Mois	— 0,32	— 0,03	+ 2,00	+ 3,74	+ 4,48	+ 4,13	+ 3,07	+ 2,43	+ 1,83

<b>Tension de la vapeur.</b>									
1 <sup>re</sup> décade	3,32	3,25	3,47	3,85	3,98	3,94	3,91	3,96	3,93
2 <sup>e</sup> »	4,63	4,82	5,00	4,95	5,23	5,10	5,19	5,29	5,08
3 <sup>e</sup> »	4,85	4,97	4,84	4,53	4,55	4,66	4,70	4,61	4,74
Mois	4,25	4,32	4,42	4,44	4,59	4,56	4,60	4,62	4,57

<b>Fraction de saturation en millièmes.</b>									
1 <sup>re</sup> décade	1000	1000	999	993	973	971	982	991	993
2 <sup>e</sup> »	931	954	816	691	693	689	770	826	850
3 <sup>e</sup> »	862	817	682	594	572	611	690	710	766
Mois	933	927	838	765	752	762	818	847	873

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Linnimètre.
1 <sup>re</sup> décade	— 5,08	— 0,65	0,97	+ 3,04	12,4	84,6
2 <sup>e</sup> »	+ 0,37	+ 8,87	0,63	+ 3,51	17,4	82,9
3 <sup>e</sup> »	+ 2,21	+ 9,47	0,66	+ 4,46	11,0	88,0
Mois	— 0,94	+ 5,77	0,76	+ 3,63	40,8	85,1

Dans ce mois, l'air a été calme 1,9 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,83 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S 29°, 7-0 et son intensité est égale à 8,7 sur 100.

## TABLEAU

DES

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1880.

Du 2 au 8, ciel constamment clair.

10, neige, tout le jour, par un fort vent du SO., qui en a emporté une partie.

11, brouillard tout le jour ; très fort vent du SO. le matin.

12, brouillard tout le jour.

13, brouillard jusqu'au soir.

16, neige le soir ; fort vent du SO.

17, fort vent du SO. et brouillard tout le jour.

18, neige dans la nuit ; brouillard le matin.

22, neige tout le jour.

23, brouillard intense tout le jour ; vent très fort pendant tout le jour, soufflant du NE. le plus souvent, mais sautant parfois brusquement au SO.

24, bise très forte tout le jour, par un brouillard intense.

27, forte bise tout le jour ; brouillard depuis 11 h. du matin.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

MAXIMUM

mm

Le 3 à 10 h. soir.....	570,93
14 à 10 h. soir.....	564,19
21 à midi.....	565,19
25 à 10 h. soir.....	565,80
29 à 5 h. soir.....	560,38

MINIMUM.

mm

Le 2 à midi.....	569,50
10 à 6 h. soir.....	556,37
18 à 8 h. matin.....	557,11
23 à 8 h. soir.....	555,81
27 à 4 h. après midi.....	556,35

SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1880.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.	
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum.	Maximum.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.	.....			
1	570,24	+ 9,76	570,19	570,46	4,91	+ 4,16	6,9	3,0	.....	.....	.....	SO.	1	0,13
2	569,79	+ 9,34	569,94	570,15	4,79	+ 4,28	7,4	1,4	.....	.....	.....	SO.	1	0,01
3	570,33	+ 9,91	569,90	570,93	4,68	+ 4,38	7,4	1,8	.....	.....	.....	SO.	1	0,00
4	569,59	+ 9,21	568,31	570,72	3,54	+ 5,51	6,0	+ 0,1	.....	.....	.....	SO.	1	0,00
5	566,65	+ 6,31	565,72	567,72	6,42	+ 2,62	7,8	4,0	.....	.....	.....	NE.	1	0,17
6	564,18	+ 3,28	563,80	564,72	5,63	+ 3,40	8,0	1,1	.....	.....	.....	SO.	1	0,00
7	563,55	+ 3,88	563,04	564,05	5,32	+ 3,50	7,9	2,9	.....	.....	.....	SO.	1	0,00
8	559,87	+ 0,36	559,40	560,56	7,19	+ 1,82	8,9	4,0	.....	.....	.....	SO.	1	0,04
9	558,74	+ 1,46	558,15	559,43	7,93	+ 1,06	9,9	5,0	.....	.....	.....	SO.	1	0,50
10	556,72	+ 3,45	556,37	557,39	8,57	+ 1,40	10,6	7,3	180	10,4	.....	SO.	1	1,00
11	558,43	+ 1,71	556,80	560,07	6,49	+ 2,46	7,3	5,5	.....	.....	.....	SO.	2	0,92
12	561,86	+ 1,76	560,89	562,69	6,91	+ 2,02	8,4	4,8	.....	.....	.....	NE.	1	1,00
13	563,47	+ 3,41	563,20	563,81	10,34	+ 1,43	12,4	8,0	.....	.....	.....	NE.	1	0,78
14	563,40	+ 3,36	562,92	564,19	8,58	+ 0,30	13,2	4,4	.....	.....	.....	SO.	1	0,04
15	562,41	+ 2,40	561,46	563,69	5,82	+ 3,03	9,5	2,2	.....	.....	.....	SO.	1	0,41
16	558,64	+ 1,34	558,22	559,28	8,44	+ 0,38	9,5	5,9	60	6,2	.....	SO.	1	0,70
17	557,86	+ 2,09	557,13	558,66	6,91	+ 1,88	8,8	5,9	.....	.....	.....	SO.	1	1,00
18	559,27	+ 0,65	557,11	561,89	7,13	+ 1,63	7,7	5,5	90	8,4	.....	NE.	1	0,37
19	563,94	+ 4,05	563,32	564,27	1,71	+ 7,02	7,7	2,4	.....	.....	.....	SO.	1	0,18
20	564,02	+ 4,15	563,67	564,71	1,21	+ 7,48	3,9	3,2	.....	.....	.....	SO.	1	0,51
21	564,80	+ 4,95	564,29	565,19	2,77	+ 5,88	6,6	0,2	.....	.....	.....	NE.	1	0,37
22	559,68	+ 0,15	557,96	562,13	5,41	+ 3,20	7,0	3,0	430	38,0	.....	SO.	1	1,00
23	555,92	+ 3,89	555,81	556,24	5,53	+ 0,96	11,6	3,8	.....	.....	.....	NE.	2	1,00
24	558,01	+ 1,78	556,45	560,96	9,87	+ 1,34	12,0	8,3	.....	.....	.....	NE.	3	1,00
25	564,51	+ 4,74	562,89	565,80	8,24	+ 0,25	11,6	5,4	.....	.....	.....	NE.	1	0,01
26	562,74	+ 2,99	560,71	564,51	6,08	+ 2,36	9,0	1,0	.....	.....	.....	NE.	1	0,33
27	556,81	+ 2,92	556,35	558,24	10,77	+ 2,38	12,0	5,3	.....	.....	.....	NE.	3	0,81
28	557,88	+ 1,83	556,62	559,25	7,97	+ 0,37	14,3	4,2	.....	.....	.....	NE.	1	0,17
29	560,18	+ 0,48	559,83	560,38	3,43	+ 4,86	7,3	0,2	.....	.....	.....	variable		0,13



## MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1880.

6 h. m. 8 h. m. 10 h. m. Midi. 2 h. s. 4 h. s. 6 h. s. 8 h. s. 10 h. s.

**Baromètre.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	565,40	565,37	565,39	565,10	564,84	564,75	564,78	564,80	564,72
2 <sup>e</sup> »	560,92	561,03	561,32	561,36	561,26	561,43	561,57	561,72	561,81
3 <sup>e</sup> »	560,13	560,26	560,12	560,19	560,04	559,89	560,03	560,14	560,19
Mois	562,22	562,29	562,35	562,29	562,12	562,10	562,20	562,29	562,31

**Température.**

1 <sup>re</sup> décade	7,18	6,91	5,69	3,94	3,43	4,32	5,85	6,50	6,75
2 <sup>e</sup> »	7,05	6,68	5,74	4,83	4,89	5,19	6,45	6,83	6,84
3 <sup>e</sup> »	8,69	7,76	6,42	5,36	5,27	5,56	7,23	7,33	7,76
Mois	7,60	7,09	5,93	4,69	4,50	5,00	6,49	6,87	7,09

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
1 <sup>re</sup> décade	8,08	3,04	0,18	10,4	180
2 <sup>e</sup> »	8,84	3,66	0,59	14,6	150
3 <sup>e</sup> »	10,16	3,62	0,54	38,0	430
Mois	8,99	3,43	0,43	63,0	760

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,84 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 11,5 sur 100.



# DÉSINFECTION DES VÉHICULES

PAR

## L'ACIDE SULFUREUX ANHYDRE

---

### PREMIÈRES EXPÉRIENCES

*Faites à Genève les 28 et 29 février 1880*<sup>1</sup>

PAR

**M. le Dr V. FATIO**

---

Chargé par le Département fédéral du Commerce et de l'Agriculture de faire des essais de désinfection de véhicules, eu égard à l'éventualité de transports dangereux par ceux-ci et en vue de l'exécution du second alinéa de l'article 4 de la Convention phylloxérique de Berne, j'ai fait, le 28 février dernier, en gare de Genève, sur des wagons de la Compagnie de la Suisse Occidentale, avec l'autorisation de celle-ci et au moyen de l'acide sulfureux anhydre<sup>2</sup>, les expériences qui suivent :

Quoique les essais en question aient été forcément faits à une époque de l'année où le phylloxéra ne se présente

<sup>1</sup> Les premiers résultats constatés furent communiqués à la Société de Physique et d'Hist. Nat. de Genève, dans sa séance du 4 mars 1880.

<sup>2</sup> L'acide avait été préparé à Genève, par le procédé de M. Raoul Pictet, et dans les ateliers de la Société anonyme pour l'exploitation des brevets R. Pictet.

guère sur les racines de la vigne qu'à l'état d'insecte radicole hivernant, et bien qu'une seconde expérience plus concluante, complément indispensable de celle que je rapporte ici, soit nécessairement à faire encore durant la belle saison, alors que les racines pourront transporter des œufs du parasite plus difficiles à tuer que l'insecte lui-même, je n'en pense pas moins que les premiers résultats obtenus pourront donner, dès à présent et quant aux nombreux transports opérés en dehors de la saison propre à la ponte, de précieuses garanties.

Devant donc reprendre bientôt le sujet et compléter mes observations dès que le développement du parasite me permettra de nouvelles expériences, je me bornerai, pour le moment, à constater les premiers résultats acquis, en exposant, aussi brièvement que possible, soit les précautions dont j'ai dû m'entourer, pour éviter des récriminations motivées de la part des régions viticoles appelées à être desservies par les wagons soumis à l'expérience, soit les mesures que j'ai dû prendre pour assurer une vérification indiscutable des effets du toxique.

Les essais ont dû porter sur deux sortes de véhicules, sur un wagon fermé et sur une voiture à ciel ouvert, et se faire, par conséquent, dans les deux cas, de deux manières différentes.

Pour les wagons fermés, je devais emprisonner plus ou moins l'acide, à l'état gazeux; pour les voitures ouvertes, je devais appliquer celui-ci à l'état liquide, en le pulvérisant directement, sous sa propre pression, contre les parois ou les objets à désinfecter. Il eût été de la plus grande imprudence de tenter la désinfection du wagon fermé par la pulvérisation directe du toxique contre les parois intérieures de celui-ci; l'individu chargé de l'opé-



ration eût été asphyxié en peu d'instants. Il serait même impossible de se tenir, sans de graves inconvénients, à l'ouverture d'une voiture fermée pour asperger du dehors, avec une lance (tube), toutes les surfaces internes à désinfecter minutieusement.

Je décrirai donc séparément les deux-opérations et leurs effets, en motivant dès maintenant la production d'une série de détails peut-être superflus par la nécessité où j'étais de me mettre complètement à l'abri d'une accusation d'imprudence de la part des viticulteurs intéressés.

Mon premier soin fut de chercher, sur des racines recueillies ad hoc huit jours auparavant <sup>1</sup>, de petits groupes de phylloxéras susceptibles d'être facilement isolés sur un fragment réduit des dites racines <sup>2</sup>; puis, après avoir scrupuleusement compté, à l'aide d'une forte loupe, tous les insectes préalablement reconnus vivants qui devaient être soumis à l'expérience, je fixai séparément les divers fragments ainsi étudiés dans autant de petits tubes à fermeture hermétique et porteurs d'étiquettes indiquant, soit le nombre et la position relative des parasites empiri-

<sup>1</sup> Ces racines ont été recueillies à Talissieu, près Culoz, dans le département de l'Ain et apportées à Genève dans un flacon hermétiquement fermé. Tout ce qui n'a pas été de suite employé a été immédiatement brûlé.

<sup>2</sup> Ces groupes de phylloxéras radicales comprenaient de 4 à 5, 7, 8, 9, 11, 17 et 22 individus. L'action du toxique eût été la même sur un nombre plus élevé de parasites; mais, avec des colonies plus nombreuses, il m'eût été difficile de retrouver, après l'opération, tous les insectes soumis à l'expérience, pour une vérification complète des effets du toxique et en vue de l'innocuité future du véhicule.

sonnés, soit les conditions dans lesquelles chacun devait être utilisé.

Les tubes d'essai ainsi préparés furent disposés, au nombre de dix et l'ouverture tournée vers le haut, dans le wagon fermé que j'avais intentionnellement choisi dans un médiocre état de conservation, soit présentant, comme la plupart des voitures en circulation, de petites avaries ou ouvertures fortuites <sup>1</sup>. Cinq furent déposés sur le plancher du wagon (4 dans les angles, un au centre), deux furent suspendus, à mi-hauteur, contre les parois antérieure et postérieure du véhicule; deux furent fixés, à mi-hauteur aussi, vers l'ouverture des portes où l'air avait le plus d'accès; un, enfin, fut suspendu contre le plafond même de la voiture.

Ce premier arrangement fait, les bouchons hermétiques furent enlevés, une petite bande de papier réactif <sup>2</sup> fut introduite au fond de chaque tube et de forts tampons d'une terre argilo-calcaire assez compacte furent engagés d'un centimètre au moins dans l'orifice de deux des flacons inférieurs et de deux des latéraux à mi-hauteur, l'un des voisins des portes, entre autres. Le tube central du plancher contenait une racine artificiellement englobée dans un manchon serré de même terre, de 4 à 5 millimètres d'épaisseur.

Bien que les racines extraites à Talissieu fussent arrivées presque dénudées, et quoique l'article 3 de la Convention portât que les racines en voyage doivent être complètement dégarnies de terre, je voulais cependant remplacer autant que possible l'obstacle qu'aurait pu offrir un reste de boue aux effets du toxique.

<sup>1</sup> De trop grandes ouvertures dans le plancher du wagon pourraient être préalablement bouchées.

<sup>2</sup> Papier traité par l'amidon et l'iode.

Après avoir fait déposer, à distance des flacons, sur le plancher du wagon, quelques jeunes pieds de Rosiers, de Groseliers, de Poiriers et de Lauriers dégarnis de terre, je fis fermer la voiture et, de suite après, un litre d'acide sulfureux anhydre fut pulvérisé sous sa propre pression (alors  $1\frac{1}{2}$  à 2 atmosphères) au centre même du véhicule, au travers du jour de l'une des portes, au moyen de bouteilles (siphons) graduées et d'un mince tube métallique articulé avec celles-ci par un tuyau de caoutchouc.

Au moment de l'injection, la température était à l'extérieur de  $+ 7^{\circ}$  centigrades et de  $\frac{1}{2}$  degré inférieure dans le véhicule. Une manœuvre de voitures ayant nécessité un déplacement du wagon soumis à l'expérience, celui-ci, scellé, fut remis avec précaution, à quelques pas de là, dans un long hangar où il était soumis à un assez violent courant d'air et où la température s'abaissa jusqu'à  $+ 4\frac{1}{2}$  degrés, ainsi que me l'indiqua un thermomètre à minima préalablement placé dans le véhicule.

Après deux heures, j'ouvris le wagon et constatai que le papier réactif présenté à la porte de celui-ci était immédiatement décoloré (Le gaz diffusant très activement, le papier était même très rapidement décoloré, à plusieurs mètres de la voiture, une heure après l'injection).

Néanmoins, cinq minutes après, je pus entrer sans inconvénient dans la voiture, avec M. Covelle, expert fédéral, qui avait bien voulu m'assister dans cette expérience, et je pus remarquer de prime abord que toutes les bandes de papier réactif étaient également entièrement décolorées. Les tampons de terre furent enlevés et tous les tubes, de suite hermétiquement fermés, furent mis de côté pour être, dès le lendemain, soumis avec leur contenu à un examen très minutieux.

Les plantes furent remises à un jardinier pour être immédiatement plantées et constamment surveillées, eu égard à leur reprise problématique.

Enfin, pour comble de sécurité et ne pouvant jusqu'ici préjuger des effets obtenus, je fis encore injecter dans la voiture vide un second litre d'acide sulfureux.

Le wagon fermé (modèle E de la compagnie S.-O.) soumis à l'expérience avait une contenance de 29,7 mètres cubes. On sait que le litre d'acide sulfureux anhydre pèse 1,450 kilog. à peu près, et que, dans une température moyenne de + 6 degrés, un litre de cet acide à l'état liquide correspond à 612 litres de gaz environ. Or, étant donnée l'extrême diffusion de ce gaz, on comprendra aisément à quelle puissante influence toxique les phylloxéras ont dû être soumis dans le véhicule où ils étaient emprisonnés. Le gaz acide sulfureux étant 2  $\frac{1}{4}$  fois aussi lourd que l'air, il est évident que c'est tout particulièrement sur le plancher de la voiture, seul endroit où de la terre ou des débris de racines infectées pourraient demeurer, que l'action du toxique a dû être la plus forte.

Pendant les deux heures présumées nécessaires à l'intoxication du wagon fermé, et en attendant l'ouverture de celui-ci, je procédai comme suit à l'essai beaucoup plus simple de la désinfection des voitures à ciel ouvert.

A cet effet, deux morceaux de racines phylloxérées furent tirés des flacons où ils avaient été enfermés après sérieux examen et séparément déposés sur le sol, au centre d'une plaque de carton. L'un de ces fragments était dégarni de terre et portait 22 parasites épars sur ses diverses faces; l'autre, artificiellement enveloppé dans un manchon de terre argilo-calcaire assez compacte de 5 à



6 millimètres d'épaisseur, portait à son tour 17 phylloxéras bien comptés.

Ceci fait, je projetai, à 40 centimètres de distance environ, un petit jet d'acide sulfureux anhydre pulvérisé sous sa propre pression, au travers d'un petit tube, sur chacune des deux racines, en pesant, pendant deux secondes environ, sur le bouton du siphon.

Puis, les deux fragments de racine, d'abord couverts de givre par l'évaporation de l'acide, ayant été réintégrés dans leurs flacons respectifs, je passai à l'estimation de la quantité de liquide nécessaire à l'intoxication de toutes les faces internes d'un grand wagon ouvert.

La voiture en question (modèle G de la Compagnie S.-O.), avec des parois d'une hauteur moyenne variant de 0<sup>m</sup>,95 à 1<sup>m</sup>,23, présentait une surface intérieure de 32,44 mètres carrés. Il fallut un litre d'acide pour asperger convenablement toute cette surface, par pulvérisation. L'opération dura au plus cinq minutes.

Ayant pensé qu'avec la tête au-dessus des parois du wagon, je pouvais faire moi-même l'aspersion depuis l'intérieur de la voiture, je fus pris subitement d'une violente suffocation à la fin de l'opération. Je conseillerai donc, quelque passager qu'ait été ce petit inconvénient et pour éviter tout danger, de faire plutôt l'injection du dehors, au moyen d'une lance, soit d'un tube métallique plus ou moins long joint au siphon par un tuyau de caoutchouc.

Une voiture plate, soit sans parois latérales, pourrait être sans danger aspergée de dessus, et nécessiterait au plus un demi-litre d'acide, pour une intoxication complète.

Enfin, les plaques de carton et les tampons de terre

employés furent, à deux reprises, entièrement inondés d'acide.

Le lendemain, 29 février, je procédai, avec l'aide de M. Covelle, expert fédéral précité, à l'examen de tous les fragments de racines soumis aux deux expériences, et j'eus la satisfaction de retrouver, sans exception, tous mes phylloxéras en lieu et place, comme surpris par une mort instantanée.

Bien que l'état de mort fût de prime abord à conclure de la facilité avec laquelle les insectes se détachaient des racines, je soumis cependant successivement, un à un et avec mille précautions, tous les parasites intoxiqués à un sérieux examen microscopique, dans le but de m'assurer s'il n'y avait plus trace de mouvement indiquant un reste de vie.

A l'exception de la moitié de ceux emprisonnés dans deux des tubes bouchés avec de la terre, l'un sur le plancher, l'autre à mi-hauteur, tous les phylloxéras du wagon fermé furent de suite très attentivement examinés avec d'assez forts grossissements (50 et 120 diamètres). Pas un membre, pas un poil ne bougea chez aucun d'eux, même après l'addition sur la lamelle d'une goutte de glycérine ou d'alcool étendu, circonstance qui manque rarement d'exciter quelques dernières contractions là où la vie persiste encore.

Plusieurs de ces insectes présentaient des traces de décomposition, ou des taches brunes, quelques-uns étaient même déjà passablement ramollis et déformés.

La majorité des parasites aspergés à l'air libre fut aussi immédiatement et scrupuleusement examinée au microscope, tandis qu'une partie de ceux-ci était encore

mise de côté pour être soumise à un examen ultérieur, en même temps que les quelques insectes réservés du wagon fermé, eu égard à l'éventualité d'une mort apparente et d'une résurrection possible.

Les deux racines traitées à l'extérieur ne livrèrent également à l'étude microscopique que des phylloxéras sans mouvements, en partie déformés et incontestablement parfaitement morts ; le petit manchon de terre qui enveloppait l'une d'elles n'avait, paraît-il, pas eu une influence protectrice bien appréciable.

Quinze jours après ces premières constatations, tous les insectes mis de côté, avec les fragments de racines sur lesquels ils avaient été intoxiqués, furent à leur tour attentivement recherchés et étudiés. Pas un n'avait bougé ; tous étaient indiscutablement morts ; beaucoup étaient déjà presque entièrement fondus. Plusieurs, sur les racines aspergées à l'air libre surtout, n'étaient même plus guère représentés que par leur enveloppe.

Maintenant, il m'est permis de conclure que l'intoxication, dans les deux conditions où elle a été faite, a été également assez énergique pour amener une mort très rapide du phylloxéra à l'état d'insecte hivernant.

Quant au but secondaire de cette première expérience, l'appréciation des effets du gaz acide sur les plantes déposées dans le wagon fermé, en vue de la possibilité d'une désinfection des voitures chargées de plants avec leur contenu, les résultats, après cinq semaines d'attente et d'observations, ne sont pas, jusqu'ici, grâce à une circonstance imprévue, aussi concluants que j'aurais pu le désirer.

En effet, la personne porteur, pendant l'injection, de

la lance qui, légèrement recourbée à l'extrémité, devait projeter en haut le toxique dans le centre du wagon, ayant laissé tourner en divers sens ce tube articulé au siphon, il s'est trouvé que les plantes avaient reçu, sur les racines et les rameaux, des gouttes d'acide liquide, et que celles-ci avaient produit des plaies dangereuses partout où elles avaient touché.

Les feuilles des lauriers sont bientôt devenues en bonne partie jaunes, comme si elles avaient été gelées ; et partout où une goutte d'acide, si petite soit-elle, avait touché une branche, celle-ci présentait, après quelques heures, une tache, d'abord brune, puis bientôt noirâtre, qui rappelait assez le coup de grêle.

Toutes les plantes ont paru souffrir beaucoup de ces taches qui tuaient l'écorce autour d'elles. Maintenant, trente-cinq jours après l'opération, les poiriers et les groseliers semblent se remettre parfaitement, tandis que les lauriers paraissent assez malades et que les rosiers sont à peu près morts. N'oublions pas cependant de mentionner que les rosiers m'avaient paru avoir déjà souffert du gel avant l'expérience, et que les lauriers dégarnis de terre se trouvaient naturellement dans de mauvaises conditions.

En somme, bien que l'expérience soit à répéter aussi pour ce qui est de la résistance des plantes à l'influence du gaz, je crois cependant pouvoir conclure du relèvement des poiriers et des groseliers, malgré les nombreuses taches que portaient leurs rameaux, que l'on obtiendrait des résultats beaucoup plus heureux et satisfaisants, si l'on prenait quelques précautions pour empêcher l'acide de toucher à l'état liquide les plantes à désinfecter <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Un petit globe percé de trous dans les côtés seulement, avec un



L'acide sulfureux anhydre étant vendu jusqu'ici au prix de 5 francs le kilogramme, et un litre de ce toxique ayant suffi à la désinfection des voitures tant ouvertes que fermées, il est facile de calculer le prix de revient de la matière nécessaire à 7 fr. 25 cent. par wagon modèle E ou G de la Compagnie de la Suisse Occidentale, et à 3 fr. 50 environ par voiture plate ou sans parois latérales. Si l'on ajoute à ce premier coût une somme de 2 à 3 francs par wagon à désinfecter, soit pour usure des instruments, tuyaux et siphons, soit pour déperdition de gaz aux transvasages, soit pour la main-d'œuvre lors de la désinfection, bien que celle-ci soit l'affaire de cinq minutes au plus, soit enfin, eu égard à la détérioration possible du véhicule, quoique celle-ci m'ait paru inappréciable, on aura un total de dépenses de dix francs au maximum, total qui, à mon avis, pourrait être réduit de moitié ou d'un tiers au moins, soit par le perfectionnement des appareils, soit par la production facile à plus bas prix de l'acide lui-même.

Peut-être pourrait-on, dans le cas du wagon fermé, réduire un peu ou la dose injectée ou la durée de l'emprisonnement du gaz ; toutefois, je ne voudrais pas conseiller ces réductions sans de nouvelles expériences.

En résumé, la désinfection des wagons, eu égard au phylloxéra à l'état d'insecte, peut être dès maintenant obtenue, avec toutes garanties, au moyen de l'acide sulfureux anhydre, et cela d'une manière à la fois bien plus simple et plus rapide que par les lavages au sulfure de carbone jusqu'ici préconisés.

L'acide sulfureux anhydre étant facilement transporta-

écran en dessous, fixés à l'extrémité de la lance, suffiraient peut-être.

ble, tant en bonbonnes qu'en siphons, et les dépôts de cette matière dans les gares n'étant pas entourés des mêmes dangers que ceux de sulfure de carbone, je pense qu'un usage général de ce produit, dans le but indiqué, pourrait rendre de grands services, en permettant des désinfections simples et rapides, désinfections qui, autrement, n'étaient pas souvent faites, grâce aux difficultés dont elles étaient l'objet.

Bien que j'aie bon espoir pour la suite de mes expériences, et quoique j'aie confiance dans la grande puissance de diffusion ou de pénétration de l'acide sulfureux, pour obtenir une action toxique suffisante au travers des enveloppes des œufs, même de l'œuf des sexués dit d'hiver<sup>1</sup>, je ne dois pas préjuger ici du résultat d'observations futures, qui, comme je l'ai dit, doivent être le complément indispensable de mes premiers essais.

Ce n'est, j'estime, qu'après que j'aurai incontestablement tué les œufs aussi bien que les insectes, par le même procédé, et que j'aurai multiplié mes expériences dans des conditions diverses, que je pourrai tirer des conclusions fondées eu égard à la désinfection des véhicules susceptibles de transporter des germes de contagion dangereux.

---

<sup>1</sup> L'œuf dit d'hiver, bien que plus exposé, puisqu'il est suspendu généralement à l'air libre, a cependant moins de chance que d'autres germes dangereux, de tomber et demeurer sur le plancher d'un véhicule. Il n'est du reste pas prouvé qu'un semblable œuf puisse arriver à éclosion une fois détaché du rameau qui le portait, fût-il même transporté dans un compost.

# PIERRES CASSÉES DU SAHARA

FULGURITES CALCAIRES

EAU ROUGE DU LAC DE NEUCHATEL

PAR

**M. J. BRUN**, professeur.

---

(Communications faites à la *Soc. de Physique et d'Histoire naturelle*)

---

## PIERRES DU SAHARA

Le désert saharien offre trois niveaux principaux. D'abord des plateaux s'élevant de 40 mètres environ au-dessus du niveau moyen. Leur surface est un mélange de cailloux mêlés de sable fin. Plaines brûlées, arides, absolument sans eau et sans végétation, leur nudité, leur solitude et leur aspect désolé effrayent celui qui les pénètre. Elles sont inhabitées et inhabitables. Ce sont les *Hamada*. C'est là que se remarque le phénomène des cailloux cassés.

Le deuxième niveau comprend les plaines sablonneuses; la région des dunes. C'est là qu'on trouve l'eau sous-jacente; c'est là que sont les oasis, et ces espaces, quoique souvent décrits comme désolés, sont bien loin d'être aussi dénudés et sans vie que les *Hamada*.

Comme troisième et dernier niveau inférieur, il y a les *Schott* (lacs) ou *Sebkra*, bas-fonds couverts d'eau l'hiver,

mais ne représentant l'été que des plaines sans fin, mélange de sel et d'un limon argileux parfaitement plat et sec et sans un seul cailloux. Là aussi toute vie disparaît.

Si l'explorateur pénètre dans ces Hamada, une chose l'étonne : c'est la grande quantité de pierres qui semblent y avoir été cassées par la main de l'homme. A côté de blocs d'albâtre dressés et offrant leurs sommets brisés et à *arrêtes vives*, se trouvent aussi des silex roulés très durs et cassés. Vus à distance, ces silex semblent fendus par le violent choc d'un autre corps très dur ; mais vus de près, on ne voit nulle part, à leur surface, un point qu'on puisse prendre pour le centre d'un choc, comme par exemple lorsqu'on brise un cailloux avec un marteau. Ailleurs c'est la roche gypseuse (ressemblant à du calcaire), qui est polie par les sables mouvants à ras du sol. Dénudée, et toute fissurée et craquelée, elle semble avoir subi la même opération que fait le tailleur de pierre pour fendre le granit de nos blocs erratiques ; opération répétée en tous sens. Tous ceux qui ont vu les vastes étendues du désert y ont remarqué ce phénomène, mais je n'ai encore lu là dessus aucune explication plausible.

La cause qui brise est locale. Elle attaque les petites comme les grosses pierres ; elle casse aussi bien les plus tendres que les plus dures ; les morceaux de quartz pur roulés et polis, comme les roches agglomérées et cristallines.

Est-ce l'homme marchant en caravane ou à cheval qui a pu les briser ? Non. Je n'ai pas vu nos chevaux casser un seul silex roulé.

M. le général Lacroix, gouverneur, en 1873, de la province de Constantine, et qui a toujours aimé et protégé le naturaliste, avait eu la bonté de m'orga-



niser une expédition pour explorer (avec mon ami M. Gouy, de Genève) précisément une partie du Sahara non encore visitée; c'est la région qui s'étend entre l'oasis Sidi-Khaleb jusqu'à Zioua, à l'ouest de Temacinn. Elle est en dehors des routes de caravanes, qui n'y trouveraient ni eau, ni oasis; l'Arabe nomade n'y pénètre pour ainsi dire jamais, et cependant c'est là que le fait des cailloux cassés a été à nos yeux le plus constant. Abel-Kaïd, notre Spahis-guide, nous disait : « Quand même vous feriez trembler ce sol sous le galop de cent milles cavaliers vous n'y trouveriez pas autant de pierres cassées. » — A droite, à gauche et en travers de cette immense Hamada s'arcbutent des plaines sablonneuses ondulant dans le sens de la partie déclinive des thalwegs où se trouve un peu d'herbe. Là seulement l'Arabe arrive avec ses troupeaux de moutons à de rares intervalles; mais là justement les cailloux cassés cessent.

Sont-ce de violentes décharges électriques rasant le sol ou de grosses gouttes de pluie tombant (les jours de Simoun) sur les pierres calcinées au soleil, qui sont la force brisante? Non. On verrait le même fait se reproduire ailleurs.

Voici l'explication que je crois pouvoir donner. J'ai fait d'abord l'analyse chimique du sable saharien. C'est un mélange de quartz, d'albâtre et de marne avec des traces de sel. Les sables des Hamada ne diffèrent pas sensiblement des sables des dunes. Les vents les rendent assez homogènes. Le sable analysé a été récolté çà et là sur un espace de cent vingt lieues (entre Oued-Djelah, Temacinn, Tuggurt et Biskra), puis mêlé. Il variait du fauve-roux au blanc-jaunâtre. Il contenait :

Matière organique.....	0,770
Sulfate de peroxyde de fer.....	0,949
— d'alumine.....	0,535
— de chaux hydraté.....	19,843
Silice pure.....	72,860
Alumine insoluble.....	3,060
Carbonate de chaux.....	1,070
— de magnésie.....	0,700
	<hr/>
	99,78

Sous l'influence des rayons solaires, les grains de quartz transparents y fonctionnent comme de petites lentilles à brûler placées sur les fragments d'albâtre. Elles le déshydratent, soit superficiellement, soit plus profondément (ce fait se constate facilement). Le vent chasse ce sable et ces poussières mêlées d'albâtre déshydraté; les roches et les silex en sont enveloppés. La partie pulvérulente la plus subtile se loge dans les moindres anfractuosités, et par les fortes rosées de la nuit l'eau pénètre par capillarité ces fissures, hydrate de sulfate de chaux, le *gâche* et le dilate. La présence du sulfate d'alumine donne à ces parcelles dilatées, à ce *stuc*, une grande dureté. Les fentes les plus minimales augmentent. Puis dans l'espace dilaté viennent de nouvelles parcelles d'albâtre anhydre qui s'hydratent et se dilatent à nouveau et l'œuvre commencée continue sans cesse. Ce qu'un jour ne fait pas, des siècles peuvent le faire. Rien ne résiste à cette force disloquante mille fois répétée. Nous avons trouvé des cailloux dont les deux moitiés séparées étaient encore placées face à face avec des bords tranchants, restant ainsi jusqu'à ce que vienne un violent coup de vent qui roule au loin sable et cailloux, disloque les deux moitiés et en use les bords.

La poussière saharienne est si ténue qu'elle pénètre même dans les montres deux fois enveloppées. — L'albâtre se déshydrate déjà à 200° et même au-dessous si l'action dure longtemps. — La présence du sulfate de soude, que certains sables près des Schott contiennent, loin de gêner, facilite la dilatation du gypse avec l'eau. On peut même reconnaître si les ardoises, servant pour les toitures, seront *gélives* ou non, en les trempant dans une solution concentrée chaude de ce sel et les laissant sécher. La tendance de ce sulfate à cristalliser en s'hydratant, agit comme le gel et le dégel. — Les rosées au désert sont si fortes que dans bien des endroits les troupeaux de moutons n'ont pas d'autre eau que cette rosée adhérente à l'herbe.

En 1878, j'ai traversé le Maroc de l'Atlantique à la Méditerranée. On retrouve là aussi, entre l'Atlas et la plage océanique, des plaines fort semblables à celles du Sahara; dunes de sables; vastes étendues couvertes de cailloux et de silex roulés et grands coups de vents; mais pas de pierres brisées! — C'est que là il n'y a pas d'albâtre, ni sulfate d'alumine. Je dois même dire que c'est l'observation de ce fait qui m'a conduit à me rendre ainsi compte du phénomène que je viens d'exposer.

---

### FULGURITES CALCAIRES

Dans une course faite l'an passé avec mes amis du Club alpin, nous trouvâmes au sommet du *Gralet* un rocher calcaire que la foudre avait visiblement frappé. — Le *Gralet* (1486<sup>m</sup>) fait partie des hauts sommets de la

chaîne du Jura; il est placé entre le Reculet (1720<sup>m</sup>) et le Crédoz (1624<sup>m</sup>) qui domine la perte du Rhône à Bellegarde. — C'est la pointe d'une crête rocheuse plongeant presque à pic au nord du côté de la vallée de la Valserine et s'atténuant en pente plus douce du côté sud. L'excessive chaleur qui se développe au soleil sur ces calcaires arides depuis le bas de cette vallée jusqu'aux rochers élevés de cette crête fait contraste avec l'air de la grande plaine du bassin du Léman. Les jours d'orage, ces différences de chaleur, d'humidité ou de pression entre les deux flancs de cette montagne, ou bien le choc d'épaisses couches d'air rapidement chassées par des vents contraires, donnent à cet endroit de formidables coups de foudre.

La vitrification des dentelures d'un rocher calcaire par une décharge électrique (ces *Fulgurites* en un mot) sont rares dans le Jura. Pendant près de 20 ans, je n'en ai pas observé plus de 5 ou 6 fois. Dans les hautes Alpes, elles sont un peu moins rares. J'ai du col de Sonadon, au pied du Grand Combin, du micachiste à dentelures nettement vitrifiées et ces perles ont de 1 à 3 millimètres. Le célèbre ascensionniste, M. Charlet-Straton, possède à Chamonix de splendides fulgurites de micachiste qu'il a recueillies sur la « chaîne des Courtes, » arrête élevée qui domine le glacier d'Argentières. Elles ont environ 1 à 1 1/2 centimètre de diamètre et sont remarquables, car la décharge électrique qui les a ainsi fondues a dû être d'une étonnante intensité! Derrière le dôme du Mont-Blanc, à l'endroit dit les « *Les rochers foudroyés,* » on en trouve assez régulièrement, ainsi que dans bien d'autres localités des Alpes connues des montagnards et qu'ils désignent comme dangereuses, soit pour s'y arrêter, soit pour y construire des refuges.



Cette *fulgurite calcaire* du Gralet avait l'aspect d'un ruban noirâtre à courbures anguleuses. Elle se détachait nettement sur la roche grise et jaunâtre ; sa longueur était de plus de deux mètres. Toutes les petites aspérités du calcaire y étaient vitrifiées et ressemblaient à des globules noirâtres placées en ligne ; leur surface était granulée, assez brillante, ce qui leur donnait l'aspect de gros grains de poudre à canon ; tout alentour du tracé électrique, des lichens étaient adhérents au roc et encore vivants ; mais à l'endroit même du passage de la foudre ils avaient été arrachés et le roc était dénudé. — Nous eûmes grand peine à détacher de cette surface des fragments portant ces perles encore intactes.

Comment ce calcaire a-t-il pu ainsi être fondu ?

L'analyse chimique ne m'a donné que 5 pour 100 de substances siliceuses insolubles dans l'eau régale et je n'ai pu y constater ni soude ni potasse ; tout le reste est du carbonate de chaux *décomposable* et *infusible* à l'air libre et une haute température, mais *fusible sans décomposition sur une plus haute pression* au rouge blanc.

Les globules de ces fulgurites sont assez friables et de forme allongée, ovales et même capitulées. L'intérieur est comme boursoufflé, garni de vides. La surface est plus dure et forme une voûte assez compacte. Au microscope, cette surface est écumeuse et criblée d'une infinité de petites perles incolores, transparentes, parfaitement arrondies et rendant le phénomène de la fusion indubitable. Les acides les dissolvent avec effervescence, moins des traces de carbone et la dose de silice précitée (sans soude, ni potasse). Celle-ci ne peut pas rendre fusible le calcaire, même à nos plus hautes températures. Il faut que ce soit l'excessive chaleur de l'étincelle électrique et l'énorme

pression des deux courants contraires qui aient été les causes de cette fusion.

Pourquoi ces globules vitrifiés (ainsi que la zone qui les entoure) sont-ils noirs ?

Ici se place une curieuse observation : En dissolvant dans de l'acide faible ce calcaire noirci, j'ai constaté qu'il était pénétré par d'innombrables filaments organiques peu colorés (d'un vert très pâle ou fauve), qui ne sont autre chose que le *Prothallium* de divers lichens. Étudiés avec de fortes lentilles à immersion, on y distingue nettement des *Microgonidies*. Ces filaments sont si ténus qu'ils arrivent à ne pas dépasser  $1 \frac{1}{2}$  millièmes de millimètre en épaisseur. Ils pénètrent dans la masse même du calcaire et ceci jusqu'à une profondeur de 8 à 14 millimètres ! Les lichens fixés sur cette roche appartenaient aux genres *Lecanora* et *Rhyzocarpon*. Ce calcaire est compacte, à cassure nette, et au microscope, sur les bords des plus fines esquilles, l'on ne peut y voir aucun vide intercrystallin. Les extrémités de ces filaments doivent sans doute sécréter un acide organique libre qui leur permet de dissoudre le calcaire et de le pénétrer en le perforant ainsi d'un réseau de trous capillaires d'une excessive ténuité. (L'analyse n'ayant indiqué aucune trace de sulfate de chaux, cet acide ne peut pas être de l'acide sulfurique.)

On peut dire que la foudre a eu le temps de carboniser cette matière organique, ceci sur une largeur moyenne de 2 à 3 centimètres ; mais cette carbonisation est très superficielle. Ce n'est qu'à la surface des globules qu'il y a eu *incinération* en même temps que *vitrification* du calcaire.

---

## EAU ROUGE DU LAC DE NEUCHATEL

Dans le mois de février passé, le lac de Neuchâtel a été gelé, phénomène rare et qui n'avait pas eu lieu depuis 1829. — La ville avait chargé de l'étude de ce phénomène MM. les professeurs de Rougemont et Weber auxquels s'était joint M. le professeur Raoul Pictet de Genève. — Quelques-unes de leurs observations ont été décrites dans le *Journal de Genève* du 13 février 1880.

Ces messieurs observèrent « sur presque toute la superficie du lac une poussière rouge donnant par place « une teinte lie de vin à la glace et colorant d'une manière « très frappante les fentes et les interstices des glaçons. » — Cette eau et cette glace ont été recueillis puis filtrés avec soin, et c'est le dépôt de ces filtres que ces messieurs m'ont remis pour en faire l'étude.

Ce résidu, loin d'être rouge, était noir et réduit à très peu de chose; mais le filtre ayant été tenu mouillé et ensuite examiné avec soin à un grossissement suffisant, j'y trouvais bientôt des exemplaires, encore en bon état, d'une algue microscopique, cause du phénomène, et cette algue ayant dans l'eau continué à vivre, j'ai pu suivre tout son cycle vital.

C'est une *Palmellée*; verte d'abord et dont l'endochrôme vire ensuite au jaune, à l'orange, puis au rouge-orangé vif, période où elle est alors arrivée au terme le plus complet de son existence, et où elle émet ses spores, pour mourir bientôt, se décomposer assez vite en un réseau brunâtre qui donne enfin un minime résidu noirâtre terme final de cette courte et curieuse existence. — Ce léger dépôt noir est formé de charbon siliceux avec des traces de peroxyde de fer.

Les Palmellées ont pour caractères essentiels d'être unicellulaires et de se reproduire par segmentation et par *zoospores*. — Les cellules sont tantôt solitaires; les familles tantôt fixes ou mobiles, tantôt ramifiées ou planes. Leur endochrôme offre ordinairement des couleurs vives et très variées.

L'espèce qui nous occupe se classe dans cette famille par tous ses caractères. — Elle se reproduit abondamment par segmentations et par *zoospores*, et comme si la nature avait craint que ces moyens fussent insuffisants, elle a doué ces *zoospores* d'un mouvement rapide fort singulier et qui n'a, je crois, pas encore été observé sur d'autres espèces. — Au moment où chaque segment de cellule (devenu cellule mère à son tour) émet sa *zoospore*, celle-ci se détache et chemine munie d'un *capuchon-moteur* qui lui donne un peu l'aspect d'une Méduse. Ce capuchon formé d'une membrane mince et hyaline, offre une ligne médiane transversale. Il est plus large que la spore et arrive jusqu'à moitié de sa longueur. Je l'ai vu onduler au moyen d'un mouvement qui semble dû à la contraction de ses bords et le fait nager assez vite. — On reste confondu en voyant que ces *zoospores*, après avoir longtemps séjourné au fond de l'onde pour y attendre le moment propice à leur développement, peuvent nager alors, malgré leur petitesse, jusqu'à la surface du lac (elles sont aidées, sans doute, dans un pareil voyage, par les courants lacustres), et arrivent à se développer *au-dessous de la glace* et à s'y multiplier en nombre tellement immense que l'on peut dire qu'une seule goutte d'eau chargée de *zoospores* pourrait en peu de jours repeupler abondamment le lac tout entier!

Ce capuchon n'est peut-être qu'un segment de mem-



brane cellulaire servant de couvercle à la jeune spore et se détachant avec elle; toujours est-il qu'il est mobile et caduc et qu'au bout de trois ou quatre heures il tombe. A-t-il des cils vibratils au-dessous de lui dans sa concavité et en contact avec la zoospore et serait-ce ces cils qui donneraient au capuchon son singulier battement? Je n'ai pu le constater. — On peut voir les cils vibratils du *Protococcus* de la neige noire en employant une solution d'acide osmique au 100<sup>me</sup> et la laissant agir quelques secondes seulement. Je les distinguais alors sur les zoospores récemment émises, mais je n'ai pu, sur cette algue-ci faire cette même expérience.

Cette algue, du reste, n'est pas nouvelle; elle a déjà été décrite par MM. Hassal et Kützing avec planches coloriées à l'appui; mais, selon qu'elle était petite et verte, ou orange, ou rouge, et avec ou sans segmentations, elle a été classée par ces naturalistes non seulement comme espèces différentes, mais même dans des genres différents. (Ils n'en ont pas dessiné les zoospores.) C'est ainsi que le *Pleurococcus palustris* (*Glæocapsa sanguinea*) de Kützing, pl. 22, fig. 6, correspond à l'état rouge. — La *Tetraspora virescens* de Hassal, pl. 78, fig. 8, correspond à l'état vert, et la *Palmella* (*Sorospora*) *Ralfsii* (Harv.) Hass., pl. 79, fig. 3, correspond à l'état orange. — Elle rappelle par ses changements rapides de couleur et par ses résidus noirs le *Protococcus* de la neige rouge et noire (voir la planche coloriée que j'en ai donnée dans l'*Écho des Alpes* n° 4, 1875).

Les cellules jeunes et vertes ont de 8 à 10 *micra*, et, toutes développées, de 14 à 15. — Les familles qui sont planes et quelquefois un peu ramifiées, ont de  $\frac{1}{10}$  à  $1\frac{1}{2}$  millimètre, et les zoospores ont en moyenne de 11 à 14

*micra* de longueur sur 5 à 7 de largeur. Les cellules sont à double cloison, l'une externe, est fort épaisse, incolore et transparente ; l'autre, très mince, contenant la spore et l'endochrôme, offre successivement les plus vives couleurs et donne une des plus belles choses qu'il soit permis de voir au microscope <sup>1</sup>.

Nous avons vu plus haut que cette algue et celle des neiges se *carbonisent* après leur mort. Je n'ai encore vu nulle part l'énoncé de ce fait et je crois cependant que toutes les algues palmellées arrivent à donner ce même résidu. Plusieurs fois j'ai pu constater que la vase noirâtre du fond des eaux stagnantes ne doit sa couleur qu'à de semblables résidus. Ce qui est vrai pour les deux genres précités, l'est bien probablement pour les autres genres de cette même famille.

On a dit que le passage des feuilles de beaucoup de nos arbres, du vert printanier au rouge d'automne, était dû à la peroxydation successive du fer. La chose est possible, et plusieurs naturalistes admettent que dans les feuilles vertes qui respirent, le fer y est à l'état de pro-

<sup>1</sup> J'en ai fait plusieurs préparations microscopiques. — Voici le liquide que j'emploie de préférence à tout autre pour toutes les préparations de tissus organiques végétaux (Algues, Champignons, Lichens, etc.) qui y conservent très bien leurs couleurs et leur transparence, et ne prennent dans leurs contours aucune zone louche ou laiteuse. Il me rend depuis plusieurs années les meilleurs services, et je le recommande.

Il est composé de :

Camphre.....	0,gr25
Sucre incristallisable.....	10, —
Chlorure de sodium.....	5, —
Glycérine pure.....	5, —
Eau distillée.....	80, —

---

100, —

toxyde. Il se pourrait que dans les changements de couleurs que subit l'endochrôme de ces algues, le fer y joue le même rôle ! En tout cas j'ai pu y constater la présence du fer.

En 1825, l'eau du lac de Morat s'est fortement colorée en rouge sur les bords, à tel point que les riverains en furent effrayés. Le phénomène dura plusieurs mois ; le lac n'était pas gelé, et l'organisme végétal qui le colorait ainsi était l'*Oscillatoria rufescens* (D. C.) (voir les *Annales de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat.* — Genève, même année). — L'eau des lacs alpins devient quelquefois rouge sang, là surtout où l'eau est peu profonde (*Engslenalp. Zinal. Ferpècle. Riefel*), cela est dû au *Protooccus fluvialis* (Ag.) — Sur le Salève (près de Genève) et sur le Parmellan (près d'Annecy), montagnes calcaires, les flaques d'eau vaseuse du sommet y prennent quelquefois une couleur violette ou rouge-violet. J'ai constaté que c'est à l'algue nommée *Microcystis Noltii* (Hass.) qu'est due cette coloration.

---

SUR  
LA DENSITÉ DE QUELQUES GAZ  
A UNE HAUTE TEMPÉRATURE

PAR

**M. J.-M. CRAFTS**

---

Dans une note précédente <sup>1</sup> j'ai décrit une modification du procédé de M. V. Meyer pour la détermination de la densité des vapeurs, qui m'a permis d'opérer avec des gaz permanents, ce qui n'est pas possible avec la méthode originale. Avant de faire des expériences avec le chlore, j'avais essayé d'observer les densités relatives d'autres gaz, afin de contrôler le procédé.

Un avantage précieux de l'admirable méthode de M. Meyer consiste dans la facilité avec laquelle on peut reconnaître quand l'expérience se passe d'une manière irrégulière. En observant le dégagement du gaz qui se rend dans l'éprouvette graduée, on apprend vite à estimer si la substance dont on cherche la densité de vapeur n'a pas été chauffée suffisamment, ou bien si elle a subi une décomposition par suite d'une trop grande élévation de température. Ce dernier cas se présente d'une manière frappante avec l'ammoniaque, quand on la chauffe forte-

<sup>1</sup> *Archives*, III, 290.



ment. Si l'on transvase  $40^{\text{cc}}$  de ce gaz dans un cylindre rempli d'azote pur et chauffé à  $1300^{\circ}$ , au premier moment  $40^{\text{cc}},3$  d'azote sont déplacés, mais le volume du gaz qui sort du cylindre augmente rapidement pour devenir égal  $41^{\text{cc}},5$ , après sept ou huit minutes. Si l'on renverse l'expérience et qu'on déplace l'ammoniaque par l'azote, il reste assez du premier gaz dans le cylindre chauffé pour donner lieu au même phénomène de décomposition avec augmentation de volume. Du reste, en faisant passer un courant rapide d'ammoniaque à travers le cylindre en porcelaine fortement chauffé, on observe la décomposition bien connue de ce gaz en azote et hydrogène.

On voit que dans ce cas on obtient d'abord une densité presque normale, avant que les résultats soient faussés par la décomposition, qui demande un certain temps pour s'accomplir; ainsi on peut quelquefois saisir un chiffre, qui représente probablement la vraie densité, avant qu'une réaction secondaire ait eu lieu.

En opérant avec des gaz qui ne donnent lieu à aucune réaction anormale, on est frappé de la rapidité avec laquelle le volume total que l'on veut mesurer devient fixe; par exemple, en déplaçant l'air à  $1350^{\circ}$  par l'air froid, on peut opérer le transvasement et faire la lecture dans une minute, et, après ce court délai, le volume que l'on veut mesurer reste constant. Il y a sans doute un échange partiel de chaleur entre le gaz qui entre et celui qui sort, mais les changements de température qui se font par contact avec les parois du vase et surtout pendant le passage à travers les tubes capillaires doivent contribuer plus puissamment encore à amener le gaz à une température stationnaire; en effet, il suffit que  $23^{\text{gr}}$  de

verre perdent un degré de chaleur pour élever de  $1300^{\circ}$  la température de  $10^{\text{cc}}$  d'un gaz quelconque.

J'ai essayé d'appliquer cette méthode à déterminer la tension de dissociation d'un gaz qui se forme avec condensation de ses éléments constituants; mais la plus haute température du fourneau Perrot ne permet pas d'apprécier ce phénomène dans le cas que j'ai choisi, l'acide carbonique. Dans une série d'expériences,  $10^{\text{cc}}$  de ce gaz ont déplacé  $10^{\text{cc}},03$ ,  $10^{\text{cc}},01$ ,  $10^{\text{cc}}$ ,  $10^{\text{cc}},03$ ,  $9^{\text{cc}},95$  et  $10^{\text{cc}},09$  d'azote. Quand le cylindre en porcelaine est rempli d'acide carbonique,  $10^{\text{cc}}$  d'azote déplacent  $9^{\text{cc}},95$ ,  $9^{\text{cc}},91$ ,  $9^{\text{cc}},98$  et  $9^{\text{cc}},93$ .

Il est évident que ce qu'on détermine dans ces expériences n'est autre chose que le coefficient relatif de dilatation des deux gaz sur lesquels on opère à une température fixe et connue approximativement, et les résultats avec l'acide carbonique correspondent avec le coefficient  $0,003675$  entre zéro et  $1350^{\circ}$ , au lieu de  $0,00371$  qu'on trouve entre zéro et  $100^{\circ}$ . (On prend le coefficient de l'azote à  $0,00367$ .)

L'hydrogène qui se distingue tellement des autres gaz par ses propriétés physiques, a été comparé avec l'azote vers  $1350^{\circ}$ , et les résultats semblent indiquer un coefficient de dilatation, plus fort pour ce dernier; mais ils sont compliqués par le phénomène de diffusion de l'hydrogène à travers les parois fortement chauffées du cylindre en porcelaine, de sorte qu'on ne peut pas obtenir des données précises.

Cette question de l'imperméabilité de la porcelaine a attiré, dès le début, mon attention, et j'ai essayé à plusieurs reprises les vases qui servaient aux expériences, et toujours avec le même résultat; la porcelaine de Bayeux

fortement chauffée s'est trouvée poreuse pour l'hydrogène et aussi pour les vapeurs d'eau, mais non pas pour les autres gaz. Je me hâte de dire que je n'ai eu à ma disposition que six cylindres (fabrication de M. Gosse), et que tous ont eu leur émail fortement attaqué par les chauffages à flamme nue avec le gaz d'éclairage. Ces conditions sont peu semblables à celles réalisées dans les recherches classiques de M. Sainte-Claire Deville, qui chauffait ses ballons dans un moufle avec un combustible qui ne produisait pas d'eau par sa combustion.

La quantité d'eau qui pénètre dans les cylindres est très petite, 0<sup>gr</sup>,001 à 0<sup>gr</sup>,002 par heure, et l'on peut facilement remplir les vases d'un gaz sec au moment de commencer une expérience, ce qui permet de faire disparaître cette cause d'erreur.

La densité de l'acide chlorhydrique présente un intérêt particulier, en raison d'une des hypothèses<sup>1</sup> que MM. Meyer ont proposées comme explication possible de la densité qu'ils attribuent au chlore.

<sup>1</sup> Dans une séance de la Société chimique de Zurich du 21 juillet 1879, M. V. Meyer a parlé de ses vues théoriques, mais il s'est gardé de les poser comme définitives, et il ne les a publiées qu'en partie dans le *Bulletin de la Société chimique de Berlin*. M. Watson Smith a jugé à propos de les communiquer à un journal anglais (*Chemical News*, t. XXXIX, p. 49). On trouve dans ce compte rendu le développement de l'hypothèse sur le murium et le récit d'un fait, que M. Meyer apporte en confirmation de ses vues. Il a obtenu de l'oxygène en chauffant fortement le chlore et il croit que ce résultat peut être dû à une dissociation du chlore. Quoiqu'il admette que ses vases sont imperméables et qu'ils ne sont pas attaqués par le chlore, il n'a pas trouvé les autres produits de la dissociation. Je ne voudrais pas intervenir dans l'étude de cette question difficile, et je me borne à signaler le passage des vapeurs d'eau à travers les parois du cylindre en porcelaine comme source possible d'oxygène, suivant la réaction partielle  $H^2O + Cl^2 = 2HCl + O$ .

Le chlore serait composé d'un élément qui n'a pas été isolé, le murium, combiné avec l'oxygène. A une température au-dessus de  $1200^{\circ}$ ,  $2(M^{\circ}O^2)$  deviendrait  $2(M^{\circ}O) + O^2$ . L'acide chlorhydrique pourrait avoir une densité anormale, si l'on admet cette hypothèse et que l'on suppose l'hydrogène combiné avec le murium ou avec l'oxygène devenu libre à la température où la dissociation a lieu. On a trouvé dans les expériences suivantes une densité normale pour l'acide chlorhydrique à la plus haute température du fourneau.

$10^{cc}$  de ce gaz déplacent  $10^{cc},03$  ;  $9^{cc},93$  ;  $9^{cc},93$  ;  $9^{cc},97$  d'azote ;  $10^{cc}$  d'azote déplacent  $9^{cc},73$  ;  $9^{cc},64$  ;  $9^{cc},68$  ;  $9^{cc},63$  ;  $9^{cc},73$  d'acide chlorhydrique. En employant l'air au lieu d'azote, on obtient  $0^{cc},2$  ou  $0^{cc},3$  de moins, probablement parce que l'oxygène réagit sur l'acide chlorhydrique.

Les gaz dans ces expériences ont été mesurés sur le mercure sec, mais on a observé une diminution de volume qui peut s'élever à  $1^{cc}$  ou  $2^{cc}$  dans une heure. Cette perte n'influe pas notablement sur les résultats, mais elle rend hasardeuses des conclusions tirées des petites différences de densité qu'on a observées.

Genève, février 1880.

---



# COMPTE RENDU

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

---

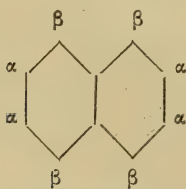
SÉANCE DU 13 DÉCEMBRE 1879.

M. Nölting communique à la société que M. Reverdin et lui, à l'occasion de recherches relatives à une monographie de la naphthaline<sup>1</sup>, sont arrivés à fixer d'une manière définitive la position des atomes  $\alpha$  et  $\beta$  dans la naphthaline.

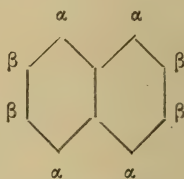
On connaît depuis fort longtemps deux modifications isomériques de la plupart des dérivés monosubstitués de la naphthaline et la formule généralement admise pour cet hydrocarbure permet d'expliquer ce fait d'une manière satisfaisante. On conçoit, en effet, d'après cette formule, qu'il n'est pas indifférent qu'un groupe substituant soit lié à un carbone voisin des deux atomes communs aux deux noyaux ou qu'il le soit à un des quatre autres atomes. M. Merz proposa de désigner les atomes d'hydrogènes en question par les lettres  $\alpha$  et  $\beta$  et de distinguer de la même manière deux séries de dérivés isomères. Il

<sup>1</sup> Cette brochure vient de paraître à la librairie H. Georg (Genève, Bâle et Lyon) sous le titre : Ueber die Constitution des Naphtalins und seiner Abkömmlinge, von F. Reverdin und E. Nölting, grand in 4°, 43 pages.

ne fit, du reste, aucune hypothèse sur la position relative des atomes  $\alpha$  et  $\beta$ . — Peu après, M. Wickelhaus, se basant sur l'analogie qui existe entre le phénol et l' $\alpha$  naphтол, admit que l'atome d'hydrogène substitué était dans ces deux composés lié de la même manière au carbone ; la position  $\alpha$  correspondait, par conséquent, avec quatre atomes les plus éloignés des deux atomes de carbure communs. Ces atomes présentaient, en effet, plus d'analogie avec ceux du benzol que les quatre autres. Plus tard, quand il fut démontré par MM. Liebermann et Dittler que la naphtoquinone était un dérivé  $\alpha$ — $\alpha$  et que d'autre part la position para (1,4) de la quinone ordinaire fut mise hors de doute, on dut changer ces dénominations.



Ancienne formule.



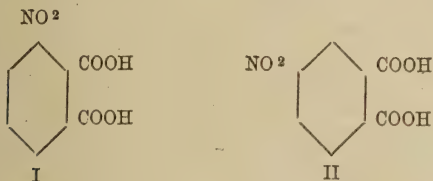
Nouvelle formule.

Cette preuve cependant n'est pas inattaquable, car Stenhouse et Groves ont découvert une seconde naphtoquinone, la  $\beta$  naphtoquinone, renfermant également les deux atomes d'oxygène dans le même noyau. Il en résulte qu'il peut exister des quinones n'ayant pas les atomes d'oxygène dans la position para (1,4), en sorte que la constitution de la naphtoquinone ordinaire ainsi que la position des atomes  $\alpha$  et  $\beta$ , fut de nouveau mise en question.

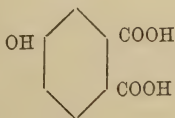
Heureusement des recherches récentes faites dans un

tout autre but, permettent de résoudre définitivement ce problème.

MM. Beilstein et Kurbatow ont obtenu par oxydation de la nitronaphtaline un dérivé  $\alpha$ , l'acide nitrophtalique ordinaire fusible à  $212^{\circ}$ ; or, d'après la théorie il ne peut exister que deux acides nitrophtaliques isomères; tous deux ont été préparés.



L'un connu depuis longtemps fond à  $212^{\circ}$ ; l'autre découvert par M. O. Miller, fond à  $165^{\circ}$  et correspond, d'après les recherches de ce savant, à l'acide oxyphthalique de Bæyer. D'autre part, M. Schall a démontré dans ses travaux sur les acides benzoldicarboniques hydroxylés, que l'acide oxyphthalique en question possède la formule



L'acide nitrophtalique fusible à  $165^{\circ}$ , correspond donc à la formule II et celui qui fond à  $212^{\circ}$  à la formule I. Ce dernier s'obtenant, comme il a été dit plus haut, au moyen de la nitronaphtaline, dérivé  $\alpha$ , il en résulte que la position  $\alpha$  est la plus voisine des deux atomes de carbone communs.

M. Ador rapporte ses recherches sur l'isophtalophénone ou isophtalide, qu'il vient de publier in extenso dans ce journal (numéro de janvier 1880, page 37).

Cette communication est suivie d'une discussion à laquelle prennent part MM. Ador, Græbe, Tœnnies et Nölting, et dans laquelle on agite la question si la formule de constitution du chlorure de phtalyle doit être  $C_6H_4 \begin{matrix} COI \\ COI \end{matrix}$ , analogue à celle du chlorure d'isophtalyle, ou bien  $C_6H_4 \begin{matrix} CO \\ Cl_2 \end{matrix} > O$ . Cette dernière explique mieux la synthèse de la phtalophénone et en général la formation des produits de condensation, qu'elle assimile à la réaction des aldéhydes et des chlorures d'aldéhydènes  $CHy Cl_2H$ , sur les phénols et les amines.

#### SÉANCE DU 10 JANVIER 1880.

M. Græbe relate la suite de ses expériences, faites en collaboration avec M. Caro, sur les produits d'oxydation de l'acridine.

L'acridine résiste d'une manière très énergique aux oxydants; pour l'attaquer il faut la faire bouillir pendant des journées avec l'acide chromique en solution d'acide acétique cristallisable. Le permanganate de potasse l'oxyde plus facilement; suivant la quantité de l'oxydant et suivant qu'on opère en solution alcaline ou acide, on obtient des produits différents. Jusqu'à présent un seul, que les auteurs désignent sous le nom d'acide acridique, a été étudié en détail. On l'obtient en ajoutant à 10 grammes d'acridine en solution faiblement alcaline, 60 grammes de permanganate de potasse dissous dans un litre d'eau;



l'opération se fait au bain-marie et dure environ 36 heures. On filtre de l'oxyde de manganèse et on précipite le nouvel acide par l'acide chlorhydrique. Le rendement est d'environ 2 à 2,7 grammes.

L'acide acridique est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante, abondamment dans l'alcool et très peu dans l'éther. Il cristallise en fines aiguilles qui, lorsqu'on les chauffe avec une quantité d'eau insuffisante pour les dissoudre se transforment en tables brunâtres. Les aiguilles ont la composition  $C_{11}H_7NO_4 + 2H_2O$ ; elles perdent une molécule en présence de l'acide sulfurique ou à 80-90°; les tables ont la formule  $C_{11}H_7NO_4 + H_2O$ .

Les deux modifications chauffées à 120-130° perdent toute leur eau de cristallisation et une molécule d'eau de cristallisation en se transformant en un acide de la formule  $C_{10}H_7NO_2$ .

L'acide acridique est bibasique. Chauffé avec trois fois son poids de chaux éteinte, il se scinde nettement en quinoléine et acide carbonique; on peut donc le considérer comme acide quinoléinodicarbonique  $C_9H_8N(COOH)_2 + 2H_2O$ .

L'acide quinoléinomonocarbonique  $C_9H_8N(COOH)$ , formé en chauffant l'acide acridique, fond à 275°: il est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante et surtout dans l'alcool.

Il forme des sels avec les bases aussi bien qu'avec les acides. A la distillation avec la chaux il donne également de la quinoléine.

Il est différent de l'acide cinchonique de M. Weidel, qui est également un acide monocarbonique de la quinoléine.

D'après ce qui précède l'acridine est une quinoléine dans laquelle deux atomes d'hydrogène sont remplacés



# LES PREMIERS TYPES D'INSECTES

ORIGINE ET ORDRE DE SUCCESSION DES

## INSECTES DANS LA PÉRIODE PALÉOZOÏQUE

PAR

**M. Samuel H. SCUDDER**<sup>1</sup>

---

Dans l'année 1833, Audouin montra à une séance de la Société entomologique de France l'aile d'un insecte orthoptère<sup>2</sup> provenant de Coalbrook Dale en Angleterre. C'était la première découverte d'insectes dans la formation carbonifère. Depuis lors, plusieurs auteurs, particulièrement Germar et Goldenberg ont augmenté nos connaissances sur les insectes des terrains palæozoïques, à tel point qu'aujourd'hui l'on connaît peut-être une centaine d'espèces ayant vécu pendant cette période géologique. Toutefois, les débris d'insectes provenant de ces couches anciennes, peuvent encore être considérés comme de très grandes raretés. La grande majorité des espèces ne sont

<sup>1</sup> S. H. Scudder. The early Types of Insects ; or the origin and sequence of Insect Life in Palæozoic Times (*Memoirs of the Boston Society of Natural History*. Vol. III. Part. I. N° II. Boston, 1879).

Le texte est traduit intégralement, mais nous avons laissé de côté ou abrégé quelques-unes des notes qui ne nous paraissaient pas très importantes et qui avaient principalement trait à la bibliographie des insectes fossiles.

<sup>2</sup> Audouin considérait cet insecte comme un Névroptère, mais Swinton a montré récemment que c'était un Orthoptère.

connues que par des échantillons uniques et très incomplets; une aile ou même une simple portion d'aile représente ordinairement tout ce qui nous reste d'une forme donnée. Quelques auteurs ont prétendu que nous devions nous attendre à ce que les premiers types d'insectes fussent ailés et non aptères, et les débris que l'on a trouvés semblent à première vue confirmer cette hypothèse. Mais, comme les ailes conservent après la fossilisation des caractères qui sont plus précis que ceux d'autres parties du corps, il n'est pas surprenant que les naturalistes aient fait surtout usage de ces organes en décrivant les formes fossiles, et nous n'avons guères le droit de conclure de là à l'absence d'autres fragments du corps; d'ailleurs l'on a décrit une forme de Blatte aptère<sup>1</sup> provenant des terrains de Saarbrück qui sont aussi anciens qu'aucune des autres couches d'Europe dans lesquelles on a trouvé des insectes. D'autre part, les insectes du Dévonien moyen du Nouveau-Brunswick ne sont connus que par leurs ailes et malgré l'examen le plus attentif de milliers de fragments de ces schistes on n'a rien pu découvrir d'autre. On peut donc clore la discussion en remarquant que les données géologiques ne répandront probablement pas beaucoup de lumière sur ce point.

Avant d'étudier l'ordre de succession des insectes dans le temps, il est naturellement de première importance que nous comprenions la subordination relative de leurs divers groupes. L'on a tenté de nombreux essais pour faire concorder les opinions courantes sur la position relative et la succession géologique de ces animaux; mais

<sup>1</sup> *Polyzosterites granosus*, Goldenberg. Fanna Sarr. foss. Pl. I, fig. 17.



jusqu'ici l'on n'a guère réussi, principalement par suite de l'opinion régnante, d'après laquelle les Coléoptères devraient occuper le premier rang parmi les insectes, et en raison du fait que la présence de ce sous-ordre a été constatée dès l'abord dans les couches carbonifères, tandis que quelques autres sous-ordres ne se montrent que beaucoup plus tard. Un autre obstacle à une compréhension claire des faits est venu de la division très communément adoptée des insectes hexapodes en deux séries, division sur laquelle les entomologistes anglais ont peut-être plus spécialement insisté. Cette classification qui partage ces articulés en *Mandibulata* et *Haustellata* est fondée sur des bases physiologiques insuffisantes. Si l'on voulait prétendre que la fonction visée par ces expressions a une base morphologique, il serait facile de montrer que dans chacune de ces divisions la diversité de structure des parties buccales est si grande qu'elle exclut toute dénomination entraînant autre chose qu'un sens physiologique; s'il n'en était pas ainsi l'on devrait admettre la prétention d'Agassiz<sup>1</sup>, qui en se fondant sur l'embryologie, voulait assigner aux insectes suceurs le rang le plus élevé, et nous serions très embarrassés pour expliquer l'apparition simultanée des Coléoptères et des Hémiptères.

Une division en apparence plus rationnelle des insectes en deux séries est celle qui sépare ceux à métamorphoses complètes de ceux à métamorphoses incomplètes. Toutefois, ce principe appliqué d'une manière absolue sépare des groupes qui ont d'étroites affinités, tels que les Phryganides et les Libellulides et l'une des formes de métamor-

<sup>1</sup> L. Agassiz, Classification of Insects based upon embryological data, p. 4-8.

phose passe graduellement à l'autre; en outre, il rapproche les Coléoptères des Hyménoptères plutôt que des Hémiptères ou des Orthoptères, et est si profondément en discordance avec les affinités générales de structure chez les insectes qu'il ne doit pas être considéré comme ayant une importance aussi fondamentale qu'on aurait pu le supposer. Il y a néanmoins là un facteur important dans la vie des insectes; on ne peut pas le passer entièrement sous silence, comme cela se fait dans la classification basée sur les parties buccales, et il faut en tenir compte dans tout essai de distribution des sous-ordres. Il doit en être de même pour la nature des ailes, car l'existence de ces organes est un des caractères les plus importants des hexapodes considérés dans leur ensemble, et nous devons naturellement nous attendre à trouver des caractères fondamentaux dans les différences que présente leur structure.

Ma manière de voir sur les affinités primaires des sous-ordres chez les hexapodes a été exprimée pour la première fois par Packard en 1863<sup>1</sup> lorsqu'il a dit que les Coléoptères, les Hémiptères, les Orthoptères et les Névrop-tères « semblent reliés les uns aux autres par des affinités semblables à celles qui unissent entre eux les Hyménoptères, les Lépidoptères et les Diptères. » Depuis lors<sup>2</sup> cet auteur a donné à la série qui est la seconde et la plus élevée, le nom de *Metabola* (dans un sens plus restreint que celui que Leach attachait primitivement à cette expression), et

<sup>1</sup> Packard, On synthetic types in Insects. *Boston Journal of Nat. Hist.*, VII; p. 591-592.

<sup>2</sup> Packard, Guide to the study of Insects. Introduction. 8°. Salem, 1869. — Dans des éditions postérieures ces noms sont aussi introduits dans le texte avec une orthographe variable.

à la première le nom de *Heterometabola*. Le groupe des *Metabola* est incontestablement plus homogène que l'autre. Un de ses caractères fondamentaux réside dans une division plus nettement accusée des régions du corps. Ceci est une considération qui a une grande portée, puisque dans les progrès de l'organisation, depuis les Vers, en passant par les Crustacés et en allant jusqu'aux Insectes, ou dans la classe des insectes, à partir des Myriapodes, en passant par les Arachnides et en arrivant aux Hexapodes; ou enfin, dans le cours même du développement des *Metabola*, en marchant de la larve à la nymphe, et de celle-ci à l'insecte parfait, nous remarquons que les segments qui composent le corps présentent un groupement de plus en plus grand en régions distinctes. Cette concentration atteint son maximum dans les Hyménoptères, chez lesquels la tête, le thorax et l'abdomen sont séparés d'une manière particulièrement nette. C'est Agassiz qui a insisté le premier sur ce fait dans son remarquable « Essai sur la classification des insectes » (p. 20-28); mais l'application qu'on peut en faire à la classification de ces animaux n'avait pas encore été indiquée; cependant la moindre attention montre combien ces régions sont mieux marquées dans les *Metabola* que dans les *Heterometabola*, surtout en ce qui concerne la séparation du thorax et de l'abdomen. Nous avons des raisons pour nous attendre à cela chez les représentants les plus élevés d'une groupe caractérisé, comme le sont les Hexapodes, par la possession d'organes du vol; le développement plus grand de ces organes nécessite une organisation plus compacte et plus spécialisée de la région qui leur est presque exclusivement consacrée. Nous trouvons, par conséquent, dans les *Metabola*, d'une part, une thorax à organisation plus parfaite, et

plus distinctement séparé de la tête et de l'abdomen que dans les Heterometabola; et, d'autre part, un vol plus puissant et plus soutenu, un équilibre plus parfait, des mouvements plus rapides, des changements de direction brusques et répétés, et beaucoup plus de grâce dans les allures<sup>1</sup>. Cette spécialisation du thorax m'avait amené une fois à l'idée de proposer pour les Metabola le nom de *Sternoptena*, et pour les Heterometabola celui de *Gastroptena*, par allusion à la prépondérance générale de l'abdomen dans les groupes que renferment ces derniers. Le terme de Gastroptena serait plus expressif pour la seconde série; mais j'adopte néanmoins les noms proposés par le Dr Packard parce qu'ils me semblent mieux appropriés à l'usage général, et qu'ils ont, en outre, le mérite de la priorité.

A côté des caractères fondamentaux que nous venons de mentionner (et qui n'avaient pas été signalés par Packard), on remarque que les Metabola ont un corps ordinairement cylindrique, avec un très petit prothorax; des parties buccales conformées en tout ou en partie pour la succion, avec les pointes des mandibules rarement opposées l'une à l'autre; des ailes antérieures membraneuses et

<sup>1</sup> Nous ne donnons ceci que comme l'expression d'une règle générale, en prenant chaque sous-ordre dans son ensemble. L'on connaît, il est vrai, des Hyménoptères aptères ou sub-aptères, des Lépidoptères et des Diptères lourds et embarrassés, dont le vol est pesant et en ligne droite. D'autre part, il y a des groupes tels que les Odonata, parmi les Névroptères, dont le vol est très remarquable par sa rapidité, sa puissance et ses changements brusques de direction. Mais ces cas n'intéressent pas les caractères des sous-ordres dans leur ensemble; et dans les exceptions que l'on peut signaler, la spécialisation du vol est presque toujours accompagnée, jusqu'à un certain degré, d'une séparation et d'un développement correspondants du thorax.



beaucoup plus grandes que les postérieures, qui sont quelquefois atrophiées; des larves cylindriques et très différentes de l'adulte; des nymphes toujours inactives. Les *Heterometabola*, de leur côté, ont ordinairement un corps déprimé et un très grand prothorax; leurs parties buccales sont ordinairement conformées pour mordre, les pointes des mandibules étant opposées l'une à l'autre; leurs ailes antérieures généralement plus ou moins coriaces ou avec des nervures très nombreuses et épaissies, et généralement plus petites que les ailes postérieures qui ne sont avortées que dans des cas exceptionnels et jamais dans l'ensemble de grands groupes; leur larve est ordinairement déprimée, ressemblant souvent à l'adulte, et leur nymphe tantôt active, tantôt inactive.

Dans le premier groupe, les exceptions se présentent seulement dans les *Hyménoptères* qui ont ordinairement des mandibules bien développées pouvant s'opposer l'une à l'autre. Dans le second groupe, qui est plus hétérogène, les exceptions sont plus nombreuses. Chez les *Coléoptères* la métamorphose est complète. Dans les *Hémiptères* les mandibules prennent la forme d'aiguilles et forment avec les autres parties de la bouche un tube de succion; chez plusieurs d'entre eux les ailes antérieures sont aussi complètement membraneuses. Les *Névroptères*, compris dans le sens linnéen, sont ceux qu'il est le plus difficile de faire rentrer dans la règle; leurs ailes antérieures sont ordinairement membraneuses, bien que les nervures soient généralement épaisses et rapprochées; quelques-uns (*Éphémérines*) ont de petites ailes postérieures; chez un grand nombre les divisions des régions du corps sont presque aussi nettement marquées que chez les *Metabola*, quoique l'abdomen soit généralement développé

d'une manière excessive, et que dans de tels insectes le prothorax ne soit pas fortement développé. Tandis que, comme nous l'avons déjà dit, une partie d'entre eux ont une métamorphose incomplète, ce qui les a fait classer avec les Orthoptères par les auteurs allemands récents, d'autres ont une métamorphose incomplète. Toutefois, les affinités de structure entre les Névroptères proprement dits et les Pseudonévroptères sont si étroites que l'on ne peut pas séparer ces deux groupes, malgré les différences frappantes qui existent entre eux. Quoique les Heterometabola ainsi compris offrent des caractères anormaux dans presque chacun des sous-ordres qui y rentrent, nous devons reconnaître que cette division des Hexapodes en Metabola et Heterometabola est plus en rapport avec l'ensemble des faits qu'aucune de celles que l'on avait proposées jusqu'à présent.

La concordance étroite qui existe entre cette classification et la succession géologique des insectes est démontrée par le fait que tous les sous-ordres des Heterometabola sont représentés dans les terrains paléozoïques, tandis qu'aucun de ceux des Metabola ne s'y rencontre<sup>1</sup>. Ceci

<sup>1</sup> On n'avait pas encore fait une généralisation aussi hardie que celle-ci et en même temps aussi exacte. Plusieurs auteurs et notamment Bronn, divisant les hexapodes en deux séries : les Broyeurs et les Suceurs, prétendaient que les hexapodes carbonifères étaient tous des insectes broyeur, et que les insectes suceurs avaient apparu seulement à l'époque jurassique. La dernière fois que cette assertion a été émise c'est par Haeckel (*Gen. Morphol.* II, p. xcix. 1866), mais le genre *Eugereon* de Dohrn a été publié dans la même année et cet étrange insecte, comme j'essayerai de le montrer plus loin, a fait considérer beaucoup d'insectes paléozoïques sous un jour entièrement nouveau. Tout fait supposer que dans les temps paléozoïques il y avait au moins quelques insectes suceurs et probablement qu'ils étaient en grand nombre.

est d'autant plus frappant que, en dehors de la découverte unique d'ailes d'insectes dans le Dévonien, les trois ordres d'insectes (Héxapodes, Arachnides et Myriapodes) apparaissent simultanément dans les couches carbonifères. Les premiers Diptères connus se rencontrent dans le Lias, à Cheltenham, Dumbleton et Forthampton en Angleterre; les Lépidoptères<sup>1</sup> se montrent dans l'oolithe moyenne, à Solenhofen; et les Hyménoptères dans la même formation<sup>2</sup>. Les Metabola ont donc apparu plus tard et sont d'un développement plus complet que les Heterometabola.

Lorsque nous examinons de plus près la faune entomologique des premiers temps géologiques, nous remarquons que les sous-ordres les plus parfaits des Heterometabola, c'est-à-dire les Coléoptères et les Hémiptères, ne sont représentés dans des couches paléozoïques que par un très petit nombre de types comparativement aux Orthoptères et aux Névroptères; les deux premiers groupes n'en montrant que trois ou quatre chacun, tandis que Goldenberg a énuméré de Saarbrück seulement quinze ou seize de chacun des deux autres, et que l'on doit en connaître en tout deux fois autant. En Amérique, l'on n'a encore trouvé ni Coléoptères ni Hémiptères dans les formations paléozoïques, et je connais par contre environ quarante Orthoptères et Névroptères provenant de cette même période. L'absence presque totale de Coléoptères dans les terrains paléozoïques est d'autant plus remarquable que leurs téguments sont plus durs que ceux des autres insectes et que leurs élytres sont aussi

<sup>1</sup> La *Breyeria*, de Borre, du Carbonifère, est généralement considérée comme un insecte névroptère.

<sup>2</sup> Une seule espèce, rapportée avec doute par Heer à ce dernier sous-ordre, a cependant été trouvée dans le lias de Schämbelen.

dures que l'enveloppe de leur corps. Ceci est particulièrement le cas pour le type qui est le plus inférieur et qu'on peut supposer le plus ancien, celui des Curculionites, ou Charançons. Leurs débris se sont conservés avec la plus grande facilité dans les couches plus modernes; et, en fait, dans tous les terrains récents les Coléoptères sont les mieux représentés de tous les insectes; cependant, dans les terrains plus anciens on a trouvé un très petit nombre de ces insectes comparativement aux débris de ceux qui appartiennent aux ordres inférieurs. Nous sommes là en présence d'un fait frappant et incontestable, et malgré le petit nombre des matériaux que l'on peut utiliser pour établir une loi générale, il n'est guère possible de l'expliquer autrement que par l'hypothèse d'une apparition postérieure des Coléoptères.

D'autre part, dans les Orthoptères, presque toutes les familles représentées appartiennent à la série inférieure; on n'a trouvé que quatre ou cinq membres des familles sauteuses, et les Blattes de la période carbonifère dépassent de beaucoup en nombre tous les autres Orthoptères. Dans le dernier catalogue des Blattes fossiles, publié par Goldenberg, il est mentionné trente cinq espèces du terrain carbonifère et seulement sept de la formation tertiaire. En fait, la moitié environ des espèces connues d'insectes paléozoïques se compose de Blattes.

Si nous étudions ensuite les Névroptères, nous trouvons que les Névroptères proprement dits, c'est-à-dire ceux à métamorphoses complètes se rencontrent à peine dans les terrains paléozoïques, tandis que les Pseudonévroptères, dont l'organisation est moins parfaite, y sont relativement abondants. Un grand nombre des insectes à ailes réticulées des périodes anciennes, présentent tou-



tefois une combinaison des caractères des Névroptères et des Orthoptères, ou des Névroptères proprement dits et des Pseudonévroptères. La nature synthétique de ces types primitifs est même si frappante que Dohrn et, après lui, Goldenberg, ont proposé de les grouper en un nouveau sous-ordre, auquel Goldenberg a donné le nom de *Palæodictyoptera*.

Je suis disposé à considérer cette manière de voir comme correcte, mais on n'a tenté encore aucune définition du groupe; et tandis que, d'un côté, Goldenberg semble avoir été trop loin en lui rapportant les insectes du Carbonifère de l'Illinois décrits par Dana, et les insectes du Dévonien du Nouveau-Brunswick, il semble probable que le genre *Archimantis*<sup>1</sup> de Woodward doit

<sup>1</sup> Woodward, On a remarkable Orthopterous insect from the coal-measures of Scotland. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, Lond., 1876, p. 60-64, pl. 9.

Il me semble que Woodward a, selon toute probabilité, méconnu les affinités de cet insecte. Si l'on place sa figure à côté de la première que Dohrn a donnée de l'*Eugereon*, la ressemblance des deux est évidente. La forme et les rapports de la tête, du prothorax et des ailes largement étalées (ce qui représente presque tout ce qui est conservé de l'*Archimantis*) sont les mêmes dans les deux fossiles, aussi bien que, d'une manière générale, la nervation des ailes. La saillie qui est en avant de la tête, ne semblerait pas être un prolongement de la tête elle-même, comparable comme le suppose M. Woodward, à celui de la tête de quelques Mantides; mais bien un rostre comme celle de l'*Eugereon*, quoique beaucoup plus court et paraissant, par son mode de conservation, amalgamé en une seule masse avec la tête. Ce pourrait être aussi le labre seul qui serait resté après la disparition des autres pièces, et semblerait, dans ce cas, faire partie intégrante de la tête. La relation étroite entre la structure des ailes dans l'*Archimantis*, l'*Eugereon* et les autres genres mentionnés plus haut, donne une certaine probabilité à la supposition qu'ils étaient tous des insectes suceurs. La *Protophasma* toutefois qui présentait des affinités semblables, n'avait certainement pas cette disposition des organes buccaux.

rentrer dans cette division, ainsi que les genres *Eugereon*, *Dictyoneura*, *Paolia* et *Haplophlebium*; l'on peut supposer qu'ils possédaient tous des organes buccaux comparables morphologiquement à ceux du remarquable genre *Eugereon* de Dohrn qui ne peut certainement être rapporté à aucun genre actuel d'insectes. Lorsque leur structure sera plus complètement connue, on trouvera probablement qu'ils se ressemblent par un corps remarquablement déprimé, comme celui d'une Blatte, avec des segments thoraciques grands, un prothorax bien séparé des autres anneaux, largement dilaté ou prolongé, des ailes réticulées, des mandibules et maxilles en forme de lancettes, de longs palpes labiaux qui ne prennent aucune part à la disposition en suçoir de la bouche, et des antennes multiarticulées. Cette combinaison de caractères s'écarte tout à fait de celles que présentent les groupes de la nature actuelle ou des époques géologiques récentes, et ne nous est connue que chez des insectes provenant des couches de l'époque paléozoïque. Elle forme un type synthétique dans le sens le plus large de cette expression, et qui peut être considéré comme combinant en lui les caractères de tous les *Heterometabola*.

Mais ce n'était pas là le seul type de cette nature qui existât alors; car, comme nous l'avons déjà signalé, il y a beaucoup d'autres insectes paléozoïques qui offrent dans leur organisation une combinaison des traits qui caractérisent maintenant des groupes différents les uns des autres. C'est le cas de presque tous les insectes Dévoniens. Il est aussi assez remarquable de trouver que des types actuels existaient en même temps que ceux-ci dans les premières périodes géologiques. Ainsi, par exemple, il est presque hors de doute que quelques-uns des insectes Dévoniens doivent

être rapportés non seulement aux Névroptères, mais même à une famille particulière de Névroptères, celle des Éphémérines. Du reste, la présence lors de l'apparition d'un groupe donné, de types modernes côte à côte avec ceux qui échappent à nos classifications des formes actuelles est un des problèmes importants de la paléontologie.

Un des exemples peut-être les plus frappants de ceci se trouve dans la découverte récente faite par M. Charles Brongniart, dans le terrain carbonifère supérieur de Commeny, d'une des formes d'insectes les plus spécialisées qui existent; ce type est d'apparence si moderne que, autant que je puis en juger par une esquisse que m'a envoyé M. Brongniart, l'on n'aurait pas été surpris d'en rencontrer aujourd'hui la contre-partie exacte dans les régions tropicales de l'ancien monde. C'est une espèce de grande Phasme épineuse, à corps gros, avec des élytres (tegmina) courts, des ailes et un corps longs, des pattes et des antennes assez longues et grêles, et reproduisant en perfection dans toutes ses parties les apparences habituelles et pourtant uniques des Phasmides de notre époque<sup>1</sup>. L'on n'avait pas trouvé jusqu'à présent cette famille dans des terrains plus anciens que les tertiaires.

<sup>1</sup> Depuis que les lignes ci-dessus étaient écrites, j'ai reçu de M. Brongniart son mémoire final sur la *Protophasma* (Note sur un nouveau genre d'Orthoptère fossile de la famille des Phasmiens. *Ann. des Sc. Nat.* 6<sup>e</sup> sér. tome VII, art. 4), d'où il ressort que les ailes font exception à ce que nous venons de dire, car elles diffèrent d'une manière remarquable des ailes des Phasmides vivantes et ressemblent à un point extraordinaire aux ailes des *Palæodictyoptera*, et particulièrement à celles des *Dictyoneura*. Elles ne pouvaient pas avoir été pliées longitudinalement au même degré que le sont celles des Phasmides actuelles, car le champ anal occupe moins d'un tiers des ailes, et les intervalles entre les nervures de

Nous pouvons glaner encore un autre fait parmi les maigres données que nous fournit la paléontologie relativement aux premiers types d'insectes. Tous les Hémiptères des terrains paléozoïques appartiennent à la division des Homoptères, ce qui indique, comme on l'admet du reste généralement, que cette division occupe un rang inférieur à celle des Hétéroptères dont les représentants ont fait leur première apparition à l'époque jurassique. L'on trouve entre ces deux divisions des Hémiptères une différence frappante dans la structure de la base des ailes antérieures qui est coriace chez les Hétéroptères et membraneuse chez les Homoptères. Ceci montre que la différenciation entre les ailes antérieures et les postérieures est, comme nous devons le supposer, le résultat d'un développement ultérieur qui avait été précédé par un état homogène. Parmi les Orthoptères, aucune famille, sauf peut-être celle des Phasmides, n'a des ailes antérieures plus fortement coriaces que les Forficules et les Blattes. Les Forficules ont apparu d'abord dans l'oolithe; et, bien que les Blattes soient abondantes depuis les premiers temps géo-

cette partie de l'aile qui se trouve au-dessus du champ anal ne sont pas droites mais courbes; en ce qui concerne le nombre et la disposition des nervures dans cette partie supérieure de l'aile, nous avons une contre-partie presque exacte de l'aile des Dictyoneura. On peut dire la même chose, bien qu'à un moindre degré, des ailes des Fulgorina décrites par Goldenberg. Ce type de structure des ailes était par conséquent très commun chez les insectes paléozoïques et explique la supposition de Brongniart, qui n'est du reste guère admissible, d'après laquelle ces Fulgorina devraient être considérées comme des Névroptères; en effet, la nervation des ailes chez les nombreuses Blattaires carbonifères ne laisse pas que d'avoir des rapports assez étroits avec le même type et nous pouvons arriver à établir un degré extraordinaire d'homogénéité dans la structure des ailes de tous ou de presque tous les insectes paléozoïques.



logiques, ce n'est, à une exception près, qu'en arrivant au Lias que nous trouvons des espèces ayant un rapprochement et une multiplication des nervures des ailes antérieures leur donnant une apparence coriace. L'exception à laquelle nous venons de faire allusion, la *Ledrophora Girardi*<sup>1</sup>, chez laquelle les nervures sont presque obsolètes, se rencontre dans le Trias. Nous avons ici la première indication d'une différenciation quelconque entre les ailes antérieures et postérieures des Blattes, car toutes les espèces paléozoïques avaient des élytres aussi distinctement vénulées que les ailes, et ne pouvant en aucune manière être appelées coriaces<sup>2</sup>. La même netteté de nervation se voit chez tous les autres Orthoptères paléozoïques; de sorte que, à l'exception de deux espèces de Coléoptères et de la *Protophasma* du Carbonifère qui ne paraissent pas différer sous ce rapport des types vivants, nous pouvons dire que les ailes des insectes paléozoïques étaient homogènes.

Pour autant que nous connaissons les premiers insectes principalement par les débris de leurs ailes, il est intéressant de noter encore chez eux un fait frappant. Si nous devons formuler les traits caractéristiques de la structure des ailes chez les insectes actuels (qui montrent

<sup>1</sup> Heer, *Ueber die fossilen Kakerlaken. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich*, IX, 297, fig. 5, 8°, Zürich, 1864.

<sup>2</sup> Il faut peut-être faire une exception pour la très remarquable Blatte décrite par Goldenberg (*Faun. Sarr. foss.*, I, 17, pl. 2, fig. 14, 14<sup>a</sup>) sous le nom de *Blattina insignis*; cet insecte a un abdomen grêle, peut-être cylindrique, avec des élytres et des ailes qui paraissent presque également coriaces et dans lesquelles presque toute trace de nervures a disparu. Ici, toutefois, les ailes semblent être toutes semblables de forme, de consistance et de structure. Goldenberg nous a donné seulement de maigres renseignements sur cet insecte, ce qui est d'autant plus regrettable qu'il ne le cède en intérêt qu'à l'Eugereon et à la *Protophasma*.

une variété de types vraiment merveilleuse, allant depuis une extrême simplicité jusqu'à une complexité qui défie presque complètement toute tentative d'homologie), nous n'aurions pas besoin de modifier le moins du monde notre type pour y comprendre la structure des ailes des insectes des premiers temps géologiques. Le plan de nervation sur lequel les ailes des insectes étaient alors construites est le plan que nous trouvons dans tous les types actuels. En même temps, comme nous l'avons mentionné plus haut dans une note, il y avait un degré peu commun d'homogénéité dans les ailes des insectes paléozoïques.

Cet exposé montre clairement que les lois de succession des groupes d'insectes sont tout à fait semblables à celles que l'on sait depuis longtemps régir les autres groupes du règne animal; elle montre aussi que les faits sont, en somme, tels que les réclame la théorie de l'évolution. Toutefois, les exceptions à la théorie et même les faits généraux indiquent que de profondes lacunes existent dans nos connaissances sur l'histoire primitive des insectes. L'apparition des Hexapodes dans le Dévonien moyen longtemps avant aucune trace de Myriapodes et d'Arachnides; l'arrivée apparente de groupes généralisés d'une étendue comparativement restreinte avant ceux qui ont une plus grande étendue et qui embrassent les premiers; l'apparition de Coléoptères ne présentant aucun indice de divergence du type du sous-ordre, dans les couches du Carbonifère qui ont fourni les premières une abondance de débris d'insectes, c'est-à-dire, aussitôt que les insectes ont apparu, à l'exception des Heterometabola à ailes homogènes du Dévonien; enfin la découverte, dans des terrains très anciens, de certains types bien spécialisés : — tout cela indique l'existence beaucoup plus ancienne

de types fortement synthétiques (comprehensive) desquels toutes ces formes relativement spécialisées mais encore plus ou moins synthétiques, doivent être sorties. Les progrès de nos connaissances sur les insectes paléozoïques pendant ces vingt dernières années, et les preuves toujours plus nombreuses de l'existence de terrains émergés à des époques de plus en plus anciennes, indiquent à tout esprit réfléchi que non seulement les insectes existaient en nombres assez importants pendant l'époque dévonienne et même silurienne, mais que des recherches persévérantes faites sur de grands espaces, nous mettront probablement à même, avant qu'il soit longtemps, de remplacer les hypothèses par des faits.

Nous pouvons, en terminant, donner le résumé suivant :

1° Sauf quelques ailes d'Hexapodes connues du Dévonien, les trois ordres d'insectes, c'est-à-dire les Hexapodes, les Arachnides et les Myriapodes ont apparu simultanément dans les couches carbonifères.

2° Les insectes héxapodes peuvent être divisés en deux groupes : l'un supérieur (*Metabola*), comprenant les Hyménoptères, les Lépidoptères et les Diptères; et l'autre inférieur (*Heterometabola*), comprenant les Coléoptères, les Hémiptères, les Orthoptères et les Névroptères.

3° Tous les insectes dévoniens et carbonifères sont *Heterometabola*; les *Metabola* font leur première apparition dans la période jurassique.

4° A l'époque paléozoïque il existait de nombreux types synthétiques ou compréhensifs, combinant les caractères soit de tous les *Heterometabola*, soit des Orthoptères et des Névroptères, soit enfin des Névroptères proprement dits et des Pseudonévroptères.

5° Les insectes dévoniens appartiennent à des types

compréhensifs qui se reliaient seulement aux deux sous-ordres inférieurs, ou sont des Pseudonévroptères à organisation inférieure qui habitaient sans doute les eaux pendant les premières phases de leur vie.

6° Les sous-ordres inférieurs des Heterometabola, c'est-à-dire les Orthoptères et les Névroptères, étaient beaucoup plus abondants pendant la période paléozoïque que les sous-ordres supérieurs, c'est-à-dire les Coléoptères et les Hémiptères.

7° Presque tous les Orthoptères paléozoïques appartiennent aux familles non sauteuses dont l'organisation est inférieure, et ce sont presque exclusivement des Blattes.

8° Les Névroptères proprement dits étaient à cette époque beaucoup plus rares que les Pseudonévroptères dont l'organisation est plus imparfaite.

9° Tous les types primitifs avaient par conséquent une organisation inférieure.

10° Le type général de structure des ailes dans les insectes est resté le même depuis les temps les plus anciens.

11° En exceptant deux espèces de Coléoptères et une espèce d'Orthoptère, on peut établir que les ailes antérieures des insectes paléozoïques étaient semblables aux postérieures et membraneuses ; l'hétérogénéité ne fait son apparition que dans la période mésozoïque. En même temps, la nervation des ailes des insectes paléozoïques chez des types d'ailleurs très différents était beaucoup plus semblable que ce n'est le cas maintenant.

12° La série de faits que nous présente le progrès des recherches géologiques amène à la conviction de l'existence probable et de la découverte possible, dans le Dévonien et même dans le Silurien, d'insectes ailés à structure



encore plus généralisée qu'aucun de ceux que l'on a découverts jusqu'à présent dans les terrains paléozoïques.

L'on peut enfin ajouter que presque tous les insectes des terrains anciens étaient grands, beaucoup d'entre eux ayant une taille gigantesque; et en outre qu'il y a une ressemblance frappante entre la faune des insectes carbonifères de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

Les pages précédentes étaient déjà imprimées lorsque j'ai lu le passage suivant de Lacordaire (Introd. à l'entom. I, p. 326) qui peut être donné comme note aux pages 357 et 358 de ce mémoire.

« Toutes les différences que l'on observe dans le thorax des insectes proviennent du plus ou moins de développement qu'a pris chaque anneau thoracique, du nombre de pièces que chacun d'eux présente et de la grandeur relative de chacune de ces pièces en particulier. Si le prothorax a acquis un développement extraordinaire, et s'est en quelque sorte séparé du mésothorax et du métathorax, on a le thorax d'un Coléoptère, d'un Dermaptère, d'un Orthoptère et d'un Hémiptère. Si au contraire le prothorax est réduit à des dimensions très exigües, et que le mésothorax intimement uni au métathorax ait pris un accroissement énorme, on aura celui d'un Hyménoptère, d'un Lépidoptère et d'un Diptère. »

S. H. S.

---

# ANNALES

DE

## L'OBSERVATOIRE TELLURIQUE DE BERNE EN 1878

AVEC ADDITION D'OBSERVATIONS FORESTIÈRES ;

PUBLIÉES PAR

**M. le Prof. FORSTER**

---

Le volume, d'environ 300 pages in 4°, que je viens annoncer ici, a paru au commencement de l'année actuelle, et a pour objet principal des observations météorologiques faites dans le nouvel observatoire de Berne en 1878. Il fait suite aux volumes déjà publiés par M. le professeur Forster sur les observations des années précédentes, effectuées dans l'ancien observatoire, et dont il a paru dans nos *Archives* des comptes rendus pour les années 1873 à 1875 <sup>1</sup>.

M. Wild, prédécesseur de M. Forster comme professeur de physique dans l'université de Berne, avait déjà institué dans l'ancien observatoire des appareils électro-magnétiques enregistreurs des observations météorologiques, avant d'avoir été appelé à la direction de l'observatoire physique central de Saint-Pétersbourg. Leurs résultats ont été régulièrement publiés dans le Recueil général in 4° des obser-

<sup>1</sup> Voy. *Archives* août 1875 et novembre 1876.

vations météorologiques du réseau Suisse, imprimé à Zurich depuis 1864 sous la direction de M. le professeur Rodolphe Wolf.

L'ancien observatoire de Berne, au nord-ouest de la ville, établi près de la porte de Morat et de la gare actuelle, sur un petit coteau fortifié, a été démoli il y a peu d'années, à la suite d'une demande adressée, dès 1873, au gouvernement par M. Forster, pour en construire un nouveau, beaucoup plus vaste et où il y eût des logements pour les observateurs. Pendant cette construction les observations météorologiques ont été continuées dans l'Institut physique de l'École supérieure. Le nouvel observatoire a été bâti exactement à la même place que l'ancien, et sa description détaillée doit faire l'objet d'une publication ultérieure. M. Forster y ayant en vue, pour le moment du moins, beaucoup plus les observations de physique que celles d'astronomie, lui a donné le nom de *tellurique*.

On a, cependant, établi dans le nouvel observatoire le cercle-méridien d'Ertel, de 18 pouces de diamètre, qui avait été employé, en 1869, par M. le prof. Plantamour, pour obtenir une nouvelle détermination de la latitude de Berne en ce point central de la triangulation suisse<sup>1</sup>.

On y a construit aussi une tour ronde avec coupole en fer à toit tournant, dans l'intérieur de laquelle pourra être placé, sur un massif de pierre isolé, un Équatorial, quand on aura obtenu les fonds nécessaires pour se le procurer.

Une partie des instruments météorologiques est placée devant les fenêtres d'une grande salle, à l'aile nord-est du

<sup>1</sup> Voyez *Archives*, août 1873.

bâtiment. Les anémomètres et les pluviomètres sont établis sur le toit d'une tour carrée, dominant tous les points voisins des environs de Berne.

Une longue série d'observations simultanées, soit dans l'Institut de physique, soit dans le nouvel observatoire depuis son achèvement, a permis de réduire les deux années d'observations faites dans la première de ces stations à ce qu'elles auraient été dans la seconde, ce qui permet de compter déjà 16 années, non interrompues, d'observations avec appareils enregistreurs.

En admettant 374<sup>m</sup>,052 pour la hauteur du repère de la Pierre du Niton à Genève, au-dessus du niveau moyen de la mer, dans le havre de Marseille, la hauteur de la cuvette du baromètre du nouvel observatoire n° 1 est de 572<sup>m</sup>,635. Elle était plus basse dans l'ancien de 3,7 centimètres seulement.

La latitude nord de l'observatoire, résultant de la détermination de M. Plantamour, est de 46° 57' 8",66.

Sa longitude à l'est de l'observatoire de Paris, estimée en temps, est d'environ 20 minutes 25 secondes.

Le nouveau plan méridien de l'observatoire est à l'est de l'ancien de 19<sup>m</sup>,61.

Une pierre a été solidement fixée dans la cave, à environ 8 1/2 mètres au-dessous du sol, pour conserver la trace exacte du centre des opérations géodésiques suisses.

Des observations du pendule à réversion faites en 1869 par M. Plantamour, sur un pilier dans l'ancien observatoire, ont donné pour la mesure de la pesanteur à Berne  $g=9^m,8046675$ .

On avait déjà établi dans l'ancien observatoire, depuis quelques années, une double série d'instruments enregistreurs pour le baromètre, le thermomètre, l'hygromètre à



cheveu, le vent et la pluie, dont l'une réglée par heure et l'autre par dizaines de minute. On les a conservées toutes deux dans le nouveau, afin qu'en cas de dérangement subit dans l'une on puisse continuer les observations.

M. Forster désigne M<sup>lle</sup> Emma Wydler comme ayant continué, en qualité d'assistante, à faire journellement avec soin, soit les 3 lectures directes des instruments isolés, à 7 h. du matin, 1 h. et 9 h. du soir, soit le relevé des indications des appareils enregistreurs.

M. Forster décrit quelques perfectionnements qu'il a adaptés à la girouette et à l'anémomètre établis sur le toit de la tour carrée, et dont les indications se transmettent directement au bureau d'en bas. Un pluviomètre est aussi établi sur le toit, à 20 mètres de hauteur au-dessus du sol, et un autre à 2 mètres seulement. Un appareil d'évaporation de M. Hasler a été observé journellement à 9 h. du matin et du soir.

M. F. fait précéder les observations barométriques de 1878, la première année de celles dans le nouvel établissement, d'un résumé de 12 années d'observations horaires analogues, enregistrées de 1864 à 1876, calculées de 5 en 5 jours, et représentées par la formule d'interpolation due à Bessel, en en prenant 4 termes. Le calcul en a été effectué par M. Keller, adjoint à l'observatoire.

Il en résulte pour la hauteur moyenne du baromètre à Berne en millimètres . . . . . 712<sup>mm</sup>,3261 ;  
 pour son *maximum* absolu . . . . . 713<sup>mm</sup>,994,  
 qui a lieu du 29 août au 7 septembre ;  
 et pour son *minimum* absolu . . . . . 710<sup>mm</sup>,061,  
 qui a lieu du 27 au 31 mars.

Un premier petit *maximum* de 713<sup>mm</sup>,200 a lieu dans la *Pentade* du 16 au 20 janvier,

et un second petit *minimum* de 711<sup>mm</sup>,045 a lieu dans la *Pentade* du 12 au 16 novembre.

Une planche représente graphiquement la suite des *Pentades* directement observées, et la courbe moyenne qui en résulte d'après la formule de Bessel.

Tandis que cette courbe se rapporte, dans sa généralité, au type du régime océanique occidental, l'abaissement du baromètre en juillet manifeste une tendance du côté de l'Europe orientale. Quoique l'élévation (*Aufloerung*) estivale soit peu considérable, la marche de la courbe indique un arrêt (*Einsattelung*) en juillet, qui partage le *maximum* d'été en deux *sous-maximas*.

Les observations de 1878 directes et enregistrées, sont données, mois par mois et heure par heure, dans toute leur étendue, telles qu'elles paraissent dans le Recueil général publié à Zurich. M. Forster y a joint un tableau des moyennes de mois, de saisons et d'année, dont je vais transcrire ici les principaux résultats.

### *Température.*

Le mois de décembre 1877 a été très doux à Berne. Sa température moyenne en degrés centigrades y a été de + 1°,23, tandis que celle de décembre 1878 a été de — 3°,44; il en résulte que la moyenne annuelle *météorologique*, où ce dernier mois n'entre pas, est de 8°,40, valeur assez rapprochée de 8°,56 moyenne générale des années 1830 à 1878; tandis que la moyenne de l'année *civile* 1878 n'est que de 8°,01.

La moyenne des mois de juin, juillet et août de cette même année a été inférieure à leurs valeurs normales. La plus élevée en juillet a été de 17°,24 au lieu de 18°,37.

La moyenne météorologique des 4 saisons de 1878 a été respectivement :

Hiver	Printemps	Été	Automne
+ 0°,13	8°,61	16°,58	8°,28.

Le *maximum* de l'année a été le 21 juillet de 27°,5. Les *minima* ont été de — 15° le 13 janvier et de — 16°,6 le 23 décembre.

M. Forster a aussi donné un tableau des températures moyennes dans l'année calculées de 5 en 5 jours, et un autre des oscillations diurnes de la température. Ces dernières sont très variables, surtout au printemps et en été. Ainsi, le 12 mai, il n'y a eu, dans les 24 heures qu'une variation de température de 2°,8: tandis qu'elle a été de 16°,4 le 23. La moyenne annuelle est de 6°,6.

### *Pression atmosphérique.*

La moyenne hauteur barométrique en 1878 a été de 712<sup>mm</sup>,13; fort rapprochée, par conséquent, de la moyenne générale. La plus haute mensuelle a été de 718,72 en février; la plus basse de 706,68 en décembre 1878.

Le *maximum* de l'année a été de 727,7 le 13 janvier; le *minimum* de l'année a été de 689 le 29 mars.

### *Humidité, pluie et nébulosité.*

L'humidité relative moyenne, accusée par l'hygromètre à cheveu, a été dans l'année de 80°, tandis que sa valeur normale est de 78,3. Le *maximum* mensuel moyen 88,7 a eu lieu en décembre, et le *minimum* 72 en mai.

L'année civile 1878 a été abondante à Berne en eau de pluie et de neige; elle y a été en totalité d'un peu plus d'un mètre: 1020<sup>mm</sup>,6.

Les mois où il en est le plus tombé ont été avril, mai, juin, août et décembre; février a été le plus sec. C'est par les vents de sud-ouest, de sud et d'ouest qu'ont eu lieu les principales chutes. Le tableau qui s'y rapporte indique aussi le nombre d'heures de chutes, et les hauteurs moyennes de chutes en une heure.

Ces données se rapportent, je crois, au pluviomètre placé près du sol. Quelques mois de comparaisons, faites de juin à octobre, entre ces résultats et ceux du pluviomètre du toit, plus élevé de 18 mètres, ayant fait voir que ce dernier indiquait en moyenne sept pour cent de moins de pluie que l'autre, on continuera à les observer tous deux.

En dénotant le ciel sans nuages par 0 et le ciel tout couvert par 10, l'année 1878 a donné pour moyenne 6,6. Le *minimum* mensuel de nébulosité a été de 5,5 en juillet, et le *maximum* de 8,0 en décembre 1877.

On a aussi noté à Berne le nombre de jours où le beau rideau des hautes Alpes de l'Oberland a été plus ou moins découvert d'août à décembre 1878, à 7 h. du matin et à 1 h. après midi. En prenant cette dernière heure, plus favorable en général que celle du matin, on a trouvé :

- 12 jours où une seule cime a été visible,
- 11 » où l'ensemble l'a été passablement,
- 13 » d'aspect clair,
- 27 » d'aspect très clair.

Cela fait, en totalité, 63 jours de visibilité sur 153; c'est au mois de décembre qu'il y en a eu le plus.

Il y a eu dans l'année civile 1878:

- 104 jours de température au-dessous de zéro,
- 51 » de ciel tout à fait couvert,
- 40 » de neige,



1 jours de grêle,

67 » de fort vent du nord ou du sud (19 du nord,  
48 du sud).

Des observations ozonométriques ont été faites chaque jour du mois à 7 h. du matin et à 9 h. du soir, d'après une échelle subdivisée en 10 parties. Leur moyenne annuelle est de 2,5. Le *maximum* moyen a été de 4,5 et a correspondu au 28 du mois, tandis que le *minimum* de 0 a correspondu au 30.

M. Forster espère qu'on pourra bientôt établir dans l'observatoire des instruments magnétiques, qui permettront d'y instituer des observations régulières de ce genre.

Je passe, maintenant, à la seconde partie du volume pour 1878, comprenant en 50 pages les observations météorologiques, climatologiques et phénologiques recueillies et publiées par l'administration des forêts du canton de Berne, sous la direction de M. Fankhauser, inspecteur général de ces forêts. C'est en 1869 qu'elles ont commencé, et j'en ai déjà dit quelques mots dans un compte rendu publié en septembre 1875 dans les *Archives*.

Cette seconde partie se compose de deux sections. La première se rapporte aux observations météorologiques, à l'air libre et dans les forêts voisines d'Interlaken, de Berne et de Porrentruy, faites à 9 h. du matin et à 4 h. du soir en 1878.

La première de ces stations est à 620 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer, la seconde à 593 et la troisième à 450.

La température moyenne annuelle de l'air libre y a été respectivement de 9°,4; 8°,83 et 8°,08; et celle dans les forêts de 8,34; 7,83 et 8,03.

On donne aussi les températures *maxima* et *minima* dans les deux positions des instruments, et à diverses profondeurs du sol, ainsi que l'humidité moyenne relative, et la quantité de pluie ou de neige, à l'air libre et dans les forêts, avec indication du nombre de jours où elles ont été observées.

L'eau de pluie et de neige pendant l'année a été à l'air libre :

de 1758<sup>mm</sup>,4 à Interlaken, près des forêts.

» 1553<sup>mm</sup>,8 à Berne » » »

» 2149<sup>mm</sup>,2 à Porrentruy » » »

La seconde section comprend les observations climatologiques et phénologiques faites, en 1877 et 1878, par divers employés non munis d'instruments, dans les districts forestiers du canton de Berne, comprenant en tout 41 stations.

On y indique d'abord toutes les circonstances atmosphériques de l'année, en fait de temps clair ou sombre, de rosée, de brouillards, d'orages, de pluie, grêle et vents violents, du nombre de jours de neige et de gelée. On y relate ensuite l'époque de l'épanouissement des premières feuilles et fleurs, de la feuillaison et floraison générales, de la maturité des fruits, de la production des graines et de la chute des feuilles; de l'arrivée et du départ de quelques oiseaux de passage.

Ces observations, qui comprennent déjà une dizaine d'années, offrent un véritable intérêt sous plusieurs rapports, et il serait fort à désirer qu'il en parût un résumé général.

A. G.

# TUNNEL DU SAINT-GOTHARD

OBSERVATIONS SUR LA RENCONTRE DE DEUX GALERIES  
D'AVANCEMENT ET SUR LES CAUSES DE LA RAPIDITÉ  
D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

PAR

**M. D. COLLADON,**

Ingénieur-Conseil de l'Entreprise du Tunnel.

---

J'ai décrit dans une notice précédente<sup>1</sup> le système général et les appareils d'excavation employés au tunnel du Saint-Gothard. Ce tunnel, le plus long qui ait été entrepris jusqu'à ce jour pour un chemin de fer à double voie, doit avoir d'un portail à l'autre 14,920 mètres; il est entièrement à ciel fermé, c'est-à-dire sans puits intermédiaires entre ses deux extrémités, ce qui tend à retarder l'exécution et à rendre l'aérage incomparablement plus difficile.

La section totale libre sera la même qu'au Mont-Cenis, c'est-à-dire un peu supérieure à 40 mètres carrés, non compris l'espace occupé par les maçonneries et le ballast. Mais la section totale qu'il faut évider pour loger les maçonneries, le ballast, l'aqueduc et *le fruit*, ou l'excès nécessaire d'excavation, donne un volume moyen de 58

<sup>1</sup> *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle*, n° de décembre 1875.

à 60 mètres cubes d'excavation pour chaque mètre courant. En ajoutant 145 mètres de raccordement en ligne courbe près d'Airolo, on trouve *un chiffre total approximatif de 900,000 mètres cubes à excaver pour le tunnel entièrement maçonné.*

Pour excaver les tunnels de cette dimension, on perce ordinairement une première galerie, dite *d'avancement*, de quelques mètres carrés de section, qui peut être pratiquée dans le haut, ou dans le bas de la section entière.

Au Mont-Cenis l'attaque avait commencé *par le bas*; au Saint-Gothard, M. L. Favre a préféré attaquer *par le haut*, et il est généralement reconnu aujourd'hui que, dans les terrains très résistants, cette méthode doit être préférée pour la rapidité du percement et son économie.

Le point le plus essentiel pour la rapide exécution d'un tunnel à ciel fermé, c'est l'accélération du progrès de ses deux galeries d'avancement. C'est pour cela surtout qu'il importe d'avoir à leur front de taille, quelle que soit la profondeur, une grande puissance mécanique disponible, d'excellentes perforatrices et un vigoureux aérage, afin de remédier à l'étroitesse de l'espace libre et à l'impossibilité de multiplier à volonté, contre le front d'avancement, le nombre des ouvriers chargés de l'attaque.

## CHAPITRE I.

Le 29 février 1880, les deux galeries d'avancement du tunnel du Gothard se sont rencontrées après le temps bien court de sept ans et cinq mois à dater du commencement des travaux et cette jonction s'est opérée d'une



manière remarquablement heureuse relativement à la concordance de leurs axes.

Ces deux faits, d'une haute importance pour l'art des constructions, et la jonction future de plusieurs grandes lignes de chemins de fer, méritent l'intérêt universel, le public accueillera volontiers quelques renseignements sur les origines essentielles de ces progrès, et des données rétrospectives sur la longue série des obstacles et des difficultés exceptionnelles qui ont parfois entravé les progrès et rendu l'excavation très difficile.

Il résulte de données comparatives que les travaux de percement ont progressé au Saint-Gothard avec une vitesse plus que double de celle qu'avaient pu atteindre les habiles ingénieurs chargés de diriger le percement du tunnel du Mont-Cenis.

En effet l'excavation de ce dernier souterrain, long de 12,233<sup>m</sup>,55<sup>1</sup>, a été commencée dès les derniers mois de 1857, et ses deux galeries d'avancement se sont rencontrées, le 25 décembre 1870, soit en tout 13 ans et 1 mois.

On peut prédire d'autre part que, malgré son excès de longueur et des circonstances beaucoup moins favorables, le tunnel du Saint-Gothard, complètement achevé, coûtera en totalité 25 ou 30 pour cent moins cher que celui du Mont-Cenis.

Il est donc évident que les travaux remarquables réalisés au Saint-Gothard viennent d'ouvrir une voie nouvelle pour l'achèvement rapide et économique des longs tunnels.

J'ai fait connaître dans ma notice de 1875 la série

<sup>1</sup> La longueur réelle a dépassé de 13<sup>m</sup>,55 la longueur qui avait été calculée de 12,220 mètres d'après la triangulation extérieure.

de difficultés exceptionnelles qui ont parfois entravé les progrès de l'excavation ; il est nécessaire, pour en faire ressortir la gravité, d'expliquer les conditions imposées à l'entrepreneur et la position de M. Favre relativement à la Compagnie *chargée de l'exécution de la ligne entière du chemin de fer, dit du Saint-Gothard, et de ses voies d'accès sur les deux versants*. Cette compagnie avait nommé pour son ingénieur en chef M. Gerwig, et un nombreux état-major d'ingénieurs était chargé de le seconder.

L'entreprise du tunnel principal, long de 14,920 mètres, dont l'embouchure nord (près de Göschenen) était à l'altitude de 1109 mètres, celle du sud (près Airolo) à 1145 mètres, et le point culminant central à 1155 mètres<sup>1</sup>, devait être confiée à un adjudicataire unique, avec le dépôt d'un cautionnement de huit millions. Cet entrepreneur avait à exécuter le tunnel en entier, conformément aux dimensions arrêtées par la Compagnie et aux décisions de l'ingénieur en chef pour les revêtements en maçonnerie variables selon la nature des terrains ; mais il était libre d'adopter les moyens d'excavation qui lui paraîtraient convenables et de choisir tout son personnel pour l'exécution des travaux. L'article 5 du traité entre M. Favre et la Compagnie dit : « *M. L. Favre prend comme il l'entend toutes les mesures qu'il juge utiles pour l'exécution du tunnel.* »

Ainsi l'entrepreneur dut faire à ses frais et comme il l'entendait, les dériviations des torrents, tous les appareils

<sup>1</sup> Ce devait être 1152<sup>m</sup>,40 ; mais, dès la troisième année, l'abondance des infiltrations a obligé la Compagnie à porter la pente à 0<sup>m</sup>,002.

hydrauliques, les compresseurs d'air, les conduites d'air et d'eau, les voies de fer provisoires, tous les engins de perforation, ceux de transport, d'aération, l'outillage des ateliers et des chantiers à l'intérieur du tunnel, les bâtiments nécessaires à son entreprise : ateliers, magasins, logements d'ouvriers, hôpitaux, etc., toute l'excavation du tunnel pour double voie, et de plus les maçonneries d'après les types ordonnés par l'ingénieur en chef et pour des prix convenus ; mais l'emplacement du tunnel, ses abords, ses pentes intérieures, la vérification de la ligne d'axe des deux galeries, restaient à la charge de la Compagnie, ainsi que le déblayement complet des abords.

C'est en août 1872 que la Compagnie avait traité avec M. Louis Favre, de Genève, pour l'exécution de la totalité des travaux du grand tunnel, et à la fin du même mois le Conseil fédéral approuvait la convention.

M. Favre, qui n'avait que neuf ans pour achever son travail, sous peine de confiscation du cautionnement de huit millions, et qui, au bout de huit ans, était passible d'une amende de cinq mille francs par jour, auquel incombait tout à coup une charge énorme de formalités à remplir, d'études à faire ou compléter d'une organisation immense, aurait dû trouver presque immédiatement après la ratification du traité les abords complètement libres et déblayés par les soins de la Compagnie. Il en fut autrement.

Du côté nord, le portail est resté inabordable jusqu'au 17 novembre.

A la hauteur de 1109 mètres au-dessus du niveau de la mer, au pied des hautes Alpes, l'hiver commence dès les premiers jours de novembre, et l'abondance des

neiges, les froids intenses, rendent difficiles ou impossibles les travaux extérieurs. Ce retard équivalait, à quelques égards, à un semestre perdu.

Du côté sud, les travaux purent commencer le 13 septembre, mais dès le mois de novembre des infiltrations menaçantes vinrent compliquer l'excavation.

L'ingénieur en chef, en limitant à un millième la pente de la moitié sud du tunnel, n'avait pas prévu l'énorme volume d'eau qu'on allait rencontrer de ce côté et les conséquences désastreuses qui devaient en résulter pour l'entreprise.

Au Mont-Cenis, le volume des infiltrations, de chaque côté, n'avait pas dépassé 3 litres par seconde.

Au tunnel du Mont-Hoosac, dans le Massachussets, on avait signalé, comme un grave inconvénient, des infiltrations dont le maximum s'était élevé à 18 litres par seconde.

Dans la galerie sud du souterrain du Gothard, avec cette bien faible pente d'un millième, le volume des infiltrations atteignait, dès la fin de la seconde année du percement, 230 litres par seconde, *huit cent mille litres par heure*; la galerie d'avancement, dont la section moyenne est de 6 à 7 mètres carrés, fut pendant près de trois ans, transformée en un véritable aqueduc, où l'eau s'élevait à 0<sup>m</sup>,25 ou 0<sup>m</sup>,30; quelques-unes de ces infiltrations avaient en sortant du rocher le volume et la vitesse d'un jet de pompe à incendie.

A ces infiltrations se joignaient, de temps à autre, les rencontres de failles qui déversaient dans la galerie des torrents de boue et de débris.

Au dehors du tunnel du côté sud la force motrice hydraulique était insuffisante durant les mois d'hiver.



L'ingénieur en chef, M. Gerwig, pendant les années employées à ces études préliminaires, avait oublié de jauger en hiver les volumes d'eau de la Tremola et du Tessin, seuls torrents voisins de l'ouverture du souterrain. Dans un mémoire publié en 1865, il avait dit à l'occasion de la perforation du grand tunnel : « On ne manquera pas de puissantes chutes d'eau sur les deux versants du Gothard, LA REUSS ET LE TESSIN EN DONNENT PLUS QU'IL N'EN FAUDRA. » Plus tard, l'ingénieur en chef s'était contenté d'adopter des chiffres indiqués par un ingénieur tessinois qui conduisaient à admettre 500 litres environ par seconde, pour le minimum probable, ou moyen, du torrent de la Tremola<sup>1</sup>. M. Favre et son ingénieur-conseil ne pouvaient attendre jusqu'à la fin de l'hiver pour vérifier ce chiffre ; ils durent commander les moteurs hydrauliques, en se basant sur ce volume indiqué comme minimum probable.

<sup>1</sup> En déposant sa soumission du prix d'exécution, l'entrepreneur devait évidemment admettre pour la Tremola et le Tessin un volume d'eau motrice égal approximativement aux volumes adoptés par l'auteur des études de la ligne et du Grand tunnel.

L'ingénieur en chef de la Compagnie avait une grande confiance dans le volume moyen de l'eau de la Tremola, et surtout du Tessin.

Dans une première visite sur place fin août 1872, il émettait devant M. Favre, M. Turrettini et moi, l'avis de limiter la chute de la Tremola à 165 mètres. Cette hauteur est indiquée dans le premier rapport publié par la Direction, p. 45. — M. Favre et moi avons adopté par prudence le maximum de hauteur de chute, c'est-à-dire 180 mètres.

Pour le Tessin, voici ce qu'avait publié M. Gerwig sur les dimensions convenables et sur le coût d'un canal de dérivation qu'il proposait d'établir pour les travaux mécaniques du côté Sud :

« Un canal d'une longueur de 90 mètres, largeur 7<sup>m</sup>,50, profondeur 3 mètres, coût 75,000 francs. » La section eût été de 22<sup>m</sup>,50 décimètres carrés et la chute de 30 mètres au maximum (Le chemin de fer du Saint-Gothard sous le rapport technique, par A. Beckh et R. Gerwig, p. 46. Zurich, Zurcher et Furrer, 1865.).

En réalité, pendant les saisons d'hiver, depuis l'installation des turbines, le régime d'eau de la Tremola a été réduit pendant quelques mois à *cinquante ou cent litres par seconde*, en sorte qu'il tombait de la voûte ou des parois du tunnel, pendant les grands froids de l'hiver, trois ou quatre fois plus d'eau que n'en contenait le lit de la Tremola.

Au bout de deux ans d'expérience, l'entrepreneur a dû exécuter à grands frais une dérivation de l'eau du Tessin, en suspendant un aqueduc contre les parois à pic formées de roches inconsistantes et à 60 ou 100 mètres au-dessus du lit du Tessin. Ces pentes abruptes formant le pied du haut sommet de la Fibbia 2742 mètres sont ravagées chaque hiver par des avalanches qui enlèvent une partie des parois ou des contre-forts de l'aqueduc; en quatre ans, il y a eu dix-neuf de ces avalanches, qui ont entamé plus ou moins le canal de dérivation, en produisant des interruptions fort nuisibles à la marche de la perforation et à l'aérage.

Enfin, pendant les hivers rigoureux, la totalité de l'eau fournie par ces deux torrents est loin de suffire, et pendant l'hiver actuel, depuis la fin d'octobre jusqu'à ce jour, plus de la moitié de nos turbines et des compresseurs d'air que j'ai fait établir ont dû chômer faute d'eau motrice; il en est résulté une élévation de température nuisible aux ouvriers et aux animaux de trait employés aux transports, dans les parties les plus avancées du souterrain, et un retard notable dans la progression de la galerie du côté sud.

A ces causes de retard, on peut ajouter la rencontre sous les plaines d'Andermatt, à 2800 mètres de l'entrée Nord et sur environ 60 mètres de longueur, d'un ter-

rain en décomposition, mélange de feldspath, de plâtre et d'alumine qui s'effrite et se gonfle par l'action de l'humidité et sous le poids d'une couche supérieure épaisse de 300 mètres et exerce de haut en bas, et latéralement, une telle puissance de pression que les plus forts boisages sont insuffisants et qu'elle a écrasé les deux premiers revêtements en maçonnerie calculés par l'ingénieur de la Compagnie. Le troisième, actuellement en construction, se compose d'une voûte en granit de 4<sup>m</sup>,50 d'épaisseur, celle des pieds droits est de 3 mètres. Il ne reste sur cette longueur en reconstruction et entre ces étais qu'un étroit passage, et pour transporter plus loin la locomotive à air comprimé il a fallu en démonter les pièces et les remonter au delà.

Cette énumération incomplète pourra faire entrevoir la gravité des obstacles que M. Favre et ses ingénieurs ont dû surmonter; elle mettra aussi en saillie la direction intelligente et énergique donnée à l'ensemble de ce vaste travail, et fera mieux apprécier l'achèvement complet de ces deux galeries d'avancement dans le terme bien court de sept ans et cinq mois.

Une circonstance intéressante à noter, c'est que, contrairement aux prévisions du second ingénieur en chef de la Compagnie, les compresseurs de mon système établis aux deux extrémités du souterrain ont pu suffire, jusqu'à l'entier percement, à l'aération du tunnel. Des cloches aspirantes, analogues à celles qui avaient été employées au Mont-Cenis, et dont la Compagnie et son second ingénieur en chef, M. Hellwag, avaient exigé l'établissement assez coûteux aux deux extrémités du tunnel, sont restées sans emploi jusqu'à ce jour et ne serviront probablement pas pendant l'achèvement.

La rencontre des deux galeries a montré l'exactitude des prolongements des deux lignes d'axe des galeries d'avancement; la différence de niveau n'a pas dépassé  $0^m,10$ ; la déviation latérale paraît devoir être inférieure à  $0^m,20$ .

La longueur totale, mesurée à l'intérieur du souterrain, s'est trouvée plus courte de  $7^m,50$  que celle qui avait été calculée géométriquement.

Heureusement la possibilité d'une différence était prévue, le chef mineur du côté sud avait fait poursuivre, dans les derniers jours, au centre du front de taille, un trou de sonde horizontal, long de  $3^m$ , et, quand l'instrument eut atteint la galerie nord, on fit suspendre les coups de mine du côté de Göschenen; puis, par des perforations modérées en profondeur, on réduisit à une épaisseur de  $1^m,40$  le massif restant.

Une dernière attaque centrale fut alors préparée, savoir quatre trous de centre et six autres trous régulièrement espacés à l'entour et à peu de distance. L'explosion a ouvert un entonnoir dont le moindre diamètre avait environ  $0^m,80$ , et par cette ouverture les ingénieurs présents et les chefs ouvriers ont pu immédiatement passer d'une galerie dans l'autre.

C'est dimanche 29 février, à 11 h. du matin, que cette porte de communication a été ouverte. En ce moment, le baromètre, à Göschenen, était de  $0^m,004$  plus haut qu'à l'extrémité sud, à Airolo. Un courant d'air s'est immédiatement produit dans la galerie, et sa vitesse près de l'ouverture était de  $1^m,50$  par seconde. Quelques heures plus tard, le baromètre avait baissé à Göschenen, et la hauteur de la colonne mercurielle à Airolo surpassait de  $0^m,001$  celle de Göschenen; par suite, le courant d'air a



changé de direction, et il a pris celle de sud-nord; mais sa vitesse était de  $\frac{1}{3}$  de mètre seulement.

Ces expériences intéressantes seront continuées; elles pourront donner lieu à des tableaux comparatifs dont les résultats seront probablement publiés par la compagnie.

## CHAPITRE II.

Il y a, dans la jonction si heureusement opérée presque à temps voulu au St-Gothard, deux points essentiels à distinguer :

LE PREMIER, *c'est l'exactitude de la rencontre ;*

LE SECOND, *c'est la rapidité d'exécution et le bas prix relatif du percement total, malgré les colossales difficultés précédemment énumérées.*

Ces deux questions étant complètement distinctes, on peut les discuter séparément.

### § 1. Rencontre des deux lignes extrêmes du Tunnel.

Les directions des lignes d'axes des galeries Nord et Sud, auraient pu varier l'une par rapport à l'autre, soit en hauteur, soit dans le sens horizontal; on peut aussi commettre une erreur dans la longueur totale calculée trigonométriquement.

Ces erreurs possibles n'ont pas toutes la même gravité; la plus nuisible serait une forte déviation latérale; une erreur dans le sens vertical est bien moins grave, et enfin une différence entre la longueur prévue et la longueur

réelle mesurée après la jonction n'a aucun effet regrettable sur l'achèvement du tunnel.

Les précautions préliminaires et celles prises pendant le temps du percement pour maintenir l'axe des deux galeries d'avancement dans un même plan vertical, sont donc les plus intéressantes et les plus essentielles.

La longueur totale rectiligne à exécuter avait été fixée trigonométriquement à 14,920<sup>m</sup>.

D'après des nivellements antérieurs, la hauteur du sol à la porte du tunnel à Airolo, côté sud, se trouve à 1145<sup>m</sup> au-dessus de la mer, et celle du sol à Göschenen, extrémité nord, à 1109<sup>m</sup>.

L'inclinaison, du côté nord, est de 5,82 ‰ et du côté sud 1 ‰.

La détermination du plan vertical dans lequel doivent se maintenir les axes de chaque moitié du souterrain a présenté plus de difficultés au Gothard qu'au Fréjus.

En Piémont la montagne du Grand Vallon, intermédiaire entre Modane et Bardonnèche, domine les deux vallées extrêmes et, de l'observatoire placé à son sommet, on avait pu préciser dans ces vallées un certain nombre de points servant à déterminer ce plan et à en reporter la trace par une seconde opération sur le centre des portails du tunnel et sur des repères plus élevés. Au Gothard, le Kastelhorn, haut de 2977<sup>m</sup> et sous lequel passent les parties centrales du tunnel, a deux sommets très voisins, à peu près de même hauteur, et dont l'un, inaccessible, masque les sommités plus éloignées.

La détermination directe du plan des axes n'étant pas possible, il a fallu recourir à un procédé indirect en reliant entre elles les extrémités du tunnel par une série de triangles. M. l'ingénieur suisse Otto Gelpke, chargé en

1869 de ce travail difficile, s'en est acquitté avec habileté et un grand dévouement. Son réseau, composé de onze triangles, a été relié d'une part, à la triangulation fédérale exécutée sous la direction des astronomes Plantamour et Hirsch et, d'autre part, avec une base longue de 1450<sup>m</sup>,44 mesurée préalablement dans la plaine d'Andermatt sous laquelle passe le tunnel.

M. Gelpke a répété un très grand nombre de fois toutes les lectures d'angles et a tenu compte des inclinaisons de chaque ligne du réseau pour faire servir ces mesures à la vérification des hauteurs de niveau <sup>1</sup>.

Les hauteurs ainsi mesurées se sont trouvées coïncider à 0<sup>m</sup>,098 près avec celles déterminées par deux nivellements de précision exécutés par des ingénieurs fédéraux, le premier par M. Benz en 1869 et le second par M. Spahn en 1872.

L'ingénieur en chef de la Compagnie, désireux de vérifier les résultats de la première triangulation, en a fait faire une seconde par M. C. Koppe au moyen d'une triangulation différente et avec d'autres instruments. Cet habile ingénieur ne put exécuter ce travail qu'en 1874; ses procédés et les résultats obtenus ont été publiés en mars 1877 dans le journal l'*Eisenbahn*, par M. l'ingénieur S. Pestalozzi.

Les résultats de cette seconde triangulation ont été presque identiques à ceux de la première, la différence de hauteur des entrées du tunnel obtenue par ces mesu-

<sup>1</sup> M. Gelpke a publié ses observations dans un mémoire inséré dans les *Comptes rendus de la Société des Sciences Naturelles de Berne*, 1870. Il publie en ce moment un travail plus général et plus complet sur la vérification des axes du tunnel dans une revue intitulée : *Journal des Géomètres allemands*.

res n'a différé que de 0<sup>m</sup>,08 avec celle qu'on avait trouvée par les nivellements de précision.

Pour les vérifications des lignes d'axe dans l'intérieur du Tunnel pendant la durée de la perforation, il existe deux observatoires, dont le toit mobile peut au besoin s'enlever; ils sont placés l'un à Göschenen, à 584<sup>m</sup> du portail nord, l'autre à Airolo, à 358<sup>m</sup> du portail sud. Dans l'intérieur de chacun, on a fixé sur le roc un pilier en granit pour recevoir de grands instruments de passage dont la lunette a 0<sup>m</sup>,06 d'ouverture et 0<sup>m</sup>,60 de distance focale. Ces lunettes sont placées sur le prolongement de l'axe de la partie du tunnel qu'elles doivent diriger. Elles ont servi successivement à déterminer les lignes d'axe, ou à vérifier des positions astronomiques.

M. Koppe, qui a eu la direction de ces deux observatoires, a fait établir contre la montagne, à une certaine hauteur et dans le plan vertical des axes, des repères au-dessus du centre des bouches du tunnel. Ces repères, visibles des observatoires, sont des plaques métalliques circulaires de couleur blanche, percées au centre d'une petite ouverture derrière laquelle on peut placer la flamme d'une lampe pour les observations de nuit.

A l'origine du percement, les observatoires suffisaient pour la rectification des axes; mais, au delà d'une certaine profondeur, il devenait impossible d'apercevoir les flammes des lampes à pétrole employées pour cette rectification<sup>1</sup>. Il devint indispensable de transporter à chaque vérification un instrument à réversion dans l'intérieur même des galeries.

<sup>1</sup> La flamme du magnésium a été essayée; mais la fumée produite par cette flamme et la rapide combustion du fil ont fait abandonner ce procédé.



Après divers essais, on a trouvé que le procédé le plus simple est de placer la lampe sur un pied de théodolite ; un télégraphe portatif met en communication immédiate les deux opérateurs : celui qui vise et celui qui manie la lampe. Quand la position de celle-ci est exacte, on reporte cette position contre le plafond au-dessus, au moyen d'un fil à plomb et d'un crampon en fer fixé à la voûte ; on trace à la lime sur ce crampon un trait de repère.

On progresse ainsi, en ayant soin de retourner la lunette à chaque opération pour rectifier sa position par un coup arrière sur les repères précédents.

La Compagnie s'était engagée à donner à l'Entreprise un point de prolongement *au moins tous les 200 mètres*. Ces opérations se sont répétées plusieurs fois par an et, chaque fois, il a fallu suspendre préalablement le travail quelques heures pour ventiler.

En dehors de ces opérations *à courte distance*, il était devenu nécessaire, une ou deux fois par an, de faire en grand une vérification.

Dans ce dernier cas, les travaux d'excavation devaient cesser en moyenne deux jours à l'avance de chaque côté, quelquefois trois ou même quatre jours.

M. Koppe vient de publier, dans l'*Eisenbahn* du 20 février, des détails sur les derniers perfectionnements employés et sur les nombreuses opérations successives qu'il a fallu faire pour ces rectifications générales, depuis que chaque partie du tunnel avait acquis une longueur de quelques kilomètres.

La méthode reconnue la plus exacte pour déterminer le plan d'axe, consiste à placer alternativement sur une espèce de plate-forme avec couloir horizontal, garni de vis de rappel, tantôt le théodolite et tantôt la lampe, en opé-

rant à l'aide des vis de rappel, des mouvements très doux et presque insensibles jusqu'à la complète coïncidence des centres, et vérifiant ou reportant ensuite ces centres avec le fil à plomb.

Malgré le temps consacré préalablement chaque fois à la purification de l'air du tunnel, il a fallu près de deux opérations par kilomètre du côté de Göschenen et près de trois par kilomètre du côté d'Airolo où l'humidité est beaucoup plus forte.

Du côté de Göschenen, la plus grande erreur de ces opérations partielles a donné  $0^m,02$  en dehors du plan de l'axe ; la moyenne a été d'environ  $0^m,005$ .

Du côté d'Airolo, la plus forte déviation a été de  $0^m,07$  et la déviation moyenne de  $0^m,025$  environ.

Les journaux ont annoncé que la rencontre des deux galeries s'est effectuée très heureusement le 29 février, un peu avant midi. La rencontre en hauteur et en direction dans un plan vertical a été remarquablement exacte et, s'il y a eu erreur, elle n'atteint pas un décimètre en hauteur et deux dans le sens horizontal. Ces petites variations ne sont pas encore exactement vérifiées, mais leur importance est absolument nulle quant à l'exécution finale.

Pour la longueur totale, il y a eu une différence en moins de  $7^m,50$  entre les longueurs anciennement déterminées trigonométriquement et la somme des mesures prises directement dans le tunnel au moyen de règles, ou de rubans d'acier.

On n'a pas encore pu préciser laquelle de ces deux déterminations s'approche le plus de la vérité. C'est une vérification dont on s'occupe actuellement, bien qu'au point de vue de l'achèvement du tunnel elle n'ait qu'un

intérêt tout à fait secondaire. C'est essentiellement une question intéressante au point de vue scientifique.

Au Mont Fréjus, la longueur calculée trigonométriquement a été trouvée plus courte que celle mesurée dans le tunnel après la jonction ; la différence a été de 13<sup>m</sup>,55.

L'erreur latérale n'a pas été officiellement constatée ou publiée ; on a seulement parlé après le percement d'une différence de 0<sup>m</sup>,35 à 0<sup>m</sup>,40.

## § 2. Rapidité d'exécution et économie relative du percement du St-Gothard.

Au tunnel du Mont Fréjus, long de 12,233<sup>m</sup>,55, les travaux de percement ont commencé en novembre 1857, et les deux galeries se sont rejointes le 25 décembre 1870, au bout de 13 ans et 1 mois.

Le percement du tunnel du St-Gothard n'a duré que 7 ans et 5 mois.

En tenant compte de l'excès de longueur de ce dernier, qui est de 2686<sup>m</sup>,45, on trouve pour les avancements totaux mensuels moyens :

Mont Fréjus . . . . . 71<sup>m</sup>,551.

Mont St-Gothard . . . . . 167<sup>m</sup>,640.

La vitesse d'avancement a donc été plus que double au St-Gothard.

De plus, on peut affirmer dès aujourd'hui que, malgré son excès de longueur et des circonstances bien plus défavorables, le coût total de ce dernier tunnel sera inférieur à celui du Mont-Cenis d'environ vingt-cinq à trente pour cent <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Le coût définitif du tunnel du Mont Fréjus a dépassé 75 mil-

Quelles ont été les causes les plus efficaces de cette grande accélération et de cette notable économie ?

Cette question a un intérêt de premier ordre en vue du percement futur d'autres tunnels à ciel fermé placés à la base de hautes chaînes de montagnes.

**Les origines principales de l'accélération et de l'économie des travaux au St-Gothard ont été essentiellement les suivantes :**

1° Le plan général d'exécution arrêté dès l'origine par l'entrepreneur ;

2° Les perfectionnements importants et nombreux adoptés pour les installations mécaniques et l'utilisation rationnelle des forces hydrauliques disponibles par de puissantes turbines ;

3° L'emploi de compresseurs d'air à grande vitesse et d'un très petit volume dans lesquels des améliorations importantes et l'injection dans le cylindre d'une certaine quantité d'eau pulvérulente au moment de la compression, permettent de condenser rapidement l'air à plusieurs atmosphères sans échauffement notable, tout en réalisant une économie considérable dans le prix d'achat et dans le coût des bâtiments pour loger ces compresseurs ;

lions et correspond à un minimum de 6140 francs par chaque mètre courant terminé. Le 31 décembre 1867, le Gouvernement italien jugea convenable de conclure avec les ingénieurs Grattoni et Sommeiller, devenus entrepreneurs à forfait, un traité de concession d'après lequel ils s'engagèrent à livrer le travail terminé avant la fin de l'année 1871 pour le prix de 4617 francs par chaque mètre courant avec des réserves pour certains obstacles imprévus. De plus l'État prêtait sans intérêt ni redevance, tous les travaux faits en vue de l'exploitation : Les nombreux bâtiments, les canaux, moteurs hydrauliques, compresseurs, ventilateurs aspirants, canalisations diverses, voies de circulation et de transport, wagons, appareils pour l'excavation, ateliers, machines, outils, etc., etc.



4° L'usage de divers systèmes nouveaux de perforatrices très perfectionnées et d'affûts de formes variées qui a permis de donner une grande extension à la perforation mécanique et de mieux utiliser la puissance de travail de l'air comprimé ;

5° L'adoption de la dynamite remplaçant la poudre comprimée dont on s'était servi au mont Fréjus ;

6° L'emploi de nouvelles locomotives mues par l'air comprimé à douze et quatorze atmosphères, servant aux transports dans toutes les parties du tunnel où l'excavation de la cunette était assez avancée pour qu'on put y placer une voie en fer large d'un mètre.

A côté des considérations énumérées ci-dessus, pour expliquer la rapidité d'excavation et les économies réalisées au Gothard, je dois ajouter et mettre en première ligne les qualités éminentes, l'intelligence, la longue expérience pratique, l'énergie remarquable et l'infatigable activité de l'homme de génie qui a entrepris à ses risques et périls, organisé et conduit à bien ce prodigieux ensemble de travaux, ainsi que le zèle dévoué, les connaissances spéciales, scientifiques ou pratiques des ingénieurs et des chefs d'exploitation et de travaux, auxquels M. L. Favre avait accordé sa confiance, et qui se sont associés d'intelligence et de cœur à son entreprise.

Aujourd'hui que le couronnement de cette œuvre est proche, on peut dire hautement qu'elle marquera une époque de progrès dans l'art des constructions et dans l'établissement des voies ferrées, époque dont le souvenir ne s'effacera pas, non plus que le nom de cet homme d'élite auquel doit se reporter la plus grande partie des progrès réalisés.

Le système général d'exploitation adopté par l'entre-

preneur était lié à l'attaque du tunnel *par le haut*; au mont Fréjus, la galerie d'avancement avait au contraire été pratiquée *par le bas*. Ce dernier système, préférable peut-être dans les terrains meubles, ne se prête pas aussi bien dans le rocher solide à un rapide avancement de l'excavation et du revêtement de la voûte. La plupart des ingénieurs se rangent aujourd'hui à cet avis et l'exemple du tunnel du Saint-Gothard est un des arguments les plus irréfutables en sa faveur.

Aussi le système belge, préféré par M. Favre, a-t-il été choisi par les autres entrepreneurs qui ont soumissionné très récemment les autres tunnels de la ligne où la perforation mécanique est établie<sup>1</sup>.

Au point de vue du volume d'air comprimé obtenu pour la perforation mécanique et l'aération, la puissance des moteurs hydrauliques et le nombre des groupes de compresseurs à grande vitesse installés près des deux bouches du tunnel, ont permis, toutes les fois que l'eau motrice ne faisait pas défaut, d'utiliser les perforatrices sur un grand nombre d'autres chantiers que le front de taille de l'avancement, abattages de droite et de gauche, creusement de la cunette sur deux étages, etc.

<sup>1</sup> Il est intéressant de rappeler ici que, vers la fin de 1874, M. l'ingénieur Rziha avait publié dans une revue allemande une note très virulente contre l'attaque du tunnel du Gothard par la partie haute et que M. Gerwig enchérit encore sur cette opinion dans un article malveillant et inexact inséré dans le numéro du 28 avril du *Monitore delle strade ferrate*, auquel je fus obligé de répondre dans le numéro suivant par lettre datée du 15 mai. Le même mois, M. l'ingénieur Kauffmann, ancien ingénieur en chef du tunnel du Hauenstein, aujourd'hui directeur technique chargé de la surveillance des tunnels de la ligne du St-Gothard, a publié à Zurich une brochure du plus haut intérêt pour réfuter les assertions de M. Rziha.

La ventilation a été aussi suffisante quand l'eau motrice pouvait faire agir tous les groupes de compresseurs, les deux grandes cloches d'aspiration qu'on avait contraint M. Favre d'installer à ses frais aux deux bouches du tunnel, sont restées sans emploi ; et d'ailleurs il eût été impossible de prolonger le tube aspirant, dont le diamètre dépassait un mètre, à plus de 2800<sup>m</sup> du côté nord, puisque là commençait l'écrasement des voûtes et les innombrables états dont j'ai parlé dans la première partie.

De même du côté sud, les nombreuses failles avec éboulements, plusieurs passages difficiles qu'il fallait étayer fortement, ne permettaient pas d'atteindre avec le tube aspirant les chantiers centraux, ni ceux d'avancement où l'aérage était le plus nécessaire.

Quant à adopter le système qui avait servi dans la partie nord du tunnel du Fréjus, c'est-à-dire d'employer l'aqueduc à la ventilation par aspiration, il est assez évident qu'avec une perte de 1 millième et des infiltrations de plus de 200 litres par seconde, ce canal d'air, eût-il eu plus d'un mètre carré, n'aurait pas même suffi à écouler ce volume.

En fait, le percement a été complètement effectué ainsi que l'aération par le seul emploi des compresseurs d'air de mon système et, sans le manque d'eau du côté du sud pendant les cinq derniers mois du percement, la température excessive et les fumées auraient beaucoup moins fatigué les ouvriers qui, presque tous, étaient occupés près des parties les plus profondes du tunnel où tout autre mode d'aération était impossible.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE

---

## CHIMIE.

### PRODUCTION ARTIFICIELLE DU DIAMANT

A la fin de l'année dernière, les journaux ont fait assez de bruit de la prétendue découverte faite par M. Mactear, de Glasgow, de la production artificielle du diamant. Une lettre de M. Maskelyne, chef du département minéralogique au British Museum, publiée dans le *Times* du 31 décembre, a montré que les échantillons qu'il avait entre les mains, et qui provenaient directement de M. Mactear, n'avaient ni la dureté ni les autres caractères du diamant et n'étaient que des fragments d'un silicate plus ou moins complexe, et en tous cas soluble dans l'acide fluorhydrique.

La même question vient de reparaitre ces jours-ci, et cette fois, paraît-il, avec des garanties plus sérieuses de réussite. La découverte en est due à M. S.-B. Hannay, qui s'occupait depuis quelque temps, avec M. J. Hogarth, de recherches sur la solubilité des solides dans la matière à cet état intermédiaire entre l'état gazeux et l'état liquide qu'affectent les gaz à une forte pression, lorsqu'ils ont dépassé ce point que M. Andrews nomme l'état critique.

Dans le cours de ses recherches, M. Hannay s'aperçut que certaines matières insolubles dans l'eau, comme l'alumine et l'oxyde de zinc, le deviennent au contraire lorsqu'on les chauffe dans de l'eau sous pression et ayant dépassé l'état critique. Cette observation lui donna l'idée d'essayer sur le charbon l'effet de plusieurs dissolvants amenés à cet état particulier de la matière. Ces essais ne réussirent pas. En revanche, M. Hannay observa que certains hydrocarbures chauffés en présence de métaux ou même de composés



azotés stables, dont il n'indique du reste pas la composition, et soumis en même temps à une énorme pression, perdent leur hydrogène et abandonnent leur charbon sous forme cristalline, c'est-à-dire de diamant.

La grande difficulté de ces expériences consiste à trouver des tubes résistant aux pressions énormes nécessaires pour obtenir la décomposition de l'hydrocarbure. Les différents caractères : dureté, densité, forme cristalline, combustion dans l'oxygène, correspondent parfaitement à ceux du diamant, comme l'a constaté M. Maskelyne. Ce sont du reste de très petits fragments semblant provenir de la rupture d'échantillons plus gros. L'échantillon brûlé dans l'oxygène pesait 44 milligrammes.

Dans ces expériences, des tubes de fer de 4 pouces de diamètre avec un vide intérieur de  $\frac{1}{2}$  pouce seulement sont brisés neuf fois sur dix.

A. R.

V. MEYER. — DE LA DENSITÉ DES VAPEURS DES MÉTAUX ALCALINS.  
(*Berichte* de Berlin, XII, 391. Zurich.)

Le résultat de ces recherches est négatif, parce que la porcelaine est attaquée par la vapeur des métaux alcalins; si l'on emploie un vase en métal argenté ou en platine, il se forme un alliage d'argent, ou de platine. Meyer va essayer de se servir de vases en graphite et espère arriver à un résultat.

V. MEYER. — DENSITÉ DES VAPEURS DE L'IODE A DE HAUTES  
TEMPÉRATURES. (*Berichte*, XIII, 394. Zurich.)

Jusqu'à la température de  $600^{\circ}$ , la densité des vapeurs de l'iode correspond exactement à la formule  $J_2$ ; à  $800^{\circ}$  déjà la densité est moindre, et de  $1027^{\circ}$  à  $1567^{\circ}$  elle est de nouveau constante et égale à  $\frac{2}{3} J_2$ . Il est à remarquer que pour le chlore on n'obtient une densité égale à  $\frac{2}{3} Cl_2$  qu'à  $1200^{\circ}$ , tandis que pour l'iode cette densité s'obtient déjà aux environs de  $1000^{\circ}$ .

La densité des vapeurs de l'iode a été prise en présence d'azote non seulement dans des vases en porcelaine, mais aussi dans un appareil de platine avec le même résultat.

## BOTANIQUE.

C.-W. SIEMENS. — INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE SUR LA VÉGÉTATION. (*Nature*, XXI, 1880, p. 456.)

Le 4 mars dernier, M. Siemens a rendu compte à la Société royale de Londres d'expériences sur l'influence de la lumière électrique sur la végétation. Si elles n'ont pas fait connaître de fait physiologique absolument nouveau, ces expériences n'en sont pas moins intéressantes par l'échelle sur laquelle elles ont été entreprises et par la netteté des résultats qu'elles ont fourni. Elles ont été faites au moyen d'une machine dynamo-électrique de Siemens mise en mouvement par un moteur à gaz de la force de trois chevaux, et d'une lampe électrique dont le pouvoir éclairant a été estimé égal à celui de 1,400 bougies. Ce puissant appareil a permis d'opérer à la fois sur une serre tout entière (serre basse à melons), tantôt en plaçant la source lumineuse en dehors et au-dessus (position du soleil), tantôt en la plaçant dans la serre elle-même. Des essais comparatifs ont été faits sur des plantes placées dans des conditions normales d'éclairage, sur d'autres éclairées chaque jour pendant quelques heures par la lumière électrique, sur d'autres enfin éclairées continuellement, le jour par le soleil et la nuit par la lampe électrique.

Les résultats ont montré que la lumière électrique de cette intensité suffit parfaitement pour provoquer la croissance des végétaux et que, placée à deux mètres des plantes, elle produit sensiblement le même effet que la lumière solaire.

Il a été prouvé de plus que les plantes ne semblent point avoir besoin d'une période de repos régulière pendant les vingt-quatre heures; mais qu'au contraire l'éclairage continu provoque une croissance plus rapide et plus intense. Il est intéressant de rapprocher ce dernier fait de ce qui se passe dans les hautes latitudes où, grâce à l'éclairage presque continu, les plantes arrivent à traverser toutes les phases de leur développement en un temps beaucoup plus court. (Observations de M. Schübel, de Christiana, dans la *Nature* du 29 janvier 1880.)

M. M.

Éditions imprimées de la Commission d'observation

MÉTÉOROLOGIE

MÉTÉOROLOGIE

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

75.037 ..... midi à 4 h. 7  
 75.037 ..... matin à 10 h. 9  
 75.037 ..... soir à 8 h. 11  
 75.037 ..... midi à 4 h. 12  
 75.037 ..... matin à 8 h. 13

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MARS 1880.

Le 1<sup>er</sup>, gelée blanche le matin.

3, faible gelée blanche le matin, minimum + 0°, 1.

6, rosée le matin.

7, rosée ; léger brouillard à 8 h. matin.

8, rosée le matin.

9, brouillard le matin jusqu'à midi.

10, brouillard le matin jusqu'à 10 h.

12, rosée le matin.

18, assez forte bise tout le jour.

20, gelée blanche le matin.

22, 23, 24, 25, 26, gelée blanche le matin.

29, faible gelée blanche le matin, minimum + 2°, 2.

31, faible gelée blanche le matin, minimum + 2°, 0.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 5 à 8 h. matin . . . . .	734,50	Le 1 <sup>er</sup> à 4 h. après midi . . . . .	721,05
9 à 10 h. matin . . . . .	736,82	7 à 4 h. après midi . . . . .	730,27
19 à 10 h. matin . . . . .	733,09	17 à 8 h. soir . . . . .	724,96
24 à 8 h. matin . . . . .	732,58	21 à 4 h. après midi . . . . .	724,81
		31 à 10 h. soir . . . . .	718,95



Jours du mois.	Baromètre.			Température C.			Tension de la vap.			Fract. de saturation en millimètres				Pluie ou neige		Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	millim.	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	0	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	millim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.			Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.	
1	722,09	- 3,74		6,10	+ 3,12	0	+ 12,9	4,74	+ 0,27	millim.	685	- 103	450	960	...	S.	0,00	+ 4,7	0	88,5
2	725,83	+ 0,07		7,48	+ 4,39	4,1	+ 12,2	3,64	- 0,84		514	- 272	270	740	...	SSO.	0,13	4,9	- 0,6	89,0
3	726,59	+ 0,89		8,41	+ 5,21	0,1	+ 16,0	3,61	- 0,88		485	- 298	180	770	...	SSO.	0,46	5,1	- 0,4	88,2
4	729,70	+ 4,06		9,72	+ 6,40	7,3	+ 13,0	7,37	+ 2,86		821	+ 40	690	940	4,0	SSO.	0,98	5,2	- 0,3	88,2
5	733,70	+ 8,12		10,10	+ 6,67	4,6	+ 17,5	7,14	+ 2,62		773	- 6	570	970	...	variable	0,57	5,3	- 0,3	88,0
6	732,57	+ 7,04		8,26	+ 4,71	2,7	+ 15,0	6,58	+ 2,05		803	+ 27	550	950	...	N.	0,01	5,5	- 0,1	87,3
7	731,17	+ 5,70		8,37	+ 4,71	1,6	+ 17,5	6,65	+ 2,10		803	+ 29	430	990	...	variable	0,06	...	...	91,0
8	732,52	+ 7,11		8,37	+ 4,59	2,9	+ 14,1	6,81	+ 2,25		821	+ 50	610	950	...	variable	0,07	6,3	+ 0,6	89,3
9	735,74	+ 10,38		8,43	+ 4,53	6,1	+ 13,4	7,07	+ 2,49		881	+ 112	640	980	...	NNE.	0,46	6,3	+ 0,5	90,7
10	734,84	+ 9,54		6,55	+ 2,53	1,3	+ 12,2	6,56	+ 1,97		890	+ 124	700	1000	...	variable	0,29	6,5	+ 0,7	92,3
11	734,33	+ 9,08		9,29	+ 5,15	2,1	+ 16,9	6,15	+ 1,54		711	- 33	460	980	...	variable	0,00	7,3	+ 1,4	91,8
12	733,61	+ 8,41		9,49	+ 5,23	2,6	+ 16,2	6,28	+ 1,65		708	- 53	500	930	...	N.	0,00	7,4	+ 1,5	93,5
13	733,90	+ 8,75		5,78	+ 1,40	4,2	+ 9,7	5,60	+ 0,96		823	+ 64	670	860	...	NNE.	0,62	7,5	+ 1,5	93,4
14	731,69	+ 6,59		6,17	+ 1,66	1,7	+ 11,4	6,05	+ 1,39		845	+ 89	630	940	...	N.	0,37	...	...	96,0
15	729,91	+ 4,86		6,64	+ 2,01	3,0	+ 10,5	6,41	+ 1,73		868	+ 114	710	950	...	variable	0,49	7,4	+ 1,3	92,5
16	727,73	+ 2,72		8,97	+ 4,22	3,0	+ 16,8	6,58	+ 1,88		768	+ 17	540	950	...	variable	0,72	7,5	+ 1,3	91,9
17	725,10	+ 0,54		8,41	+ 3,53	6,5	+ 14,1	6,66	+ 1,94		823	+ 74	600	890	0,4	N.	0,66	8,2	+ 2,0	92,8
18	728,16	+ 3,24		6,02	+ 1,02	3,6	+ 10,8	4,73	- 0,01		700	- 47	420	950	...	NNE.	0,31	7,5	+ 1,2	91,8
19	732,07	+ 7,19		4,71	+ 0,42	1,4	+ 9,9	4,13	- 0,64		662	- 82	460	940	...	NNE.	0,00	7,4	+ 1,1	91,4
20	728,51	+ 3,67		5,35	+ 0,09	1,7	+ 12,2	3,98	- 0,81		608	- 134	360	920	...	NNE.	0,01	7,5	+ 1,1	91,0
21	725,43	+ 0,62		3,58	+ 1,80	1,2	+ 7,7	4,14	- 0,68		693	- 47	580	730	...	NNE.	0,03	...	...	92,0
22	726,35	+ 1,58		2,85	+ 2,66	2,1	+ 7,0	3,77	- 1,07		676	- 62	540	820	...	N.	0,17	7,3	+ 0,8	92,2
23	729,43	+ 4,69		4,08	+ 1,56	0,6	+ 10,0	3,67	- 1,20		620	- 115	370	780	...	N.	0,07	7,1	+ 0,5	91,8
24	731,69	+ 6,98		5,31	+ 0,46	2,0	+ 12,9	3,76	- 1,14		591	- 142	290	890	...	variable	0,00	7,1	+ 0,4	91,8
25	729,99	+ 5,31		6,59	+ 0,69	1,3	+ 13,8	3,53	- 1,40		518	- 213	220	840	...	variable	0,00	7,2	+ 0,5	91,4
26	727,00	+ 2,35		7,53	+ 1,50	0,2	+ 12,9	4,36	- 0,60		373	- 156	340	810	...	N.	0,62	7,2	+ 0,4	90,5
27	726,01	+ 1,38		10,14	+ 3,97	6,5	+ 14,6	4,63	+ 1,44		676	- 51	490	770	0,7	S.	0,94	7,8	+ 0,9	91,1
28	727,21	+ 2,61		9,24	+ 2,94	5,3	+ 13,2	6,64	+ 1,61		765	+ 40	590	930	...	NNE.	0,67	...	...	90,0
29	724,29	+ 0,29		9,09	+ 2,66	2,2	+ 14,5	5,24	+ 0,18		627	- 96	300	930	...	NNE.	0,47	8,2	+ 1,2	90,9
30	721,70	+ 2,86		8,97	+ 2,41	2,0	+ 15,0	4,50	- 0,59		553	- 168	330	800	...	N.	0,29	8,8	+ 1,7	89,7
31	721,26	- 3,29		7,80	+ 1,10	2,0	+ 13,6	4,89	- 0,24		633	- 86	360	850	...	N.	0,24	9,2	+ 2,0	90,4

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1880.

	b. h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
<b>Baromètre.</b>									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	730,59	731,26	731,26	730,87	730,04	729,74	730,14	730,75	731,22
2 <sup>e</sup> »	731,23	731,60	731,53	730,94	730,02	729,50	729,57	729,81	730,42
3 <sup>e</sup> »	727,20	727,46	727,30	726,71	725,88	725,37	725,43	725,82	726,16
Mois	729,59	730,02	729,94	729,42	728,56	728,11	728,29	728,70	729,07

**Température.**

1 <sup>re</sup> décade	+ 3,85	+ 4,94	+ 8,77	+ 12,70	+ 13,93	+ 12,75	+ 11,44	+ 8,98	+ 7,73
2 <sup>e</sup> »	+ 3,18	+ 4,80	+ 7,45	+ 9,52	+ 10,52	+ 11,68	+ 10,27	+ 8,86	+ 7,08
3 <sup>e</sup> »	+ 1,37	+ 4,99	+ 7,54	+ 9,88	+ 11,19	+ 11,69	+ 10,84	+ 8,55	+ 6,60
Mois	+ 2,83	+ 4,92	+ 7,91	+ 10,67	+ 11,67	+ 12,03	+ 10,85	+ 8,79	+ 7,12

**Tension de la vapeur.**

1 <sup>re</sup> décade	5,41	5,74	6,18	6,40	6,17	5,98	6,17	6,30	6,49
2 <sup>e</sup> »	5,23	5,41	5,77	5,79	5,80	5,71	5,87	6,05	5,65
3 <sup>e</sup> »	4,37	4,80	5,02	4,66	4,47	4,24	4,73	4,78	4,74
Mois	4,99	5,29	5,64	5,58	5,45	5,28	5,56	5,68	5,50

**Fraction de saturation en millièmes.**

1 <sup>re</sup> décade	892	875	729	588	557	546	612	744	786
2 <sup>e</sup> »	898	825	742	650	603	560	632	713	744
3 <sup>e</sup> »	830	724	635	509	454	417	489	572	638
Mois	872	805	700	580	535	505	575	673	720

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Linnéaire.
1 <sup>re</sup> décade	+ 2,90	+ 14,38	0,30	+ 5,53	4,0	89,25
2 <sup>e</sup> »	+ 2,61	+ 12,85	0,32	+ 7,52	0,4	92,61
3 <sup>e</sup> »	+ 0,96	+ 12,29	0,32	+ 7,77	0,7	91,07

Mois + 2,12 + 13,15 0,31 + 6,94 5,1 90,98

Dans ce mois, l'air a été calme 1,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,78 à 1,00.

La direction de la résultante des vents observés est N. 68,9-O. et son intensité est égale à 27,5 sur 100.

**FABLEAU**  
DES  
**OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES**

**FAITES AU GRAND SAINT-BERNAUD**

pendant  
**LE MOIS DE MARS 1880.**

- Le 4, neige et brouillard jusqu'au soir.  
 5, forte bise tout le jour; brouillard le matin de bonne heure.  
 6, forte bise le matin; vent du SO. l'après-midi.  
 9, brouillard dans la matinée.  
 13, forte bise depuis midi.  
 15, brouillard de 10 h. à 4 h.; quelques flocons de neige.  
 17, brouillard depuis midi par une forte bise.  
 18, brouillard le matin jusqu'à 10 h.  
 19 et 20, forte bise tout le jour.  
 23, brouillard presque tout le jour; fort vent du SO. le soir.  
 27, neige et brouillard le soir.  
 28, neige et brouillard presque tout le jour.  
 29, neige le soir et dans la nuit suivante.  
 30, neige le soir, et brouillard par une forte bise.  
 31, brouillard dans la matinée.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

	MAXIMUM	MINIMUM.
	mm	mm
Le 6 à 10 h. soir	571,54	559,81
9 à 2 h. après midi	573,41	569,56
19 à 8 h. soir	566,76	561,91
24 à 6 h. soir	566,92	559,72
31 à 6 h. matin	558,54	558,54



Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum.	Maximum.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
1	559,60	- 0,09	559,21	560,11	- 4,25	+ 3,98	- 6,0	- 1,2	.....	.....	.....	SO.	0,02
2	561,30	+ 1,62	560,35	562,67	- 5,66	+ 2,51	- 7,4	- 2,1	.....	.....	.....	NE.	0,16
3	563,67	+ 3,99	563,22	564,64	- 2,73	+ 5,38	- 6,5	+ 1,2	.....	.....	.....	NE.	0,29
4	566,55	+ 6,88	565,00	568,41	- 1,38	+ 6,67	- 3,5	+ 1,8	130	10,2	.....	NE.	0,98
5	569,94	+ 10,27	568,66	570,57	- 0,48	+ 7,51	- 2,4	+ 2,0	.....	.....	.....	NE.	0,36
6	571,09	+ 11,43	570,72	571,54	- 4,95	+ 12,87	- 0,0	+ 8,6	.....	.....	.....	SO.	0,06
7	570,51	+ 10,85	570,21	570,80	- 3,84	+ 11,69	+ 1,0	+ 6,9	.....	.....	.....	variable	0,00
8	573,10	+ 10,78	569,56	572,08	- 2,77	+ 10,55	- 0,6	+ 5,6	.....	.....	.....	SO.	0,00
9	573,40	+ 13,43	572,64	573,41	- 0,84	+ 6,87	- 2,1	+ 1,8	.....	.....	.....	SO.	0,24
10	572,19	+ 12,52	571,81	572,63	- 1,87	+ 9,51	- 1,8	+ 5,2	.....	.....	.....	NE.	0,00
11	571,82	+ 12,14	571,54	571,37	- 1,24	+ 8,80	- 1,5	+ 4,0	.....	.....	.....	NE.	0,00
12	570,75	+ 11,06	570,43	571,37	- 1,28	+ 8,76	- 1,2	+ 3,9	.....	.....	.....	NE.	0,03
13	569,23	+ 9,53	568,87	569,66	- 0,14	+ 7,26	- 2,2	+ 2,3	.....	.....	.....	NE.	0,18
14	567,35	+ 7,64	566,09	568,49	- 1,91	+ 5,41	- 3,7	+ 1,0	.....	.....	.....	NE.	0,06
15	565,96	+ 6,23	565,78	566,22	- 2,88	+ 4,35	- 3,8	+ 1,0	.....	.....	.....	NE.	0,64
16	565,00	+ 5,25	564,67	565,43	- 1,66	+ 5,48	- 3,8	+ 0,6	.....	.....	.....	NE.	0,63
17	562,50	+ 2,73	561,91	563,34	- 3,06	+ 3,99	- 5,5	+ 0,2	.....	.....	.....	NE.	0,77
18	564,35	+ 4,56	563,32	565,49	- 3,51	+ 3,45	- 6,0	+ 0,4	.....	.....	.....	NE.	0,33
19	566,52	+ 6,70	566,22	566,76	- 3,51	+ 3,36	- 6,6	+ 0,2	.....	.....	.....	NE.	0,00
20	564,43	+ 4,58	563,60	565,43	- 4,14	+ 2,63	- 6,5	- 0,8	.....	.....	.....	NE.	0,00
21	560,83	+ 0,95	560,72	561,11	- 5,04	+ 1,63	- 7,0	+ 1,0	.....	.....	.....	NE.	0,18
22	560,20	+ 0,29	559,72	560,81	- 7,63	+ 1,06	- 9,0	+ 4,4	.....	.....	.....	NE.	0,33
23	564,16	+ 4,22	562,05	565,90	- 11,00	+ 4,53	- 12,4	+ 8,0	.....	.....	.....	SO.	0,88
24	566,55	+ 6,57	566,03	566,92	- 8,16	+ 1,79	- 12,5	+ 3,5	.....	.....	.....	SO.	0,04
25	565,72	+ 5,70	565,32	566,74	- 4,21	+ 2,05	- 8,6	+ 0,3	.....	.....	.....	SO.	0,00
26	563,57	+ 3,51	563,24	564,08	- 4,10	+ 2,06	- 7,3	+ 0,4	.....	.....	.....	SO.	0,57
27	562,89	+ 2,79	562,54	563,38	- 3,20	+ 2,85	- 6,2	+ 0,0	40	3,1	.....	SO.	0,88
28	563,97	+ 3,82	563,76	564,38	- 3,60	+ 2,34	- 5,3	+ 0,3	60	4,8	.....	NE.	0,87
29	561,73	+ 1,53	560,58	563,10	- 2,88	+ 2,95	- 8,8	+ 2,6	60	5,2	.....	NE.	0,70
30	559,24	+ 1,01	558,96	559,57	- 4,66	+ 1,06	- 8,2	+ 1,5	240	20,4	.....	NE.	0,52
31	558,75	+ 1,55	558,54	558,92	- 4,12	+ 1,48	- 7,8	+ 0,5	.....	.....	.....	NE.	0,42



## MOYENNES DU MOIS DE MARS 1880.

6 h. m.    8 h. m.    10 h. m.    Midi.    2 h. s.    4 h. s.    6 h. s.    8 h. s.    10 h. s.

**Baromètre.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	567,37	567,51	567,74	567,84	567,80	567,73	568,00	568,23	568,52
2 <sup>e</sup> »	567,07	567,07	567,02	566,87	566,67	566,59	566,63	566,71	566,65
3 <sup>e</sup> »	562,54	562,56	562,58	562,57	562,51	562,40	562,41	562,51	562,68
Mois	565,56	565,61	565,68	565,66	565,56	565,47	565,57	565,71	565,84

**Température.**

1 <sup>re</sup> décade	— 1,87	— 0,05	+ 0,90	+ 1,72	+ 2,16	+ 1,74	+ 0,55	— 0,46	— 0,68
2 <sup>e</sup> »	— 3,47	— 1,75	— 0,19	+ 0,64	+ 0,57	— 0,25	— 1,38	— 2,23	— 2,64
3 <sup>e</sup> »	— 7,69	— 3,71	— 4,23	— 2,72	— 2,51	— 2,97	— 4,58	— 5,58	— 6,18
Mois	— 4,45	— 2,61	— 1,27	— 0,20	— 0,01	— 0,57	— 1,89	— 2,85	— 3,26

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
1 <sup>re</sup> décade	— 2,93	+ 2,98	0,21	mm 10,2	mm 130
2 <sup>e</sup> »	— 4,08	+ 1,00	0,26	—	—
3 <sup>e</sup> »	— 8,16	— 1,46	0,49	33,5	400
Mois	— 5,16	+ 0,76	0,33	43,7	530

Dans ce mois, l'air a été calme 0,72 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,91 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 60,21 sur 100.

MOYENNES DE MOIS DE MARS 1880

Mois	1 <sup>er</sup> décembre	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	9 <sup>e</sup>	10 <sup>e</sup>	11 <sup>e</sup>	12 <sup>e</sup>
Température	4.12	3.71	3.71	4.23	3.73	3.31	3.07	4.28	2.58	4.12	3.87	3.50
Pluie	1.87	3.47	1.75	0.19	0.04	0.27	0.33	1.38	3.23	0.46	0.16	0.08
Mois	303.30	303.61	303.08	303.08	303.00	303.84	303.80	303.73	303.00	303.93	303.33	303.03
Mois	303.84	303.21	303.03	303.71	303.03	303.41	303.70	303.41	303.21	303.03	303.71	303.84
Mois	303.30	303.61	303.08	303.08	303.00	303.84	303.80	303.73	303.00	303.93	303.33	303.03
Mois	303.84	303.21	303.03	303.71	303.03	303.41	303.70	303.41	303.21	303.03	303.71	303.84
Mois	303.30	303.61	303.08	303.08	303.00	303.84	303.80	303.73	303.00	303.93	303.33	303.03
Mois	303.84	303.21	303.03	303.71	303.03	303.41	303.70	303.41	303.21	303.03	303.71	303.84

Dans ce mois, l'eau a été calme 0.72 fois sur 100.  
 Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2.91 à 1.00.  
 La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 43° E. et son in-

SUR  
LES TERRES DE LA SAMARSKITE

PAR

**M. C. MARIGNAC**

---

En terminant l'exposition de mes recherches sur les terres de la gadolinite<sup>1</sup>, j'annonçais mon intention de soumettre à un traitement analogue les terres de la samarskite de l'Amérique du Nord. Je viens exposer ici les résultats de la première partie de ce travail.

Je ne reviendrai pas sur les opérations préliminaires, quelque longues qu'elles aient été, qui consistaient à partager ces terres, en se fondant sur la décomposition partielle de leurs azotates par la chaleur, en une série de produits commençant par les plus riches en yttria, dont l'azotate est le plus stable, et finissant par les plus riches en erbine ou autres terres (ytterbine, etc.) dont les azotates se décomposent les premiers. Je n'aurais en effet qu'à répéter les détails que j'ai donnés dans le mémoire cité plus haut.

Je dois dire cependant que j'ai regretté d'avoir consacré autant de temps à cette première séparation, qui ne m'a pas paru amener un résultat très utile. Dans la gado-

<sup>1</sup> V. *Archives*, LXI, 283 (1878).

linite l'yttria et l'erbine dominant de beaucoup, or ce sont les deux terres qui se séparent le mieux l'une de l'autre par ce traitement, en sorte que l'on n'obtient qu'une proportion relativement faible de produits intermédiaires. Dans la samarskite au contraire l'erbine est en faible quantité, tandis qu'il s'y trouve une proportion considérable d'autres terres qui se séparent fort peu les unes des autres par ce procédé.

Aussi après avoir employé beaucoup de temps à partager les terres brutes de la samarskite en quatorze lots successifs, j'ai dû plus tard en réunir plusieurs par groupes pour un traitement ultérieur, parce qu'ils ne présentaient presque pas de différence.

Mais je me bornerai aujourd'hui à exposer les résultats de mes recherches sur la portion des terres dont les azotates résistent le plus à la décomposition, et dans laquelle, avec une grande partie de l'yttria, s'est concentré tout le didyme. On peut être certain que cette portion ne renferme ni erbine, ni les autres bases à azotates peu stables (ytterbine, scandine, etc.).

Pour arriver à séparer autant que possible les uns des autres les divers oxydes de ce groupe, j'ai eu recours à la différence de leur solubilité dans une dissolution saturée de sulfate de potasse. Mais cette séparation, toujours fort incomplète, ne réussit qu'à la suite d'opérations excessivement longues et nombreuses.

On n'obtient aucun résultat utile si l'on se borne à précipiter les terres au moyen de la dissolution de sulfate de potasse, et à épuiser le sulfate double qui s'est précipité par des additions successives du dissolvant. Il faut chaque fois redissoudre les terres et faire une nouvelle précipitation par le sulfate de potasse. Au début, lorsqu'il ne s'agit



que d'obtenir une première série de produits de moins en moins solubles, on peut sans inconvénient dissoudre les terres dans l'acide chlorhydrique ou l'acide azotique et ajouter à leur solution concentrée celle du sulfate de potasse. Mais pour une longue série d'opérations, dans laquelle on a constamment à retenir les produits intermédiaires, il faut pouvoir les classer de manière à réunir ceux qui offrent à peu près la même composition. On a pour cela deux caractères: la détermination de l'équivalent, et celle de la solubilité dans la solution de sulfate de potasse. La réunion de ces deux caractères est nécessaire, car on peut avoir avec le même équivalent des mélanges de terres très différents par leur nature comme le fait reconnaître la différence de leur solubilité.

Or, lorsqu'on veut estimer la solubilité de chaque produit dans la solution de sulfate de potasse, on obtient des résultats assez discordants si l'expérience n'est pas faite toujours dans des conditions identiques, et je n'en ai obtenu de satisfaisants qu'en prenant toujours les terres à l'état de sulfates neutres. Cette condition amène quelque difficulté à cause de la faible solubilité de ces sulfates. Le mieux est, après les avoir desséchés et réduits en poudre, de les broyer dans un mortier avec un mélange à parties égales d'eau et d'une solution saturée de sulfate de potasse. Ce mélange dissout ces sels beaucoup mieux que l'eau seule. La dissolution opérée on ajoute, si cela est nécessaire, une nouvelle quantité de solution de sulfate de potasse, de manière à avoir le volume de dissolution que l'on a jugé le plus convenable pour produire une précipitation partielle, puis du sulfate de potasse en poudre très fine et en proportion un peu plus que suffisante pour saturer complètement la liqueur. Ce poids est calculé à raison

de 12 à 15 pour 100 d'eau employée à la solution, plus un poids à peu près égal à celui du sulfate terreux soumis à ce traitement. La dissolution est facilitée en portant préalablement la liqueur à 30 ou 35° c., mais il convient de ne pas dépasser cette température. La précipitation du sulfate double n'a lieu qu'au bout d'un temps assez long pour qu'on puisse facilement s'assurer qu'il reste une petite quantité de sulfate de potasse en poudre qui ne diminue plus par une agitation soutenue. Après quelques heures la précipitation est complète et la liqueur éclaircie. Si le précipité est peu abondant, il s'est formé lentement et adhère aux parois du vase, en sorte qu'on peut décanter tout le liquide. Plus abondant, il se forme plus rapidement, n'est pas cohérent et doit être séparé par filtration. On le lave avec une petite quantité de solution saturée de sulfate de potasse.

On mesure le volume de la solution, puis on en précipite la terre par l'addition de potasse caustique jusqu'à réaction faiblement alcaline, à l'ébullition. Le précipité est lavé jusqu'à ce que l'eau de lavage ne se trouble plus par le chlorure de baryum, converti en oxalate par l'ébullition avec l'acide oxalique, lavé de nouveau, séché et calciné. Le poids de la terre ainsi obtenue, comparé au volume de la solution, fait connaître la solubilité de ce produit dans le sulfate de potasse. D'autre part on le convertit en sulfate dont le poids fait connaître son équivalent. On a ainsi les deux éléments qui caractérisent ce produit, et permettront de le classer avec d'autres provenant d'opérations analogues.

Quant au sulfate double qui a été précipité par cette première opération, s'il est formé essentiellement de terres très peu solubles dans le sulfate de potasse; on peut le

redissoudre dans l'eau pure, puis en précipiter une nouvelle portion par l'addition d'une quantité suffisante de sulfate de potasse en poudre fine. Mais s'il renferme encore beaucoup de terres très solubles, la quantité d'eau qui serait nécessaire pour le redissoudre serait trop considérable pour que la saturation de la solution par le sulfate de potasse y déterminât un précipité suffisant. Il faut dans ce cas le décomposer par l'ébullition avec la potasse caustique, laver le précipité, le convertir en oxalate pour reproduire la terre par calcination et la transformer de nouveau en sulfate sur lequel on recommence la même série d'opérations.

La condition de n'opérer jamais ce traitement que sur les terres à l'état de sulfate le rend certainement beaucoup plus long. Mais, outre l'avantage de donner des résultats plus réguliers, il a celui de n'introduire dans les liqueurs aucun acide étranger. Il en résulte qu'après chaque opération, après avoir décomposé soit la solution des sulfates doubles restés en dissolution, soit les sulfates doubles insolubles, par l'ébullition avec la potasse, la liqueur filtrée ne renferme que du sulfate de potasse avec des traces de potasse en excès. Il suffit donc d'aciduler ces liqueurs par quelques gouttes d'acide sulfurique et de les évaporer pour retrouver tout le sulfate de potasse, qui pourra servir pour les opérations suivantes. Il n'y a de consommé que la quantité de potasse équivalente aux terres soumises à ce traitement. On évite ainsi la consommation d'une énorme quantité de sulfate de potasse, dont on peut se faire une idée si j'ajoute que j'ai toujours poussé l'extraction des terres solubles dans le sulfate de potasse jusqu'à ce que la solution saturée de ce sel n'en retint plus qu'un dix-millième, et dans bien des cas même jusqu'à un qua-

rante-millième. L'avantage qui en résulte est surtout relatif à l'introduction d'impuretés qui pourraient provenir d'une masse si considérable du réactif employé.

Je dois ajouter encore une observation générale qui aurait quelque intérêt pour celui qui voudrait répéter ce procédé de séparation des terres de ce groupe et comparer ses résultats aux miens.

Ce n'est point par les premières séries des opérations que je viens de décrire qu'on peut avoir une idée exacte de la solubilité dans le sulfate de potasse des produits que l'on sépare ainsi successivement les uns des autres. En effet, la quantité de terre qui demeure en dissolution ne dépend qu'en partie de la solubilité propre de chacune d'elles, mais beaucoup plus de la nature et de la quantité des autres terres moins solubles qui demeurent dans le précipité de sulfate double insoluble et y entraînent une proportion considérable de terres plus solubles.

Comme preuve de ce fait je rapporterai les résultats de deux séries d'opérations, en mettant en regard les équivalents respectifs et les solubilités des produits successivement séparés les uns des autres. La première correspond, non au début de mon travail, car ce n'est que plus tard que j'ai reconnu l'utilité de déterminer ainsi ces deux éléments pour servir au classement des divers produits, mais à une époque où la séparation n'était encore que peu avancée. La seconde est prise au contraire vers la fin, lorsque je ne traitais plus que des terres déjà en grande partie séparées les unes des autres. Toutes deux portent d'ailleurs sur des mélanges de terres ayant un équivalent moyen d'environ 419.



1 <sup>re</sup> série. Solubilité <sup>1</sup>	1 : 222	Equivalent	117,3
»	1 : 492	»	118,7
»	1 : 600	»	119,7
»	1 : 920	»	120
»	1 : 1050	»	119,4
»	1 : 1540	»	118,2
»	1 : 2780	»	117,8
2 <sup>e</sup> série. Solubilité	1 : 218	Equivalent	118,8
»	1 : 230	»	119,3
»	1 : 250	»	120
»	1 : 630	»	119,6
»	1 : 1500	»	117,7

Il est clair que le produit qui atteint l'équivalent maximum, environ 120, doit être toujours formé essentiellement de la même terre, ou plutôt du même mélange de terres; or on voit que sa solubilité s'élève progressivement de  $\frac{1}{920}$  à  $\frac{1}{250}$ .

Elle est même en réalité bien plus grande encore, car à la fin, lorsque les précipitations par le sulfate de potasse ne séparent plus que des produits dont l'équivalent varie entre 120 et 120,5, ils se dissolvent dans 100 à 150 volumes de solution.

Ces faits prouvent d'ailleurs qu'il ne serait possible d'évaluer exactement la solubilité de chaque terre dans le sulfate de potasse, que si l'on parvenait à les obtenir dans un état parfait de pureté, ce qui n'est certainement pas encore le cas pour la plupart d'entre elles.

<sup>1</sup> Je désigne ici par abréviation, sous ce terme de solubilité, le nombre de centimètres cubes de la solution saturée de sulfate de potasse qui tient en dissolution un gramme de terre.

En appliquant cette méthode de séparation au mélange de terres qui a fait l'objet de ce travail, on constate, à mesure que l'on passe des terres les plus solubles aux moins solubles, les modifications suivantes :

Leur équivalent, voisin d'abord de celui de l'yttria (76), augmente d'abord graduellement pour atteindre un maximum d'environ 120, en même temps la coloration des terres, d'abord d'un jaune pâle, devient de plus en plus orangée et foncée. Toutefois le maximum d'intensité de la couleur correspond à des produits dont l'équivalent est compris entre 113 et 118. A partir de ce maximum l'équivalent diminue lentement, mais régulièrement jusqu'à 116 ou 115, en même temps que la coloration. Si l'on pousse cependant l'épuisement jusqu'à ce que la solution de sulfate de potasse ne retienne plus que  $\frac{1}{40,000}$  de terre, les dernières portions dissoutes reprennent une teinte un peu plus décidée et plus sombre, en même temps leur dissolution offre une coloration rosée indiquant la présence d'une proportion notable de didyme.

Par suite de ces observations générales, j'ai partagé la terre brute soumise à ce traitement en quatre parties :

1° Terres solubles dans moins de 100 volumes de solution de sulfate de potasse, et dont l'équivalent s'élève progressivement jusqu'à 119.

2° Terres solubles dans 100 à 200 volumes de solution ; leur équivalent varie entre 119 et 120. Leurs dissolutions, de même que celles du groupe précédent, ne présentent au spectroscope aucune raie d'absorption, du moins à la lumière du gaz.

3° Terres très peu solubles, dont l'équivalent va en diminuant de 119 à 115. Leurs dissolutions, examinées au

spectroscope, offrent, faiblement d'abord, puis de plus en plus fortement, les raies d'absorption du didyme et du décipium.

4° Terres insolubles. Je dirai de suite que cette dernière partie est essentiellement formée d'oxyde de didyme. A l'état de pureté cet oxyde est absolument insoluble dans la solution de sulfate de potasse, mais il s'en dissout une proportion assez notable en présence des autres terres, en sorte que tous les sulfates doubles peu solubles en retiennent une certaine quantité. On peut en diminuer la proportion en répétant un grand nombre de fois ce traitement et en rejetant chaque fois les portions les moins solubles, mais on ne parvient pas à l'éliminer complètement. D'un autre côté le sulfate double didymique retient toujours une petite quantité des autres terres, particulièrement la décipine dont le sulfate double est fort peu soluble.

J'ai déjà dit que j'avais poussé l'épuisement des sulfates peu solubles jusqu'à ce que la liqueur ne renfermât plus que  $\frac{1}{40000}$  de terre, malgré cela l'oxyde de didyme n'était pas encore pur. Du reste ces faits ayant été déjà signalés et étudiés par MM. Delafontaine et Lecoq de Boisbaudran, je ne m'y arrêterai pas davantage.

Je vais reprendre maintenant l'étude des trois groupes séparés par le traitement au sulfate de potasse.

### I. *Terres très solubles dans le sulfate de potasse.*

J'ai réuni dans ce groupe les terres solubles dans moins de 100 parties de solution de sulfate de potasse. Mais en poursuivant sur elles le même traitement, on constate que la presque totalité se dissout dans moins de 30

volumes de cette solution ; il ne reste plus qu'une quantité insignifiante de produits intermédiaires dont la moindre solubilité est due au mélange d'une faible proportion des terres du groupe suivant et qu'on peut laisser de côté.

Quant à la partie la plus soluble, le traitement par le sulfate de potasse ne permet pas de l'analyser, les terres qui la composent, ne différant pas beaucoup au point de vue de leur solubilité dans ce réactif. Comme autre moyen de séparation j'ai eu recours au procédé, recommandé par M. Delafontaine, fondé sur la différence de solubilité des formiates. Par l'emploi de cette méthode je n'ai pu y constater que la présence de deux terres déjà connues, l'yttria et la terbine.

On peut employer pour l'application de cette méthode divers procédés, il convient même de les varier suivant les circonstances.

Lorsqu'on a à traiter un mélange déjà riche en terbine (équivalent égal ou supérieur à 100), le meilleur moyen consiste à concentrer la dissolution du formiate par l'ébullition jusqu'à ce qu'il commence à s'en déposer une partie, puis à ajouter à la liqueur à peu près son volume d'alcool. Le formiate qui se dépose par le refroidissement est redissout dans l'eau, et soumis de nouveau à ce traitement jusqu'à ce que l'équivalent de la partie dissoute et retirée par l'évaporation à siccité ne s'élève plus sensiblement. On parvient ainsi assez bien à éliminer l'yttria.

Lorsqu'il s'agit au contraire de terres riches en yttria, il vaut mieux évaporer à siccité toute la dissolution, réduire les formiates desséchés en poudre très fine et les séparer en produits successifs par une ébullition de quelques minutes avec de petites quantités d'eau.

De toute façon, on n'arrive à une séparation satisfaisante



qu'en répétant ces opérations sur tous les produits intermédiaires, un très grand nombre de fois. Pour classer ces produits, afin de réunir pour les traiter ensemble tous ceux qui se rapprochent par leur composition, on est guidé par deux caractères: leur coloration (après calcination et grillage) qui s'accroît de plus en plus et devient d'un jaune orangé très foncé à mesure qu'on se rapproche de la terbine pure, et surtout leur équivalent. Celui-ci peut être déterminé d'une manière très facile et suffisamment approchée, pour le but qu'on se propose, par la conversion des formiates en oxydes par calcination. Le résultat est assez exact pour les formiates riches en yttria, seulement il faut se mettre en garde contre l'extrême boursoufflement qui accompagne leur décomposition si l'on n'a pas soin de procéder par une chaleur croissant très lentement. L'équivalent est en général trop faible pour les terres riches en terbine, soit que la dessiccation de leurs formiates soit moins complète, soit en raison d'une décrépitation qui se produit souvent et donne lieu à la projection d'une poussière extrêmement ténue.

Mais si l'on parvient assez bien par ces traitements à séparer l'yttria de la terbine, il ne s'en suit pas que l'on puisse considérer cette dernière comme pure. En effet, avec elle se concentrent les petites quantités de terres que le premier traitement par le sulfate de potasse avait laissé mélangées avec l'yttria et la terbine, et dont la plus grande partie se retrouve dans les sulfates doubles moins solubles.

Comme mon but était de m'assurer qu'il n'y avait pas dans ce groupe de terre intermédiaire entre l'yttria et la terbine, plutôt que d'obtenir celle-ci à l'état de pureté, que d'ailleurs je n'en avais qu'une assez faible proportion et que je m'attends à la retrouver en beaucoup plus grande

quantité dans les autres portions des terres de la samarskite dont les azotates se décomposent les premiers, je n'ai pas cherché à la purifier complètement. Je me suis borné à la soumettre à un seul traitement basé sur ce fait que, de toutes les terres de ce groupe, la terbine est celle dont l'azotate se décompose le plus facilement par la chaleur.

En conséquence toute cette terbine brute a été convertie en azotate et celui-ci, par une série de décompositions partielles, partagé en quatre parties qui ont présenté les équivalents successifs : 117,7, 118,2, 118,8 et 119,9. Les deux premiers produits avaient une couleur d'un jaune orangé foncé ; la couleur était bien moins intense pour le troisième, et tout à fait pâle pour le quatrième. Ce dernier se rapprochait tout à fait de la terre dont je parlerai tout à l'heure, soluble dans 100 à 150 parties de sulfate de potasse. En outre ces deux derniers produits donnaient au spectroscope quelques indices de la présence du didyme et de la décipine.

On voit que le produit le plus pur avait un équivalent 117,7 notablement plus élevé que celui que j'avais trouvé antérieurement (115) pour la terbine de la gadolinite. Il m'a semblé aussi que sa couleur était un peu moins foncée. Ces deux faits paraissent indiquer qu'elle renfermait encore une proportion notable de la terre suivante dont l'équivalent est supérieur à 120.

Quant aux propriétés de la terbine, je n'ai qu'une observation à ajouter à ce que l'on sait déjà de cette terre. Je n'ai jamais réussi à l'obtenir parfaitement blanche, malgré la plus forte calcination au chalumeau à gaz<sup>1</sup>. Elle con-

<sup>1</sup> Je me sers pour ces calcinations du four de MM. Forquignon et Leclerc. La chaleur y est assez élevée pour qu'il me soit arrivé quel-

serve encore après cela une faible teinte chamois, qui disparaît instantanément sous l'influence d'un courant d'hydrogène, et reparait par la calcination à l'air. Je ne l'ai jamais vue reprendre dans ce dernier cas la couleur d'un jaune orange foncé qu'elle présente après une calcination modérée.

Ces changements de couleur ne sont accompagnés que de faibles variations de poids. La terre qui présentait une très forte coloration après avoir été calcinée sur un bec Bunsen ordinaire, a perdu 0,56 pour cent de son poids par la plus forte calcination au chalumeau, puis encore 0,03 dans un courant d'hydrogène. Par une nouvelle calcination à l'air, elle n'a repris que cette dernière fraction de son poids.

A l'occasion de la méthode que j'ai décrite pour la séparation de l'yttria et de la terbine, je crois devoir signaler quelques observations relatives à la solubilité des formiates des terres. Ces sels différant beaucoup les uns des autres sous ce rapport, je m'étais proposé de déterminer exactement leurs solubilités respectives, pensant que cette notion constituerait un caractère important pour leur distinction. Mais j'ai rencontré des difficultés telles que j'ai renoncé à cette étude qui aurait exigé un trop long temps, sans avoir d'utilité pratique.

Cette solubilité en effet varie excessivement suivant les circonstances, en raison de la lenteur avec laquelle se dissolvent ces sels lorsqu'ils sont à l'état solide, de la facilité avec laquelle leurs dissolutions prennent un état de sursaturation et du temps pendant lequel cet état peut se main-

quefois de fondre le triangle en fil de platine assez fort cependant qui supportait le creuset.

tenir. On rencontre là des faits analogues à ceux que j'ai signalés pour le sulfate de chaux<sup>1</sup>.

Je citerai comme exemple les observations suivantes, relatives à la solubilité du formiate de didyme (oxyde de didyme pur de la célite).

Ce formiate, déposé par l'évaporation de sa dissolution par une ébullition rapide, réduit en poudre très fine et agité fréquemment avec de l'eau à la température ordinaire, a donné une solution dans laquelle le rapport des poids du sel et de l'eau a été

après	1 jour	1 : 700
»	2 »	1 : 430
»	10 »	1 : 320
»	6 mois	1 : 228

Un autre échantillon, obtenu par l'évaporation spontanée à froid, s'est dissous beaucoup plus rapidement, après 2 jours  $\frac{1}{268}$ , après 7 jours  $\frac{1}{252}$ .

En maintenant le sel dans l'eau au bain marie, par conséquent sans ébullition, mais en agitant souvent, la solubilité a été de  $\frac{1}{275}$  après 24 heures. Après une journée d'ébullition, mais en évitant autant que possible une concentration de la liqueur,  $\frac{1}{220}$ . En opérant de même, mais avec une ébullition plus rapide déterminant une concentration  $\frac{1}{145}$ .

Une dissolution faite à froid a été concentrée par évaporation lente à froid dans le vide jusqu'à ce qu'une petite partie du sel se fut déposée, l'eau-mère retenait  $\frac{1}{70}$  de

<sup>1</sup> V. *Archives*, XLVIII, 120 (1873).



sel. Une autre partie concentrée de même, mais à une chaleur très modérée à l'air libre,  $\frac{1}{72}$ .

La solution sursaturée (bien qu'en présence d'une partie du sel cristallisé) obtenue dans les essais précédents ayant été portée à l'ébullition a donné lieu immédiatement à de violents soubresauts et à un abondant dépôt, elle retenait alors  $\frac{1}{126}$  de sel.

Une autre partie de cette solution sursaturée par la concentration a été enfermée, avec le sel qui s'y était déposé, dans un flacon fermé et l'on a déterminé à diverses reprises la proportion de sel demeuré en dissolution. On a trouvé le second jour  $\frac{1}{81}$ , après 10 jours  $\frac{1}{126}$ , après trois mois  $\frac{1}{160}$ .

La conclusion est que la solubilité normale du formiate de didyme est comprise entre  $\frac{1}{160}$  et  $\frac{1}{228}$ , mais qu'il faudrait un grand nombre de mois pour la déterminer exactement.

Les formiates des autres terres m'ont paru soumis aux mêmes variations dans leur solubilité, toutefois elles sont moins considérables pour ceux qui sont plus solubles.

Voici par exemple quelques observations relatives à la solubilité du formiate de terbine. Je les présente toutefois sous toute réserve, ces essais ayant été faits avec une terbine à équivalent 118 renfermant une certaine quantité d'une autre terre dont il sera question plus loin.

Par une agitation presque continuelle avec ce formiate réduit en poudre très fine, l'eau en a dissous après 1 h.  $\frac{1}{68,7}$ , et au bout de 24 h.  $\frac{1}{56}$ . La solution ainsi obtenue

ayant été portée à l'ébullition avec l'excès de sel, mais en évitant autant que possible la concentration, retenait au bout d'une heure  $\frac{1}{51}$ . Concentrée par une ébullition rapide jusqu'à formation de dépôt, puis filtrée après refroidissement, elle tenait  $\frac{1}{17}$  de sel. Par concentration à une chaleur modérée jusqu'à ce qu'une partie du sel commençât à se séparer, elle en retenait  $\frac{1}{14,3}$ . Dans les deux cas, je n'ai pas observé que le dépôt augmentât pendant le refroidissement.

Ces faits expliquent pourquoi il est plus avantageux, pour séparer la terbine de l'yttria, de traiter par l'eau le mélange des formiates desséchés que de procéder par concentration de la dissolution contenant les deux sels.

## II. *Terres solubles dans 100 à 200 volumes de la solution de sulfate de potasse.*

Ce groupe ne paraît renfermer qu'une seule base, mais retenant énergiquement une certaine quantité de celles des groupes précédents et suivants. J'y ai réuni d'abord tous les produits dont l'équivalent atteignait ou dépassait 119. En les reprenant ensuite pour les soumettre de nouveau au même fractionnement par le sulfate de potasse, on voit l'équivalent s'élever progressivement, mais très lentement, à mesure que l'on en sépare les portions les plus solubles et les moins solubles qui présentent également un équivalent un peu moins élevé, les premières plus colorées se rapprochant de la terbine, les secondes moins colorées mais commençant à présenter au spectroscope les indices du didyme et de la décipine.

On peut aussi éliminer de cette nouvelle terre une partie de la terbine qu'elle renferme par la décomposition fractionnée des azotates par la chaleur. Les premières portions décomposées donnent une terre plus colorée, plus riche en terbine et d'un équivalent plus bas.

L'équivalent le plus élevé que j'aie pu obtenir a été 120,5. On ne peut le considérer que comme un minimum, car il aurait fallu une quantité de matière bien plus considérable que celle dont je disposais pour prolonger les opérations précédentes jusqu'au point où elles n'auraient plus amené aucune modification. Cependant, le peu d'accroissement que cet équivalent a subi, malgré de nombreuses opérations, semble indiquer qu'il n'est pas très éloigné de la vérité.

La terre ainsi obtenue reste en dissolution dans 100 à 150 volumes de la solution saturée de sulfate de potasse.

Elle présente, après calcination de l'oxalate, une couleur d'un jaune orangé très pâle, qui pourrait bien n'être due qu'à la présence de la petite quantité de terbine qu'elle renferme encore. Ses sels sont incolores et leur solution ne présente au spectroscope aucune raie d'absorption<sup>1</sup>. D'ailleurs, je n'ai reconnu chez eux aucun caractère qui les distingue des sels des autres bases du groupe de l'yttria.

L'existence de cette base comme terre distincte est rendue évidente par le fait que son équivalent est un maximum entre celles qui l'avoisinent par leur solubilité dans le sulfate de potasse.

Elle ne saurait être confondue avec aucune de celles

<sup>1</sup> M. Soret a eu l'obligeance de les examiner, il y a reconnu la présence de faibles traces de didyme et de décipine, et d'une certaine quantité de terbine.

qui ont été signalées jusqu'ici. L'absence de raies d'absorption et la faiblesse, si ce n'est l'absence de coloration, ne permettent de la rapprocher que de l'yttria et de l'ytterbine. Son équivalent élevé, la faible solubilité de son formiate et de son sulfate double potassique la distinguent suffisamment de l'yttria. Elle ne peut pas davantage être confondue avec l'ytterbine. Quand on décompose par la chaleur un mélange d'azotates de terbine et d'ytterbine, c'est cette dernière dont l'azotate se décompose le premier, tandis que si l'on opère sur les azotates mélangés de terbine et de la nouvelle terre, c'est l'azotate de terbine qui se décompose le premier. La terre calcinée se redissout avec la plus grande facilité dans les acides, ce qui n'a pas lieu pour l'ytterbine.

Il ne serait pas impossible que cette terre fût la même que celle dont M. Delafontaine, dans une note récente <sup>1</sup>, dit : « J'examine aussi une autre base de la samarskite, qui paraît se rapprocher beaucoup de l'ytterbine. »

Je ne juge pas nécessaire de donner encore un nom à cette nouvelle terre. Il en sera temps lorsqu'on sera certain de l'avoir à l'état de pureté, et que l'on aura réussi à la préparer en quantité suffisante pour faire une étude un peu complète de ses sels. Pour la suite, quand j'aurai à en reparler, je la désignerai sous le nom de terre  $Y_{\alpha}$ .

### III. *Terres très peu solubles dans la solution de sulfate de potasse.*

Lors de l'extraction des terres brutes de la samarskite,

<sup>1</sup> *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 2 février 1880.



j'avais séparé, comme on le fait habituellement, par une première précipitation par le sulfate de potasse, les terres du groupe de l'yttria de celles du groupe du cérium. Lorsque plus tard, dans le traitement que j'expose aujourd'hui de la portion des terres du premier groupe dont les azotates se décomposent les derniers, j'y ai constaté la présence d'une terre extrêmement peu soluble dans le sulfate de potasse, j'ai dû en conclure que la plus grande partie de cette terre de la samarskite avait dû être entraînée avec les oxydes du cérium et du didyme lors de la première précipitation. En conséquence, après avoir séparé l'oxyde de didyme de celui de cérium par des dissolutions répétées dans l'acide azotique très étendu, j'ai soumis cet oxyde à une série de dissolutions et de précipitations par le sulfate de potasse pour en extraire autant que possible la terre peu soluble dans la solution du sulfate de potasse. Cette terre a été jointe pour son traitement ultérieur à celles du groupe III dont je vais maintenant m'occuper.

Cette observation était nécessaire pour expliquer pourquoi j'ai pu rencontrer dans ce mélange une proportion assez notable d'une terre dont l'azotate est assez facilement décomposé par la chaleur.

J'ai déjà indiqué que les terres de ce groupe présentent une solubilité très rapidement décroissante dans le sulfate de potasse, tandis que leur équivalent ne s'abaisse que très lentement de 120 à 115 environ. En même temps on voit se développer avec une intensité croissante les raies d'absorption du didyme, et des raies dans le bleu qui indiquent la présence de la décipine.

En continuant à appliquer aux terres de ce groupe la méthode de séparation par le sulfate de potasse, je suis

bientôt arrivé à la conviction qu'elles se composaient essentiellement de deux terres, l'une étant identique avec la terre  $Y_{\alpha}$  du groupe précédent, l'autre étant probablement la décipine, mais que je désignerai provisoirement par  $Y_{\beta}$ , en raison de différences sur lesquelles j'aurai à revenir. Il s'y trouve en outre, mais en beaucoup plus faible proportion, de l'oxyde de didyme et probablement un peu de terbine.

En raison de la lenteur avec laquelle les traitements au sulfate de potasse séparent les terres  $Y_{\alpha}$  et  $Y_{\beta}$ , j'ai cherché, mais sans succès, d'autres méthodes de séparation.

Les formiates étant très peu solubles dans l'eau, je les ai séparés en produits successifs par des dissolutions dans l'eau bouillante. Mais entre les premiers et les derniers il n'y avait pas de différence notable dans leur coloration ni dans leur équivalent.

En soumettant les solutions de ces terres à des précipitations partielles par l'ammoniaque, ou en décomposant leurs azotates par la chaleur, on constate que les produits qui se précipitent ou se décomposent en dernier lieu sont un peu plus riches en didyme, celui-ci constituant une base plus énergique, mais l'équivalent n'en est pas sensiblement affecté, ce qui prouve qu'il n'en résulte pas une séparation des terres principales  $Y_{\alpha}$  et  $Y_{\beta}$ . Il en est de même quand on partage ces terres par des dissolutions successives dans le chlorhydrate d'ammoniaque à l'aide d'une ébullition prolongée, ou à froid dans une dissolution concentrée de carbonate d'ammoniaque.

J'ai donc dû en revenir au traitement par le sulfate de potasse. Par l'application très laborieuse de cette méthode, j'ai pu éliminer la plus grande partie de la terre  $Y_{\alpha}$  plus

soluble dans ce dissolvant, sans pouvoir espérer cependant de m'en être complètement débarrassé. La terbine, bien plus soluble encore, devait être écartée en même temps. Aussi remarque-t-on que la coloration de la terre diminue de plus en plus.

Mais l'oxyde de didyme se concentre avec la terre  $Y\beta$ ; on l'élimine en grande partie en rejetant à la fin les portions presque insolubles dans le sulfate de potasse<sup>1</sup>.

En définitive, je n'ai conservé que la partie des terres soluble dans 1000 à 10,000 volumes de solution de sulfate de potasse. J'en ai encore séparé une partie du didyme, soit par les précipitations fractionnées par l'ammoniaque, soit par les décompositions successives des azotates par la chaleur. Ces deux procédés, reposant tous deux sur l'énergie basique plus grande de l'oxyde de didyme, m'ont paru donner les mêmes résultats. Mais la quantité de matière que je possédais ne m'a pas permis de continuer ces opérations jusqu'à la séparation complète du didyme.

Voici maintenant les caractères de cette terre  $Y\beta$ , dans cet état seulement approximatif de pureté.

Après une calcination modérée, elle n'est pas complètement incolore, mais présente une faible couleur saumonée; elle devient parfaitement blanche par une très forte

<sup>1</sup> J'ai essayé plus tard sur ces portions, très riches en didyme, la méthode que M. Delafontaine a indiquée récemment (*Archives*, mars 1880) pour séparer approximativement le didyme de la décipine, en faisant cristalliser par l'évaporation à une douce chaleur le mélange de ces bases dissoutes en partie par l'acide sulfurique, en partie par l'acide azotique. J'ai obtenu en effet une première cristallisation de sulfate en petits cristaux prismatiques, ne renfermant que très peu de didyme et dont la terre ne m'a paru différer en rien de  $Y\beta$ .

calcination <sup>1</sup>. Il est possible que la faible coloration qu'elle présente soit encore due à la présence de la terbine ou du didyme.

Même après la plus forte calcination, elle se redissout aisément dans les acides. Sous le rapport de l'énergie basique, elle paraît être à peu près sur le même rang que la terre  $Y_{\alpha}$ , intermédiaire entre la terbine et l'oxyde de didyme.

Les solutions un peu concentrées de cette base ont une teinte jaune pâle manifeste, très marquée surtout dans les cristaux du sulfate.

L'équivalent, déterminé par la méthode ordinaire employée en premier lieu par Bunsen, c'est-à-dire la conversion de l'oxyde en sulfate, a été trouvé de 115,6 pour celui de mes produits que je considère comme le plus pur. Ce ne peut être évidemment qu'une première approximation, mais je crois aussi que c'est un maximum.

Ma terre, en effet, renferme bien un peu d'oxyde de didyme, mais on peut s'assurer par l'examen spectroscopique que la proportion en est peu considérable. J'ai comparé une dissolution de cette terre dans l'acide chlorhydrique, renfermant  $\frac{1}{10}$  de son poids de terre, à une dissolution au même titre d'oxyde de didyme pur. Il m'a fallu étendre celle-ci d'environ trente fois son volume d'eau pour amener à peu près au même degré d'intensité la raie caractéristique du didyme dans les deux solutions. On peut conclure de là que la proportion d'oxyde de didyme contenue dans la terre  $Y_{\beta}$  pouvait être d'environ

<sup>1</sup> Quand elle renferme encore une assez forte proportion de didyme, elle offre une teinte un peu plus sombre, et prend par une très forte calcination une teinte gris-verdâtre.



3 à 4 pour cent, bien certainement inférieure à 5 p. cent. Or, la présence de 5 % de cet oxyde n'aurait pas abaissé de 0,2 l'équivalent de la terre  $Y\beta$ . Je crois que cette influence doit avoir été bien plus que compensée par la présence de la terre  $Y\alpha$  à équivalent supérieur à 120,5, présence qui n'est pas douteuse, mais dont je n'ai aucun moyen d'apprécier la proportion.

D'ailleurs les sels de cette base ne m'ont paru présenter aucune propriété, sauf leur coloration jaunâtre, qui les distingue de ceux des autres terres.

Le sulfate cristallise en petits cristaux courts, ne différant que par leur couleur d'un jaune de soufre, de ceux d'yttria ou de didyme. Ils présentent d'ailleurs la même constitution  $3 (Y\beta O, SO^3) + 8 Aq$ .

1g,8515 de ce sel ont perdu au rouge sombre 0,365 d'eau, soit 19,71 % et au rouge blanc 0,607 d'acide sulfurique ou 32,78 %.

		Calculé.	Trouvé.
3 $Y\beta O$	346,8	17,45	47,51
3 $SO^3$	240	32,84	32,78
8 Aq	144	19,71	19,71
	<hr/> 730,8	<hr/> 100	<hr/> 100

Mais le caractère le plus important de cette terre consiste dans les raies d'absorption d'une très grande intensité que ses dissolutions présentent au spectroscope. Elles correspondent entièrement à celles que M. Delafontaine attribue à son oxyde de décipium<sup>1</sup>, ou mieux encore à la description plus détaillée et plus exacte qu'en a donnée M. Lecoq de Boisbaudran<sup>2</sup>, qui les a considérées comme

<sup>1</sup> *Comptes-rendus, Acad. des Sciences de Paris*, 18 octobre 1878, et plus tard, *Archives*, mars 1880.

<sup>2</sup> *Comptes-rendus*, 17 février 1879 et 28 juillet 1879.

appartenant à l'oxyde d'un métal nouveau, désigné par lui sous le nom de samarium.

L'identité de ces spectres d'absorption ne permet pas de douter que ma terre  $Y\beta$  ne soit essentiellement formée de la même matière que les terres obtenues par les deux savants précités. Comment du reste se pourrait-il qu'il en fût autrement, puisque toutes les trois ont été retirées de la même matière première, la samarskite, par les mêmes procédés ? Toutes trois en effet se trouvent avec l'oxyde de didyme dans la partie des terres la moins soluble ou presque insoluble dans le sulfate de potasse, et se séparent de cet oxyde par des précipitations fractionnées au moyen de l'ammoniaque.

Aussi n'aurai-je pas hésité à désigner cette terre sous le nom de décipine, car il me semble convenable de conserver celui qui lui a été attribué par le premier auteur de sa découverte, si je n'avais constaté, à la suite du dernier mémoire publié par M. Delafontaine <sup>1</sup>, qu'il existe entre sa terre et celle que j'ai obtenue deux différences importantes, dont il m'est impossible de rendre compte.

La décipine forme des sels incolores, ceux de la terre  $Y\beta$  sont colorés en jaune pâle et leur couleur a toujours été d'autant plus distincte que j'avais poussé plus loin leur purification.

Mais la différence la plus importante est celle qui existe entre les équivalents de ces deux terres. M. Delafontaine, qui avait d'abord attribué à sa décipine l'équivalent 122, annonce maintenant qu'il est plus élevé encore et atteint au moins 130. J'ai trouvé pour ma terre 115,6 et je suis convaincu que ce nombre est encore trop élevé.

<sup>1</sup> *Archives*, mars 1880.

Il est impossible de supposer qu'une telle différence résulte d'une erreur dans ces déterminations qui sont des plus faciles et que nous avons de part et d'autre répétées plusieurs fois. Il est également impossible d'admettre que deux terres retirées de la même matière par les mêmes procédés, présentant toutes les deux le même spectre d'absorption, et un spectre très caractéristique, ne soient pas formées, au moins pour la plus grande partie, par une même substance. Il ne resterait donc que deux hypothèses possibles : ou la terre de M. Delafontaine renferme, à l'état de mélange, une proportion assez considérable d'une autre base à équivalent beaucoup plus élevé, ou la mienne en contiendrait une, à sels colorés en jaune, et d'un équivalent beaucoup plus bas. Ces deux suppositions ne me paraissant pas avoir plus de probabilité l'une que l'autre, il faudra attendre que de nouvelles recherches éclaircissent ce mystère.

En résumé, la portion des terres de la samarskite qui résiste le plus à la décomposition des azotates par la chaleur est un mélange d'yttria, qui en forme la plus grande partie, de terbine, d'une terre  $Y_{\alpha}$  distincte de toutes celles qui ont été signalées jusqu'à ce jour, et d'une petite quantité de didyme et d'une terre qui, si elle n'est pas la décipine pure, en est du moins en grande partie composée.

Je dois ajouter que j'ai rencontré dans quelques-uns des produits que j'ai eus entre les mains, particulièrement dans les terres les plus solubles dans le sulfate de potasse, quelques indices de l'existence d'une autre terre. Quelques-uns de ces produits, en effet, étant convertis en azotates et soumis à la décomposition par la chaleur, ont présenté au premier moment de cette décomposition une

faible coloration jaune. En arrêtant immédiatement le chauffage et reprenant par l'eau, il reste une petite quantité d'une terre gélatineuse jaunâtre (l'absence du fer a été constatée). Le reste de l'azotate étant de nouveau évaporé et chauffé jusqu'à décomposition ne se colore plus. Mais la proportion de cette terre que j'ai pu ainsi séparer était si faible qu'il était impossible d'en poursuivre l'étude. D'ailleurs, en raison de la facilité avec laquelle son azotate se décompose, on conçoit qu'il ne devait s'en trouver que des traces dans la portion des terres que j'examinais, et qu'elle devra se retrouver en beaucoup plus grande quantité parmi les terres séparées par la première décomposition des azotates. Je remarque seulement que de toutes les terres connues, outre l'oxyde de cérium dont la présence dans ce cas était inadmissible, la philippine de M. Delafontaine est la seule pour laquelle cette propriété ait été signalée.

---



# RECHERCHES

SUR LA

## CONDENSATION DES GAZ A LA SURFACE DU VERRE

PAR

**M. P. CHAPPUIS**

---

Les phénomènes variés auxquels la condensation des gaz à la surface des corps donne lieu, ont été l'objet de nombreuses recherches.

On peut diviser celles-ci en deux catégories qui se distinguent plutôt par la forme des phénomènes étudiés que par leur nature.

Ce sont: 1<sup>o</sup> Les mesures relatives à l'absorption des gaz par les corps solides présentant une surface considérable, comme les corps poreux.

2<sup>o</sup> L'étude des phénomènes qui résultent de la condensation des vapeurs sur les surfaces polies.

Résumons rapidement les résultats obtenus jusqu'ici:

Théodore de Saussure présentait en 1812, dans un travail lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, ses « *Observations sur l'absorption des gaz par différents corps.* »

Ce travail remarquable<sup>1</sup> de l'illustre physicien est le

<sup>1</sup> *Bibliothèque britannique*, tome XLIX et suiv., p. 299.

plus étendu et le plus important qui ait été publié sur ce sujet. Il se divise en trois parties principales: La première traite de l'absorption des gaz purs par les solides; la seconde de la condensation des mélanges gazeux par les solides. Dans la troisième, qui ne rentre pas dans notre sujet, l'auteur s'occupe de l'absorption des gaz par les liquides.

Voici les principaux résultats de ce travail :

1° La propriété de condenser les gaz est commune à tous les corps qui sont doués d'un certain degré de porosité.

2° L'absorption varie suivant le diamètre et la forme des pores, suivant la densité et la nature du corps poreux.

3° L'absorption n'augmente pas en raison directe de la pression; mais dans une proportion moindre.

4° L'absorption diminue à mesure que la température s'élève.

5° Les gaz les plus rapprochés de leur point de condensation fournissent généralement les absorptions les plus fortes.

6° La condensation des gaz par le charbon développe de la chaleur.

Aux observations de Th. de Saussure vinrent s'ajouter celles de Smith<sup>1</sup>, de Calvert<sup>2</sup> et les nombreuses expériences de M. Hunter<sup>3</sup>.

M. Hunter fit entre autres quelques expériences inté-

<sup>1</sup> *Liebig's Ann. Suppl.* 2, 1862-63.

<sup>2</sup> *Journal of the chem. soc.*, V, 1867, p. 297-298.

<sup>3</sup> *Phil. Mag.*, vol. XXV, 1863; — *Journ. of the chem. soc.*, III, 1865, p. 285-290; — V, 1867, p. 160-164; — VI, 1868, p. 186-192; — VIII, 1870, p. 73-74; — IX, 1871, p. 76-79; — X, 1872, p. 649-651.

ressantes dans le but de déterminer la diminution de l'absorption éprouvée par l'ammoniaque et le cyanogène par suite de l'élévation de la température. Il trouva que les quantités de gaz ammoniaque absorbées par un certain poids de charbon de noix de coco diminuent d'une manière régulière de 0 à 55°, mais que, à partir de cette température, les quantités de gaz qui se dégagent du charbon sont beaucoup moindres.

Le cyanogène ne présenta pas cette particularité.

Quant à la manière dont l'absorption varie suivant la pression, nous ne possédons que des observations fort incomplètes, ce qui tient probablement à la difficulté des mesures.

MM. Hunter et de Saussure constatent tous deux une augmentation de l'absorption qui n'est cependant pas proportionnelle à l'accroissement de pression.

MM. Jamin et Bertrand<sup>1</sup> mesurèrent les écarts de la loi de Mariotte que présentent les gaz en contact avec de grandes surfaces lorsqu'on les soumet à des pressions de plus en plus fortes.

M. F. Weber<sup>2</sup>, enfin, conclut d'expériences non encore publiées, sur la condensation des gaz à la surface du verre, que les quantités des différents gaz condensés à la surface des corps sont en raison directe des racines carrées des densités, ou en raison inverse des vitesses des molécules.

C'est Magnus<sup>3</sup> qui chercha le premier à déterminer les quantités absolues des gaz condensés par une surface connue.

<sup>1</sup> *Comptes Rendus* 36, p. 994, 1853.

<sup>2</sup> *Tageblatt der 45. Naturforscher-Versammlung*. Leipzig, p. 113, 1872.

<sup>3</sup> *Pogg. Ann.* 89, p. 604, 1853.

Il compara dans ce but la dilatation de deux volumes déterminés du même gaz dont l'un était contenu dans un vase de très petite surface, tandis que l'autre était en contact avec une surface très considérable.

Il prit donc deux tubes de verre tout à fait semblables de 20<sup>mm</sup> de diamètre et de 250<sup>mm</sup> de longueur, et introduisit dans l'un d'eux 250 bâtons de verre de 1<sup>mm</sup> de diamètre, de façon que celui-ci présentait une surface 13,5 fois plus grande que l'autre. Les deux tubes furent alors remplis en même temps d'acide sulfureux; puis on mesura le coefficient de dilatation du gaz dans les deux tubes entre les températures 0 et 100°.

Magnus obtint pour ce coefficient dans le tube contenant les bâtons de verre 0,3896 et dans l'autre 0,3822. Il résulte de la comparaison de ces nombres que la différence des quantités d'acide sulfureux condensées à 0 et à 100 s'élève à environ 0,0008<sup>mm</sup> cubes.

Chiozza<sup>1</sup> se servit d'une autre méthode pour déterminer la condensation éprouvée par l'acide carbonique à la surface du verre. Il trouva qu'une surface de 317517 mill. carrés condense à 15° 5 mill. cubes d'acide carbonique, ce qui donne une condensation de 0,000015 mill. cubes par mill. carré. Il est fort probable que ce résultat est de l'ordre des erreurs d'observation.

Quant aux travaux relatifs aux phénomènes observés sur les surfaces polies que l'on expose à divers gaz ou vapeurs après avoir enlevé ou modifié de différentes manières la couche d'air qui les recouvre, ils traitent tous de phénomènes qui ne sont pas susceptibles de mesures, bien qu'ils fournissent des preuves intéressantes de la con-

<sup>1</sup> Cosmos I.



densation des gaz à la surface des corps solides; aussi nous bornerons-nous à citer les travaux de Faraday<sup>1</sup> et Degen<sup>2</sup> sur *l'adhésion des liquides aux surfaces du verre et des métaux*, de Waidele<sup>3</sup> sur *la formation des figures de Moser*, de Magnus<sup>4</sup> sur *l'élévation de température causée par la condensation des gaz à la surface des solides*, enfin de Quincke<sup>5</sup> qui donne un résumé des recherches que l'on a faites sur le sujet qui nous occupe.

On voit que depuis de Saussure l'étude de la condensation des gaz à la surface des corps n'a pas fait des progrès bien marqués; quelques observations isolées sur la diminution de l'absorption suivant l'élévation de la température et sur les variations de l'absorption suivant la pression ne suffisent pas pour déterminer les lois de la condensation des gaz sur les surfaces des solides.

L'expérience de Magnus promettait cependant d'élucider certains points de la question; mais il eût fallu pour cela l'appliquer à plusieurs gaz, ce que Magnus n'a pas fait.

C'est là le but de ces recherches, entreprises à Leipzig dans le laboratoire de M. le professeur G. Wiedemann, à qui je suis heureux de pouvoir exprimer ici ma vive reconnaissance.

J'ai suivi la méthode de Magnus, d'après laquelle on mesure entre deux températures fixes, assez différentes, la dilatation sous pression constante d'un volume déterminé de chaque gaz, que l'on a mis d'abord en contact avec une grande surface de verre. La comparaison de la dila-

<sup>1</sup> *Experimental researches*, p. 558-633.

<sup>2</sup> *Pogg. Ann.* 38, p. 449, 1836.

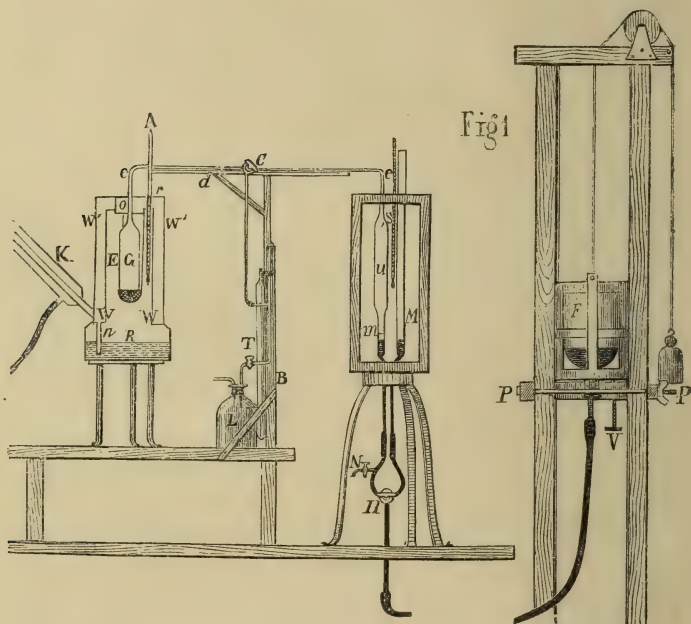
<sup>3</sup> *Pogg. Ann.* 59, p. 255.

<sup>4</sup> *Pogg. Ann.* 121, p. 174, 1864.

<sup>5</sup> *Pogg. Ann.* 108, p. 326, 1859.

tation obtenue de cette façon, avec celle que le même volume de gaz aurait dû présenter d'après les coefficients de dilatation sous pression constante, déterminés par Regnault, fournit tous les éléments nécessaires pour calculer la différence des quantités de gaz condensées à la surface du verre aux deux températures fixes.

J'ai employé à cet effet l'appareil représenté par la figure 1 dont voici les parties principales :



- 1° Un vase cylindrique G contenant des fils de verre.
- 2° Un manomètre M.
- 3° Un flacon F rempli de mercure, mobile dans le sens vertical.
- 4° Un bain de vapeur E.
- 5° Un appareil dessiccateur T.

1. On introduisit 13200 fils de verre dans un tube G de même substance, fermé à sa partie inférieure et mesurant environ 14 c. de longueur sur 4 c. de diamètre et 171,71 c. cubes de capacité. La longueur moyenne des fils de verre, qui avaient été préparés avec soin et rompus à la main à des distances égales, fut déterminée par la mesure de 700 fils pris au hasard ; on trouva 126,65<sup>mm</sup> pour cette longueur. Pour obtenir la capacité du vase G après l'introduction des fils de verre, on remplit celui-ci d'eau distillée qu'on y fit bouillir et dont on détermina le poids. On obtint ainsi 64,93 c. cubes pour cette capacité et comme celle du tube G, sans les fils de verre, est de 171,71 c. cubes, il résulte de cela que l'espace occupé par ceux-ci est de 106,78 c. cubes.

Le diamètre des fils de verre calculé d'après leur longueur totale et leur volume est de 0,2851 mill. et leur surface de 1,497,600 mill. carrés. Il faut encore ajouter à cette surface les deux sections des extrémités des fils et la surface intérieure du tube G, pour avoir la surface totale en contact avec le gaz.

Le tube G était soudé à sa partie supérieure à un tube capillaire, portant un robinet à trois voies C, au moyen duquel on pouvait mettre le vase G en communication soit avec le manomètre M, soit avec l'appareil dessiccateur B et la machine pneumatique.

2. Le manomètre M, semblable à celui employé par Regnault dans ses mesures sur la dilatation des gaz sous pression constante, consistait en deux tubes verticaux, reliés à leur partie inférieure par un robinet à trois voies H, qui permettait de les mettre en communication tous deux ou chacun séparément, par un tuyau en caoutchouc, avec le flacon F rempli de mercure.

Le robinet N, soudé un peu au-dessus du robinet à trois voies H, servait à l'écoulement du mercure. Les deux tubes du manomètre M étaient placés dans un manchon à glaces parallèles, rempli d'eau froide, dont la température était indiquée par un thermomètre sensible.

3. Le vase F, mobile le long de deux montants, reposait sur une planche PP qui pouvait être fixée aux montants à une hauteur quelconque. La planche PP portait en outre une vis micrométrique, au moyen de laquelle on réglait le niveau du mercure dans le vase F et dans les tubes du manomètre.

4. Comme bain de vapeur, j'ai employé un vase cylindrique de cuivre à double paroi, élargi à sa base et portant un rafraîchisseur incliné K, comme le montre la figure.

La vapeur qui se développe dans la partie inférieure R s'élève d'abord entre la paroi intérieure W et le tube G, puis redescend entre les parois extérieure et intérieure W' et W et parvient dans le rafraîchisseur, où elle se condense et retourne comme liquide, par le tube n, dans la partie inférieure R de l'appareil. Une petite corbeille en fil métallique, fixée environ 20 c. au-dessous de l'ouverture supérieure, servait de support au tube G. La température du bain était indiquée par un thermomètre à mercure A, que l'on avait comparé avec soin au thermomètre à air.

5. L'appareil dessiccateur T consistait en 3 tubes en forme d'U, contenant des perles de verre humectées d'acide sulfurique concentré et d'un tube d'environ 50 c. de longueur, à demi rempli d'acide phosphorique anhydre.

Un tube de verre en forme de T, portant 2 robinets, conduisait le gaz qui avait traversé successivement chacun



de ces tubes, soit dans le vase cylindrique G, soit dans le flacon L qui communiquait avec la pompe pneumatique.

Voici comment on procédait dans chaque expérience: Le tube G ayant été rempli de gaz sec, on le maintenait à 0° pendant 12 heures en l'entourant de glace fondante, puis on observait au cathétomètre la pression du gaz, après avoir amené le niveau du mercure dans le tube *u* du manomètre à la hauteur de la pointe S, soudée tout près du tube capillaire (voyez la figure); on notait en même temps la température de l'eau qui entourait le manomètre et que l'on agitait continuellement, puis on mesurait immédiatement après la pression barométrique.

Ces observations terminées, on enlevait la glace pour la remplacer par le bain de vapeur.

L'échauffement durait généralement quatre heures pendant lesquelles le gaz se dilatait et refoulait le mercure dans le manomètre. En baissant le vase F, on maintenait la pression constante.

Lorsque le gaz renfermé dans le tube G avait atteint la température du bain de vapeur, ce que l'on reconnaissait à l'invariabilité du niveau du mercure dans le tube *u*, on amenait le ménisque à la hauteur d'une marque *m*, pratiquée sur ce tube, de manière à ce que la pression correspondante fût fort peu différente de la pression initiale; puis on mesurait cette pression en ayant soin d'agiter continuellement l'eau du manchon dont on notait la température; enfin on observait la pression barométrique.

La température du bain de vapeur était notée avant et après ces opérations.

Si l'on connaît la capacité du tube manométrique *u*

depuis le tube capillaire à la pointe S, et de la pointe S à la marque  $m$ , on possède tous les éléments nécessaires pour le calcul de la dilatation éprouvée par les gaz.

En désignant par :

$V_0$  la capacité du vase G à  $0^\circ$ .

$u_1$  la capacité du tube manométrique au-dessus de la pointe S.

$u_2$  la capacité du tube manométrique au-dessus de la marque  $m$  inclusivement  $u_1$ .

$t_1$  et  $t_2$  les températures respectives des volumes gazeux  $u_1$  et  $u_2$ .

T la température du bain de vapeur.

$b_1$  et  $b_2$  les pressions initiales et finales du gaz.

$\delta$  le coefficient de dilatation cubique du verre.

$\alpha_T$ , le coefficient moyen de dilatation sous pression constante du gaz, entre  $0$  et T.

$\alpha$  le coefficient de dilatation sous pression constante du gaz entre  $0$  et  $t_2$  enfin par  $s_0$  la densité du gaz à  $0$  et 760 mill. de pression, on a

	Vase G.		Manomètre.	
	Volume.	Densité.	Volume.	Densité.
Température initiale:	$V_0$	$s_0 \frac{b_1}{760}$ ;	$u_1 s_0$	$\frac{b_1}{(1 + \alpha_T t_1) 760}$
Température finale:	$V_0 (1 + \delta T) s_0 \frac{b_2}{760 (1 + \alpha_T T)}$ ;		$u_2 s_0 \frac{b_2}{(1 + \alpha_T t_2) 760}$	

Si l'on réduit à  $0^\circ$  et à  $b_1$  le volume du gaz observé à la température finale T et sous la pression  $b_2$ , on pourra comparer ce volume à celui qu'on a observé à  $0^\circ$  et  $b_1$ .

Soit  $x$  la différence de ces 2 volumes, c'est-à-dire le

volume du gaz qui s'est détaché de la surface du verre pendant l'échauffement et dont le poids est  $x \cdot s_0 \frac{b_1}{760}$ ,

on obtiendra donc en divisant par  $\frac{s_0}{760} b_1$  :

$$x = V_0 \frac{b_2}{b_1} \cdot \frac{1 + \delta T}{1 + \alpha_T T} - V_0 \frac{b_2}{b_1} \cdot \frac{u_2}{1 + \alpha_t t_2} - \frac{u_1}{1 + \alpha_t t_1}$$

qui représente la quantité du gaz condensé à  $0^\circ$  et sous la pression  $b_1$ .

#### OBSERVATIONS.

*Air.* Après avoir introduit l'air sec dans le vase G, on tournait le robinet C de manière à mettre ce vase en communication avec le manomètre ; puis on mesurait la dilatation ainsi que nous l'avons dit plus haut. Après l'observation à la température T on laissait refroidir et l'on mesurait la contraction du gaz ramené à  $0^\circ$ . On opérait ainsi plusieurs fois de suite sur la même portion de gaz ; comme les observations à T se rapportent également bien à chacune des observations à 0 la quantité de gaz étant toujours la même, on peut les combiner entre elles à volonté.

Le tableau suivant contient les observations sur l'air sec, dont le coefficient de dilatation sous pression constante est d'après Régnault  $\alpha_T = \alpha_t = 0,00367$ .

On s'est servi dans ces expériences, comme dans la plupart des suivantes, d'un bain de vapeur d'aniline :

TABLEAU I.

## Air.

	$b_1$	$b_2$	$t_1$	$t_2$	$u_1$	$u_2$	$T$	$x$	$V_0$
1.	735,58	748,60	12,0	14,3	0,510	269,85	182,1	0,45	64,93
2.	735,58	750,65	»	14,4	»	»	183,25	0,51	»
3.	735,58	747,00	»	13,3	»	»	181,00	0,50	»
4.	735,58	749,30	»	12,9	»	»	183,55	0,52	»
5.	735,56	748,60	12,1	14,3	»	»	182,1	0,46	»
6.	735,56	750,65	»	14,4	»	»	183,25	0,52	»
7.	735,56	747,00	»	13,3	»	»	181,00	0,50	»
8.	735,56	749,30	»	12,9	»	»	183,55	0,52	»
9.	735,52	748,60	12,0	14,3	»	»	182,1	0,46	»
10.	735,52	750,65	»	14,4	»	»	183,25	0,52	»
11.	735,52	747,00	»	13,3	»	»	181,00	0,51	»
12.	735,52	749,30	»	12,9	»	»	183,55	0,52	»

La moyenne de ces 12 observations est

$$x=0,50 \text{ c. cubes.}$$

*Acide sulfureux.* L'acide sulfureux fut préparé par le cuivre et l'acide sulfurique concentré; on fit passer ce gaz par l'appareil dessiccateur et on le condensa par le froid dans un tube contenant de l'acide phosphorique anhydre. Le vase G ayant été évacué, on l'entoura d'un mélange réfrigérant, puis on le mit en communication avec le tube contenant l'acide sulfureux, en ayant soin d'éviter l'emploi de tuyaux en caoutchouc. Le gaz se précipitant dans le vide remplit bientôt le vase G, où il se condensa aussitôt, de façon qu'il s'établit entre le tube d'acide sulfureux et le vase G une distillation régulière. Le tube d'acide sulfureux étant vide, on enleva le mélange réfrigérant qui entourait le vase G pour y plonger le premier tube et la distillation s'établit en sens contraire.

Le procédé qu'on vient de décrire a l'avantage d'assurer l'expulsion complète de l'air resté dans l'appareil, tout



en évitant les inconvénients qu'il y a à se servir de la pompe pour remplir le vase G avec l'acide sulfureux. Le tube G une fois rempli de ce gaz, il ne restait plus qu'à en mesurer la dilatation. Pendant l'échauffement dans le bain de vapeur d'aniline, je remarquai à l'ascension graduelle du mercure dans le tube du manomètre une diminution lente de la quantité du gaz contenu dans le vase G, diminution que je ne pus m'expliquer que par la présence sur les fils de verre de quelques traces de substances organiques, qui auraient subsisté malgré les précautions prises pour éviter ou détruire toute impureté. Cependant comme cette diminution était fort lente et régulière, elle ne rendait pas toute mesure impossible.

Je fis donc une série d'observations qui ne sauraient, il est vrai, prétendre à une grande exactitude, mais qui ne peuvent s'écarter beaucoup de la réalité, comme il ressort des considérations suivantes. Dans les expériences où l'on mesurait la dilatation du gaz de 0 à 180°, une diminution dans la quantité du gaz réduisait d'autant la dilatation apparente et l'on mesurait ainsi une quantité trop petite. Au contraire, dans les expériences où l'on mesurait la contraction du gaz, une diminution dans la quantité du gaz tendait à augmenter la contraction apparente et l'on observait une contraction trop forte. Si donc l'échauffement du tube G a la même durée avant l'observation à 180 qu'après celle-ci, les quantités de gaz disparues avant et après l'observation seront égales, et comme elles ont un effet opposé sur les résultats, la moyenne de ceux-ci sera juste.

Dans les observations suivantes, les durées de l'échauffement et du refroidissement n'étant pas égales, on a noté leur différence  $\theta$ , puis on a mesuré par une expérience

particulière la quantité de gaz qui disparaissait en deux heures, lorsque le vase G avait atteint la température du bain d'aniline.

Les coefficients de dilatation de l'acide sulfureux, dont on a fait usage dans le calcul sont, d'après Régnault:

$$\alpha_T = 0,003815. \quad \alpha_t = 0,003903.$$

TABLEAU II

**Acide sulfureux.**

	$b_1$	$b_2$	$t_1$	$t_2$	$u_1$	$u_2$	$T$	$x$	$\theta$
1.	721,27	748,94	10,2	12,2	0,510	26,985	183,45	1,18	} 1,5 h.
2.	721,27	742,88	10,2	11,6	»	»	183,45	0,69	
3.	716,17	742,88	10,4	11,6	»	»	183,45	1,16	} 2,5 h.
4.	716,17	735,05	10,4	11,9	»	»	183,0	0,48	
5.	709,81	735,05	10,1	11,9	»	»	183,0	1,18	} 1 h. } 3 h.
6.	709,81	731,98	10,1	10,7	»	»	183,8	0,74	
7.	709,81	729,09	10,1	10,9	»	»	183,9	0,42	

Il résulte des deux dernières observations que le volume du gaz qui disparaît en deux heures est de 0,32 c. cubes. Si l'on tient compte des différences  $\theta$  des durées d'échauffement et de refroidissement, on obtiendra les corrections suivantes :

1)	1,18	= 1,18	} 1,05
2)	0,69 + 0,24	= 0,93	
3)	1,16	= 1,16	} 1,02
4)	0,48 + 0,40	= 0,88	
5)	1,18	= 1,18	} 1,04
6)	0,74 + 0,16	= 0,90	
5)	1,18	= 1,18	} 1,04
7)	0,42 + 0,48	= 0,90	

Moyenne  $x=1,04$ .

Ces observations terminées, j'ouvris le vase G un peu au-dessous du tube capillaire, pour le remplir d'acide nitrique concentré, que j'y fis bouillir afin d'enlever toutes les impuretés qui auraient pu adhérer aux fils de verre. Puis après avoir lavé l'acide à l'eau distillée, je séchai le vase G et le sondai de nouveau au tube capillaire. D'après des mesures ultérieures sur la capacité du ballon, le volume  $V_0$  se modifia un peu dans cette dernière opération, il mesurait :

$$V_0 = 65,04 \text{ c. cubes.}$$

Le tableau suivant contient trois observations sur l'air sec, qui ont été calculées au moyen des coefficients de dilatation indiqués pour le tableau I.

TABLEAU III

Air.

$b_1$	$b_2$	$t_1$	$t_2$	$u_1$	$u_2$	$T$	$x$
730,56	746,31	10,8	14,60	0,510	269,85	183,55	0,63
730,18	743,62	11,0	12,40	»	»	183,45	0,53
730,00	743,62	11,9	12,40	»	»	183,45	0,55

Moyenne:  $x = 0,57.$

D'après les observations de de Saussure, c'est l'ammoniaque qui éprouve généralement les plus grandes absorptions, aussi l'étude de la condensation de ce gaz offrait un intérêt tout particulier. Le coefficient de dilatation sous pression constante de l'ammoniaque n'étant pas connu, je l'ai mesuré tout d'abord, ce qui pouvait se faire très simplement au moyen de mon appareil.

*Mesure du coefficient de dilatation sous pression constante  
de l'ammoniaque.*

L'ammoniaque fut préparée en chauffant doucement au bain marie une solution aqueuse très concentrée de ce gaz, que l'on séchait ensuite, en le faisant passer dans une série de tubes contenant de la chaux vive.

Au lieu du vase G, on souda au tube capillaire un ballon de 194,29 c. cubes de capacité, que l'on évacua un grand nombre de fois, en faisant rentrer à chaque fois le gaz ammoniaque.

On fit deux séries d'expériences :

la première entre les températures 0 et 100° ;

la seconde entre 0 et 184°.

Le tableau suivant contient les observations de la première série :

TABLEAU IV

**Coefficient de dilatation sous pression constante de  
l'ammoniaque de 0 à 100°.**

	$b_1$	$b_2$	$t_1$	$t_2$	$u_1$	$u_2$	$T$	$V_0$	$100 \times \alpha$
1.	737,59	736,49	7,4	9,00	0,849	55,857	99,12	194,29	0,3808
2.	737,59	735,37	7,4	10,85	»	56,534	99,085	»	0,3807
3.	738,13	735,37	13,3	10,85	»	56,534	99,085	»	0,3795
4.	738,13	736,25	13,3	9,3	»	55,937	99,12	»	0,3792
5.	737,54	736,25	10,5	9,3	»	55,937	99,12	»	0,3804
6.	742,56	743,53	10,3	11,4	»	55,868	99,39	194,21	0,3811
7.	742,35	743,53	8,4	11,4	»	55,868	99,39	»	0,3812
8.	742,35	741,59	8,4	6,55	»	55,281	99,44	»	0,3798
9.	742,52	741,59	7,4	6,55	»	55,281	99,44	»	0,3794
10.	742,56	741,59	10,3	6,55	»	55,281	99,44	»	0,3793
11.	742,52	743,53	7,4	11,4	»	55,868	99,39	»	0,3808

Moyenne:  $\alpha = 0,003802$ .



TABLEAU V

Coefficient de dilatation sous pression constante de l'ammoniaque de 0 à 184°.

	$b_1$	$b_2$	$t_1$	$t_2$	$u_1$	$u_2$	$T$	$V_0$	$100 \times \alpha$
1.	742,52	743,27	7,4	9,4	0,849	82,560	182,7	194,21	0,37996
2.	742,62	743,27	9,7	9,4	»	82,560	182,7	»	0,37980
3.	742,62	742,82	9,7	7,9	»	82,268	183,1	»	0,37930
4.	742,53	742,82	8,7	7,9	»	82,268	183,1	»	0,37941
5.	742,52	742,82	7,4	7,9	»	82,268	183,1	»	0,37941
6.	742,52	743,99	7,4	10,3	»	82,718	183,05	»	0,37974
7.	742,62	743,99	9,7	10,3	»	82,718	183,05	»	0,37964
8.	742,53	743,99	8,7	10,3	»	82,718	183,05	»	0,37974
9.	742,53	743,27	8,7	9,4	»	82,560	182,7	»	0,37996

Moyenne :  $\alpha = 0,0037967$ .

Le coefficient de dilatation cubique du verre  $\delta$ , que l'on a admis dans toutes ces expériences, fut aussi mesuré sur un ballon du même verre que le tube G et que celui du ballon employé pour la mesure du coefficient de dilatation de l'ammoniaque. J'ai obtenu :

$$\delta = 0,00002359.$$

Après ces mesures préliminaires, l'appareil fut monté de nouveau ; on remplit de gaz sec le vase G et l'on fit deux séries d'expériences, la première de 0 à 100°, la seconde de 0 à 180°, dont les résultats sont contenus dans les tableaux suivants :

TABLEAU VI

Ammoniaque 0-100°.

	$b_1$	$b_2$	$t_1$	$t_2$	$u_1$	$u_2$	$T$	$x$	$V_0$
1.	737,40	741,16	12,4	13,8	0,510	19,646	99,29	0,80	65,04
2.	737,00	741,16	13,1	13,8	»	19,646	99,29	0,83	»
3.	737,00	741,31	13,1	16,2	»	19,651	99,31	0,69	»
4.	741,51	743,33	9,7	15,5	»	19,793	99,38	0,63	»
5.	741,09	743,33	9,7	15,5	»	19,793	99,38	0,67	»
6.	741,09	742,59	9,7	12,6	»	19,616	99,35	0,63	»
7.	741,49	742,59	9,4	12,6	»	19,616	99,35	0,69	»

Le vase G fut rempli par deux fois de gaz ammoniacque. Les trois premières observations eurent lieu après le premier remplissage, les quatre dernières après le second. On voit d'ailleurs que les trois premières observations présentent des écarts assez forts, tandis que les quatre dernières diffèrent beaucoup moins; je ne tiendrai compte que de celles-ci dont la moyenne est

$$x=0,65.$$

TABLEAU VII  
Ammoniaque 0—180°.

	$b_1$	$b_2$	$t_1$	$t_2$	$u_1$	$u_2$	$T$	$x$	$V_0$
1.	742,63	774,52	11,4	11,50	0,510	26,985	181,85	1,76	65,04
2.	742,63	772,55	11,4	12,85	»	»	181,45	1,43	»
3.	742,63	772,29	11,4	13,20	»	»	181,45	1,49	»
4.	739,71	772,29	12,1	13,20	»	»	181,45	1,70	»
5.	739,71	772,88	12,1	13,6	»	»	182,35	1,53	»
6.	737,40	772,88	12,4	13,6	»	»	182,35	1,74	»
7.	745,64	773,24	9,8	11,6	»	»	182,65	1,29	»
8.	743,42	773,24	8,2	11,6	»	»	182,65	1,48	»
9.	743,42	772,25	8,2	11,8	»	»	182,80	1,36	»
10.	741,51	772,25	9,7	11,8	»	»	182,80	1,54	»

Les observations du n° 1 au n° 6 ont été faites après le premier remplissage, les suivantes n° 7 à n° 10 après le second. Les écarts assez forts, que l'on remarque dans les résultats, sont en grande partie l'effet d'une diminution lente du gaz, tout à fait analogue à celle que nous avons observée pour l'acide sulfureux. Comme plus haut, je ne tiendrai compte que des observations n° 7 à 10, faites après le second remplissage. Les moyennes de

n° 7—8, 8—9, 9—10 sont respectivement

1,38, 1,42, 1,45, ce qui fait une moyenne de 1,42 pour la valeur de  $x$ .

Après avoir étudié la condensation de l'acide sulfureux et de l'ammoniaque, je crus qu'il ne serait pas sans intérêt d'étudier celle d'un gaz plus parfait; de l'hydrogène.

L'hydrogène fut préparé par le zinc pur et l'acide sulfurique; du gazomètre où on l'avait recueilli, l'hydrogène se rendait dans le vase G par l'appareil dessiccateur.

Le coefficient de dilatation sous pression constante de l'hydrogène est d'après Regnault

$$\alpha_T = \alpha_t = 0,003661.$$

Le tableau suivant contient les résultats obtenus pour ce gaz entre 0 et 180°.

TABLEAU VIII

**Hydrogène.**

	$b_1$	$b_2$	$t_1$	$t_2$	$u_1$	$u_2$	$T$	$x$	$V_0$
1.	745,61	753,71	11,1	13,9	0,753	27,679	182,35	0,45	65,04
2.	745,61	753,87	11,1	14,0	»	»	182,2	0,47	»
3.	745,61	754,40	11,1	13,8	»	»	183,0	0,47	»
4.	745,25	754,40	9,1	13,8	»	»	183,0	0,49	»
5.	745,25	751,36	9,1	11,0	»	»	183,4	0,35	»
6.	745,25	751,47	9,1	11,07	»	»	183,4	0,45	»
7.	745,25	751,65	9,1	11,22	»	»	183,4	0,46	»
8.	745,25	753,66	9,1	12,50	»	»	183,65	0,49	»
9.	745,66	751,47	10,9	11,07	»	»	183,4	0,43	»
10.	745,25	753,71	9,1	13,9	»	»	182,35	0,48	»
11.	745,66	753,66	10,9	12,50	»	»	183,65	0,47	»
12.	745,66	754,40	10,9	13,8	»	»	183,0	0,48	»
13.	745,66	753,71	10,9	13,9	»	»	182,35	0,45	»
14.	745,61	751,47	11,1	11,07	»	»	183,4	0,43	»

Moyenne :  $x = 0,46$ .

Enfin, la condensation de l'air fut mesurée une dernière fois avec grand soin, afin d'en comparer directement les

résultats avec ceux qu'on venait d'obtenir pour l'hydrogène.

TABLEAU IX

**Air.**

	$b_1$	$b_2$	$t_1$	$t_2$	$u_1$	$u_2$	$T$	$x$	$V_0$
1.	754,20	758,30	11	9,4	0,753	27,679	182,55	0,46	65,04
2.	754,20	763,85	11	12,65	»	»	182,80	0,60	»
3.	754,20	764,00	11	12,8	»	»	182,75	0,61	»
4.	754,55	763,85	7,9	12,65	»	»	182,80	0,55	»
5.	754,55	762,18	7,9	11,2	»	»	182,53	0,59	»
6.	754,54	762,18	9,25	11,2	»	»	182,53	0,60	»
7.	754,20	763,02	11	11,05	»	»	182,90	0,69	»
8.	754,55	763,02	7,9	11,05	»	»	182,90	0,65	»
9.	754,20	762,18	11	11,2	»	»	182,53	0,63	»
10.	754,54	763,02	9,25	11,05	»	»	182,90	0,65	»
11.	754,54	763,60	9,25	11,3	»	»	182,85	0,68	»
12.	754,54	763,85	9,25	12,65	»	»	182,80	0,57	»
13.	755,12	763,02	7,8	11,05	»	»	182,90	0,60	»
14.	755,12	761,46	7,8	10,85	»	»	182,70	0,50	»
15.	755,12	761,98	7,8	11,2	»	»	181,80	0,52	»

Moyenne 0,59.

Remarquons en terminant que les valeurs de  $x$ , qu'on vient d'indiquer, se rapportent au volume du gaz sous la pression initiale  $b_1$ . Ces volumes doivent encore être réduits à la pression normale de 760<sup>mm</sup>.

## CONCLUSION.

Voici les résultats fournis par les expériences que nous venons de décrire.

Il se dégage d'une surface de verre de 1,6752 m. carré



de 0 à 180°	0,45 c. cubes d'hydrogène;
» »	0,58 c. cubes d'air;
» »	1,03 c. cubes d'acide sulfureux;
» »	1,41 c. cubes d'ammoniaque;
de 0 à 100°	0,63 c. cubes d'ammoniaque;

soit d'une surface d'un millimètre carré

de 0 à 180°	0,00027 mill. cubes d'hydrogène;
» »	0,00035 » » d'air;
» »	0,00059 » » d'acide sulfureux;
» »	0,00083 » » d'ammoniaque;
de 0 à 100°	0,00039 » » d'ammoniaque.

Les quantités que l'on vient de mesurer étant, comme on le voit, fort petites, les erreurs d'observation et en particulier le choix du coefficient de dilatation sous pression constante dont la valeur n'est pas très exactement connue pour les différents gaz, ont une grande influence sur les résultats. La valeur de  $x$  étant partout positive, il faut admettre cependant que la condensation des gaz à la surface du verre est plus forte que ces erreurs.

Quant aux valeurs relatives de la condensation des différents gaz, leur ordre de grandeur est assez conforme aux résultats obtenus par de Saussure, bien qu'il ne s'accorde pas avec la théorie de M. O.-E. Meyer sur l'adhésion des gaz à la surface des solides. Dans son ouvrage estimé <sup>1</sup> sur la théorie des gaz M. O.-E. Meyer admet en effet comme base de son essai de théorie de l'adhésion (p. 308), que, parmi les molécules d'un gaz qui heurtent les parois du vase, il n'y a que celles dont l'énergie n'atteint pas une

<sup>1</sup> *Die kinetische Theorie der Gase.* Breslau, 1877.

certaine valeur, qui puissent adhérer. Il résulte de cette hypothèse que les condensations éprouvées par différents gaz seraient proportionnelles aux racines carrées des densités respectives, ou en raison inverse des vitesses moléculaires.

Enfin, d'après les observations relatives à la mesure du coefficient de dilatation sous pression constante de l'ammoniaque, on a obtenu pour ce gaz :

$$\text{de } 0 \text{ à } 100^{\circ} \quad \alpha = 0,003802;$$

$$\text{de } 0 \text{ à } 180^{\circ} \quad \alpha = 0,003797.$$

---

# LA MACHINE SIEMENS

ET

SON APPLICATION A LA TRANSMISSION DE LA FORCE

PAR

**M. A. ACHARD**

---

Au nombre des machines qui sont employées actuellement pour obtenir des courants électriques de grande intensité, il faut citer comme une des plus perfectionnées celle de Siemens. Elle paraît rivaliser avec celle de Gramme pour la plupart des applications. Comme il n'en a jamais été question dans les *Archives*, nous croyons utile d'en donner une courte description.

Elle possède les caractères généraux des machines d'induction de récente invention. Un système de conducteurs mobiles enroulés autour d'un noyau en fer doux tourne dans l'intervalle de deux armatures ou pièces polaires qui réunissent respectivement les pôles semblables des aimants inducteurs. Lorsque ceux-ci sont des électroaimants, leur aimantation est produite non par un courant électrique emprunté au dehors, mais par le courant même qu'il s'agit d'obtenir et dont la naissance est permise par le magnétisme remanent du fer doux<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> C'est-à-dire qu'elle rentre alors dans la catégorie des machines dites *dynamo-électriques*.

La bobine (c'est-à-dire la pièce qui porte les conducteurs mobiles) de la machine dont nous nous occupons diffère sensiblement de celle qui porte également le nom de Siemens, et dont l'invention a été le premier pas dans la voie du perfectionnement des appareils d'induction. Cette dernière était, comme on sait, formée par un cylindre creusé de deux rainures longitudinales qui n'en laissaient subsister qu'une sorte de double T : le fil conducteur était enroulé dans les rainures parallèlement à l'axe de figure du cylindre qui était en même temps son axe de rotation et formait un ensemble de circuits oblongs ayant leurs plans parallèles entre eux et perpendiculaires au plan de l'âme du double T. Le courant obtenu change de sens chaque fois que le plan de cette âme passe par la ligne des pôles.

Ici le noyau de fer doux est un anneau qui tourne autour de son axe de figure, comme celui de la machine Gramme, mais avec cette différence qu'il est beaucoup plus allongé relativement à son diamètre, et que, les fils s'enroulant seulement sur la surface externe, la surface interne se trouve libre et est reliée par des bras à l'arbre de rotation.

Les électro-aimants inducteurs sont au nombre de deux et sont disposés l'un d'un côté, l'autre de l'autre côté (quelquefois l'un au-dessus, l'autre au-dessous) de la bobine dont l'axe est horizontal, et le tout forme par rapport à cet axe un ensemble symétrique. On s'arrange pour que les pôles de même nom soient tous deux au-dessus et tous deux au-dessous (ou quelquefois tous deux à droite et tous deux à gauche) de la bobine et en regard l'un de l'autre; ils sont réunis par des armatures qui affectent la forme d'un segment de cylindre concentrique avec l'axe de



l'anneau. Les deux armatures qui contiennent ainsi les pôles opposés des électro-aimants laissent par conséquent entre elles un vide cylindrique dans lequel tourne la bobine, qui se trouve enveloppée par elles sur une grande partie de sa périphérie. Pour éviter la production de courants secondaires dans la masse des armatures, on a rendu celles-ci discontinues en les fendant suivant des plans perpendiculaires à l'axe de rotation.

Pour se rendre compte de la façon dont le conducteur mobile est enroulé sur l'anneau, il faut se figurer la surface externe de celui-ci comme divisée par des plans diamétraux en un nombre pair de segments égaux. A chaque paire de segments diamétralement opposés correspond un fil spécial qui est enroulé sur eux suivant la longueur du cylindre. Par suite de l'action combinée des pôles inducteurs des électro-aimants et des pôles induits du noyau (ces derniers sont fixes dans l'espace quoique se déplaçant continuellement dans la matière du noyau par suite de sa rotation), action qu'il serait trop long d'analyser ici, le mouvement de rotation détermine dans chaque circuit partiel un courant qui atteint son maximum au moment où le plan moyen du circuit franchit le plan mené par l'axe et par les pôles, et qui s'annule et change de sens au moment où il franchit le plan perpendiculaire au précédent.

La manière dont ces courants partiels, qui se neutraliseraient si les fils des circuits partiels se soudaient simplement bout à bout en un circuit unique, sont dirigés de façon à se réunir en un courant unique, est analogue à ce qui est réalisé dans la machine Gramme. L'axe porte à une des extrémités de la bobine un manchon formé de douves de cuivre séparées les unes des autres par une

matière isolante. Chacune de ces pièces sert de communication entre l'une des extrémités d'un circuit partiel et l'une des extrémités d'un autre, les choses étant disposées de façon à ce que, des deux bouts ainsi réunis, l'un soit à un instant donné l'origine et l'autre la terminaison des courants des deux circuits auxquels ils appartiennent respectivement. L'ensemble des courants est alors ramené à deux courants égaux qui, partant de la génératrice du manchon située dans un certain plan, cheminent, l'un d'un côté, l'autre de l'autre, vers la génératrice diamétralement opposée. Deux dérivations par pinceaux métalliques qui appuyent sur le manchon suivant ces deux génératrices<sup>1</sup>, et qui sont réunies par le circuit externe, font que celui-ci est parcouru par un courant unique provenant de la superposition de ces deux courants égaux.

La machine que nous venons de décrire a été imaginée par M. von Hefner-Alteneck, un des principaux ingénieurs de la maison Siemens. Cet inventeur s'était d'abord proposé d'éviter les pertes de travail provenant des changements de polarité que le noyau éprouve par le fait de son mouvement, et dans ce but avait rendu le noyau fixe. Les conducteurs étaient enroulés sur un cylindre d'argentan concentrique au noyau; l'ensemble formé par ce cylindre, les conducteurs et le manchon segmenté, participait seul à la rotation<sup>2</sup>. L'expérience a fait reconnaître

<sup>1</sup> Pour cette machine, comme pour celle de Gramme, l'expérience a montré que le plan des deux génératrices sur lesquelles il convient d'appuyer les pinceaux pour avoir le meilleur résultat n'occupe pas la position indiquée par la théorie, mais doit être déplacé d'un certain angle dans le sens du mouvement. Voir sur les causes de ce fait un article de M. Bréguet dans les *Annales de chimie et de physique*, 5<sup>me</sup> série, tome XVI.

<sup>2</sup> Voir *Nature*, t. XIV, p. 133, juin 1876.

que l'indépendance des circuits mobiles et du noyau offrait des difficultés mécaniques difficiles à surmonter et on y a renoncé.

La machine Siemens donne de puissants effets sous un petit volume, ce qui tient à ce que le conducteur n'ayant aucune partie enroulée à l'intérieur de l'anneau se meut tout entier dans la région la plus intense du champ magnétique. Son effet utile est considérable. D'après les résultats des expériences communiquées par M. le D<sup>r</sup> Hopkinson à l'*Institution of mechanical engineers*<sup>1</sup>, il varie de 0,85 à 0,97.

Dans une lecture<sup>2</sup> faite à l'une des séances de l'*Electrotechnischer Verein* récemment fondé à Berlin, M. Werner Siemens a présenté quelques considérations sur l'emploi de cette machine et des machines dynamo-électriques en général pour la transmission de la force à distance.

Nous extrayons de son exposé les passages suivants :

« Admettons que nous ayons relié ensemble deux  
« machines dynamo-électriques identiques et dépourvues  
« de résistance mécanique, et que nous fassions marcher  
« l'une dans le sens requis pour la production du cou-  
« rant, l'autre se mettra à tourner dans le sens opposé.  
« Comme celle-ci n'a aucune résistance à surmonter, sa  
« vitesse de rotation s'accroîtra jusqu'à ce que le contre-  
« courant qu'elle engendre soit exactement aussi fort  
« que le courant de la machine qui la met en mouve-  
« ment. Alors l'équilibre s'établira, aucun courant ne  
« circulera dans le conducteur, mais aussi il n'y aura ni  
« travail consommé par une des machines, ni travail

<sup>1</sup> Voir *Engineering*, 9 mai 1879.

<sup>2</sup> Voir *Electrotechnische Zeitschrift*, février 1880.

« produit par l'autre. Mais si vous chargez la machine  
« conduite, vous diminuez par là d'abord sa vitesse, et  
« dès que la vitesse est diminuée le contre-courant  
« qu'elle engendre l'est aussi; le fil conjonctif et les  
« machines doivent donc être parcourus par un courant  
« qui correspond à la différence des vitesses de rotation  
« des deux machines.

« Cet excès du courant de la machine génératrice  
« fait qu'elle oppose une résistance à la rotation, que  
« par conséquent elle consomme du travail, que par  
« contre la machine conduite produit un travail qui cor-  
« respond à l'intensité du courant et à la vitesse.

« .... Vous voyez par là que plus les deux machines  
« marchent vite, plus grand est le travail qu'accomplit  
« un courant d'intensité donnée en circulant dans le fil  
« conducteur, et plus naturellement est grand, d'autre  
« part, le travail qui est nécessaire pour engendrer le  
« courant. On peut donc, en augmentant la vitesse de  
« rotation, augmenter presque indéfiniment la quantité  
« de travail transmise par l'intermédiaire des deux ma-  
« chines, tout au moins jusqu'à la limite de vitesse qui  
« est encore admissible en pratique. Il résulte aussi de  
« ces considérations que, avec une plus grande vitesse,  
« une quantité donnée de travail peut être réalisée par  
« un courant plus faible, partant par une moindre diffé-  
« rence de vitesse entre les deux machines. Or comme  
« la perte de travail qui accompagne la transmission,  
« abstraction faite du frottement et de la perte résultant  
« de l'échauffement des conducteurs, s'exprime par la  
« différence de vitesse, il s'en suit également que le tra-  
« vail est transmis d'une manière d'autant plus complète  
« que la vitesse de rotation de la machine (conduite) est



« plus grande. La question de la grandeur de la perte  
« de travail dans la transmission électrique n'est donc  
« pas susceptible d'une réponse positive. Cette perte est  
« d'autant moindre que les machines sont plus puissantes  
« et que leurs vitesses de rotation sont plus grandes.  
« Mais si on pose la question comme suit : pour quelle  
« vitesse de la machine conduite, celle de la machine  
« génératrice étant constante, le travail transmis est-il  
« maximum ? le calcul montre que, pour des machines  
« dynamo-électriques parfaites, le maximum serait atteint  
« lorsque la première de ces vitesses est le  $\frac{1}{3}$  de  
« la seconde. Par machine dynamo-électrique parfaite  
« j'entends celle où les masses de fer sont assez grosses  
« pour que leur magnétisme croisse proportionnellement  
« à l'intensité du courant circulant dans les hélices, et  
« où aucune perturbation étrangère ne se produit. Dans  
« cette supposition le travail d'une machine dynamo-  
« électrique devrait croître comme le cube de la vitesse  
« de rotation. Cela résulte de ce que la résistance à sur-  
« monter, dans le mouvement de rotation, doit être pro-  
« portionnelle à l'intensité du magnétisme et à la vitesse  
« avec laquelle les conducteurs passent devant les pôles.  
« Mais comme l'intensité du courant induit est aussi pro-  
« portionnelle à cette vitesse, et que, d'après l'hypothèse  
« ci-dessus, la puissance du magnétisme engendré par le  
« courant est proportionnelle à l'intensité du courant,  
« et par suite à cette même vitesse, on voit que la ré-  
« sistance à surmonter varie comme le carré de celle-  
« ci. Le travail qu'on dépense en surmontant cette résis-  
« tance est, de son côté, égal au produit de cette résis-  
« tance et de la vitesse avec laquelle on la surmonte. Il  
« faut donc que le travail absorbé par le fonctionnement

« d'une machine dynamo-électrique à circuit fermé soit  
« proportionnel au cube de la vitesse de rotation.

« Mais les expériences montrent que les choses ne se  
« passent pas ainsi : l'augmentation de la dépense de  
« travail marche beaucoup plus lentement. Il y a à cela  
« différentes raisons. D'abord la résistance des contacts  
« croît avec la vitesse, à cause de la rugosité de leurs  
« surfaces. Ensuite la position du commutateur a une  
« grande influence. Si le courant qui parcourt les hélices  
« est puissant, il y a deux forces qui déterminent la situa-  
« tion des pôles magnétiques : l'une est le magnétisme  
« des électro-aimants fixes, l'autre est la force magnéti-  
« sante des tours d'hélice qui tend à placer la ligne des  
« pôles perpendiculairement à leur plan. Il en résulte un  
« déplacement de la situation des pôles dans le sens du  
« mouvement, ou, en d'autres termes, la ligne des con-  
« tacts des collecteurs ne doit pas être perpendiculaire à  
« la ligne des pôles de l'aimant fixe, mais être déplacée  
« dans le sens du mouvement. La vitesse de rotation  
« exerce pour son compte la même influence. Elle a  
« même une influence remarquablement forte, ce qui  
« montre que la vitesse avec laquelle le magnétisme se  
« déplace dans le fer n'est pas illimitée.

« Ces causes, auxquelles d'autres encore inconnues  
« viendront peut-être s'ajouter, font que, conformément  
« à l'expérience, le travail absorbé par la rotation ne  
« croît pas comme le cube de la vitesse de celle-ci, mais  
« à un degré beaucoup moindre. Si l'hypothèse indiquée  
« plus haut était juste, le travail d'un moteur électrique  
« actionné par un générateur de courant atteindrait,  
« comme il a été dit, son maximum quand la vitesse du  
« premier serait réduite au  $\frac{1}{3}$  de celle du second. S'il

« s'agit non d'une machine dynamo-électrique, mais  
« d'une machine magnéto-électrique, le même calcul  
« montre que le maximum de travail aurait lieu pour  
« une réduction de vitesse seulement à  $\frac{1}{2}$ ; il s'agit ici,  
« bien entendu, du maximum de travail qu'une machine  
« de grandeur donnée peut fournir, et non du maximum  
« de transmissibilité de travail qui correspondrait à la  
« moindre diminution de la vitesse. »

M. Siemens conclut ainsi :

« Des dernières expériences que nous avons faites  
« récemment sur la transmission de la force, il résulte  
« que, avec une vitesse de rotation modérée, on peut  
« transmettre comme travail utile 45 à 50 % du travail  
« dépensé. Avec une rotation plus rapide, ce travail utile  
« peut atteindre 60 % . »

M. W. Siemens fonde en partie son espoir, quant à l'avenir de ce mode de transmettre et de distribuer la force, sur la possibilité de concentrer la production initiale du travail moteur dans de grandes machines pourvues de tous les perfectionnements et employant le combustible dans les conditions les plus économiques. Cette vue avait été déjà exprimée par M. W.-E. Ayrton (*Nature* 1879) dans une conférence faite à Sheffield devant l'Association britannique des sciences.

La lecture de M. Siemens s'est terminée par quelques détails sur son projet d'application de la transmission électrique à la propulsion sur voie ferrée. Son système, en le supposant appliqué à des chemins de fer spécialement destinés aux transports postaux, consiste à faire de l'axe de la machine dynamo-électrique réceptrice l'axe moteur du véhicule, en sorte que chaque tour de la machine représenterait un tour de roues. Cet axe est isolé électri-

quement de celui qui porte l'autre paire de roues et les deux axes sont formés chacun de deux moitiés isolées. Le circuit conducteur est formé par la terre et par un des rails qui est complètement isolé de ses supports. Le courant arrive par le rail isolé, et par la roue correspondante, à l'hélice du moteur dynamo-électrique et retourne au générateur de courant par l'autre roue et par l'autre rail qui est au contraire en communication avec le sol. En mettant le rail conducteur en communication avec une partie des parois en tôle formant le tube dans lequel le véhicule postal circulerait, on pourrait avoir un conducteur dont la résistance par kilomètre serait seulement de 0,02 unité mercurielle, et l'on n'aurait pas besoin de mettre moins de 20 kilomètres d'intervalle entre les machines productrices de courant qui seraient échelonnées le long de la ligne.

Pour des chemins de fer-omnibus on emploierait un système analogue, avec cette différence que la machine réceptrice serait montée sur un axe spécial imprimant, par le moyen de poulies et de courroies, le mouvement à l'essieu des roues motrices.

Enfin M. Siemens a expliqué comment la transmission électrique pourrait servir, dans les chemins de fer ordinaires à locomotive, à fournir aux waggons un supplément d'adhérence basé sur l'emploi d'une sorte de câble toueur.

---



# CHALEUR SPÉCIFIQUE, CHALEUR LATENTE DE FUSION

ET

## POINT DE FUSION DE DIVERS MÉTAUX RÉFRACTAIRES

PAR

**M. J. VIOLLE**

(Extrait par l'auteur)

---

I. *Platine. 1.* — La chaleur spécifique du platine a été mesurée à 100, 800, 1000 et 1200°, sur le métal bien pur, dû à l'extrême obligeance de M. H. Sainte-Claire Deville.

La chaleur spécifique moyenne entre zéro et 800, déterminée avec l'appareil classique de M. Regnault, a été trouvée 0,0323.

Pour avoir la chaleur spécifique moyenne entre zéro et 800° on a introduit dans un même moufle horizontal le réservoir de porcelaine d'un thermomètre à air de M. Deville, et un vase en biscuit contenant la masse de platine soumise à l'expérience ; le moufle était chauffé au gaz dans un fourneau à double enveloppe, système Perrot. Lorsque la température de tout l'appareil était devenue bien stationnaire, on enlevait le vase contenant le platine, on retirait le métal et on le plongeait rapidement dans une éprouvette en platine placée, l'orifice en haut, au milieu de l'eau du calorimètre : on fermait l'éprouvette avec un petit couvercle en platine. Quand le platine s'était refroidi

au-dessous de  $100^{\circ}$  (c'est-à-dire au bout de douze à quinze minutes), on renversait l'éprouvette avec l'agitateur, de manière à assurer l'équilibre de température entre le platine et l'eau du calorimètre. L'équilibre n'était finalement atteint qu'après un temps assez long : aussi avait-on eu soin d'installer le calorimètre dans une enceinte à température constante, sur le modèle de celle qu'a adoptée M. Berthelot. La correction de refroidissement se faisait suivant la méthode indiquée par M. Regnault et développée par M. Pfaundler.

Pour mesurer la température  $T$ , on laissait le ballon de porcelaine librement ouvert à l'air sec pendant toute la durée du chauffage; ce ballon, qui jaugeait  $275^{\text{cc}}$  à zéro, était donc, au moment où l'on prenait le platine, plein d'air à la pression atmosphérique et à la température  $T$ . Par un jeu convenable du robinet supérieur du manomètre, on supprimait alors la communication avec l'atmosphère; pendant le refroidissement, on maintenait le volume du gaz constant; finalement, on plongeait le ballon dans de l'eau froide et on mesurait la pression du gaz ramené au volume initial<sup>1</sup>.

Il n'est pas inutile de remarquer que la méthode suivie

<sup>1</sup> MM. H. de Sainte-Claire Deville et Troost ont montré (*Compt. rendus*, t. LIX, p. 162) qu'avec un ballon de porcelaine (et sans doute aussi avec un ballon en verre), il faut tenir compte d'une double variation de volume : 1° la variation passagère représentée par  $V_0 k T$ ,  $k$  étant le coefficient de dilatation de la matière du ballon, coefficient variable avec la température et qu'ils ont mesuré jusqu'à  $1500^{\circ}$ ; 2° une variation permanente qui persiste après que le ballon est revenu à la température ordinaire. Cette deuxième variation, toutefois, devient insensible avec les ballons de Gosse quand on opère plusieurs fois de suite à une même température, tant qu'on n'approche pas trop du point auquel le ballon a été cuit. Ainsi j'ai

pour déterminer les températures permet dans toute l'étendue des expériences des mesures exactes, à moins de 1° près, tout en laissant l'avantage de ne pas exposer le ballon, lorsqu'il est très chaud, à des excès de pression capables de le déformer. Pour évaluer la variation de température  $\delta T$  correspondant à une variation de pression donnée  $\delta h$ , on peut négliger dans l'équation du problème les termes de correction qui n'influent pas sensiblement sur la quantité à évaluer; on a alors simplement, en appelant  $H$  la pression atmosphérique,  $h$  la pression finale et  $\alpha$  le coefficient de dilatation de l'air,

$$\delta T = -\frac{H \delta h}{\alpha h^2};$$

à 1000°,  $H$  étant 760<sup>mm</sup>,  $h$  est à peu près 180<sup>mm</sup>; on a alors

$$\delta T = 6,55 \delta h.$$

Mais les lectures au manomètre se font avec un cathomètre donnant le  $\frac{1}{80}$  de millimètre; toutefois, comme la pression atmosphérique ne peut être exactement connue qu'au  $\frac{1}{40}$  de millimètre, les pressions doivent être regar-

observé les volumes suivants d'un même ballon après sept chauffes aux températures indiquées :

	Volumes. cc
Avant toute chauffe.....	274,29
Après 1 chauffe vers 1000°...	274,37
» 2 » ...	274,49
» 3 » ...	274,46
» 4 » ...	274,48
» 5 » ...	274,51
» 6 » ...	274,48
» 7 vers 1200°..	274,85

dées comme mesurées à  $\frac{1}{10}$  de millimètre et par conséquent les températures au  $0^{\circ},655$  près.

On a trouvé ainsi par deux expériences bien concordantes 0,0365 pour la chaleur spécifique moyenne du platine entre zéro et  $784^{\circ}$ .

La chaleur spécifique moyenne entre zéro et  $1000^{\circ}$  a été obtenue exactement de la même manière. On a toutefois introduit un changement important dans une partie des expériences. Pour éviter l'incertitude qui existe toujours sur une correction de refroidissement, quand même cette correction est faible (elle ne dépassait pas  $0^{\circ},3$  pour un excès de  $11$  à  $12^{\circ}$ ), on a supprimé, dans certaines expériences, l'éprouvette de platine et plongé directement le platine chaud dans l'eau. Il serait impossible d'opérer ainsi à  $300$  ou à  $400^{\circ}$ , parce qu'il se produirait une quantité très notable de vapeur. A  $1000^{\circ}$  et au-dessus, on n'a au contraire aucun dégagement de vapeur : le platine incandescent traverse l'eau sans en vaporiser une quantité appréciable et, lorsqu'il est au fond du calorimètre, on peut facilement, par une agitation convenable, éviter tout accident. Mais le temps nécessaire pour atteindre la température stationnaire se trouve alors réduit de quinze ou vingt minutes à une fraction de minute, ce qui supprime à peu près complètement toute correction de refroidissement. Les résultats de douze expériences faites, les trois premières par l'ancienne méthode, les trois autres par immersion du platine dans l'eau du calorimètre, ont été :

0,0376 à $985^{\circ}$	0,0377 à $1023^{\circ}$	0,0377 à $993^{\circ}$
0,0379 à $1028$	0,0377 à $1023$	0,0379 à $979$
0,0375 à $991$	0,0376 à $1002$	0,0379 à $989$
0,0376 à $1005$	0,0376 à $1006$	0,0376 à $979$



d'où 0,0377 pour la chaleur spécifique moyenne du platine entre zéro et 1000°.

En remplaçant le four Perrot par un autre four à double enveloppe, chauffé à l'aide d'un chalumeau Schloësing, on a pu fixer et mesurer des températures voisines de 1200°. Ce four à chalumeau Schloësing, construit comme le premier, par M. Wiesnegg, donne même facilement des températures très supérieures à 1200°, mais dont la mesure n'a pas encore pu être effectuée. Dans les expériences à 800° et à 1000°, les températures, mesurées au manomètre du thermomètre à air, étaient obtenues, comme je l'ai expliqué plus haut, en ramenant le gaz, tout compte fait des variations de volume du ballon de porcelaine, au même volume au commencement et à la fin de l'expérience, et notant la variation de pression ; dans les expériences actuelles, on a opéré et par variation de pression et par variation de volume ; la température a donc été mesurée chaque fois de deux manières différentes.

On a ainsi trouvé :

0,0389 à 1194°, cette température étant donnée par les deux mesures 1195 et 1192 ;

0,0388 à 1168°, cette température étant donnée par les deux mesures 1171 et 1165 ;

0,0388 à 1168°, cette température étant donnée par les deux mesures 1169 et 1166.

La chaleur spécifique moyenne entre zéro et 1177° est donc 0,0388.

Toutes ces mesures se résument fidèlement en la formule suivante, qui peut donc être considérée comme donnant la *chaleur spécifique moyenne* du platine entre zéro et  $t$  jusqu'à 1200° :

$$C_0 = 0,0317 + 0,000006 t$$

On en déduit

$$\begin{aligned} C_t^{100} &= 0,0323, & C_t^{500} &= 0,0347, & C_0^{950} &= 0,0371, \\ C_t^{200} &= 0,0329, & C_0^{600} &= 0,0353, & C_0^{1000} &= 0,0377, \\ C_t^{300} &= 0,0335, & C_0^{700} &= 0,0359, & C_0^{1100} &= 0,0383, \\ C_0^{400} &= 0,0341, & C_0^0 &= 0,0365, & C_0^{1200} &= 0,0389. \end{aligned}$$

On a ainsi les données nécessaires pour la mesure exacte, par une simple expérience calorimétrique, de toute température comprise entre zéro et 1200°.

La *chaleur spécifique vraie* du platine à  $t$  degrés,  $\frac{dQ}{dt}$  est, dans les mêmes limites,

$$\gamma_t = 0,0317 + 0,000012 t.$$

2. — On a mesuré la quantité de chaleur cédée par 1<sup>gr</sup> de platine solide du point de fusion à zéro. A cet effet, on fondait une certaine quantité de platine, on plongeait dans le platine fondu un fil du même métal contourné en spirale, et, au moment où la surface du bain se solidifiait, on enlevait à l'aide de ce fil une rosette de platine solide que l'on immergeait dans l'eau du calorimètre. Avec cinq rosettes, pesant respectivement

$$57^{\text{gr}},30, \quad 59^{\text{gr}},87, \quad 81^{\text{gr}},50, \quad 40^{\text{gr}},67 \text{ et } 49^{\text{gr}},00,$$

on a successivement observé les échauffements suivants de l'eau du calorimètre, pour 1<sup>gr</sup> de platine :

$$0^{\circ},0722, \quad 0^{\circ},0704, \quad 0^{\circ},0702, \quad 0^{\circ},0715, \quad 0^{\circ},0708,$$

moyenne

$$0^{\circ},710.$$

La masse en eau du calorimètre étant ici 1052<sup>gr</sup>,524, on a 74<sup>u</sup>,73 pour la quantité de chaleur cédée par 1<sup>gr</sup> de platine du point de fusion à 15°, température moyenne du

liquide calorimétrique dans ces expériences ; et, par suite, la quantité de chaleur cédée par 1<sup>gr</sup> de platine solide du point de fusion à zéro est

$$q = 75^{\text{u}},21.$$

Si l'on admet que la chaleur spécifique du platine est représentée jusqu'au point de fusion par la formule linéaire donnée plus haut, il en résulte, pour la *température de fusion* du platine,

$$T = 1775^{\circ};$$

mais l'accroissement de la chaleur spécifique du platine avec la température s'accélère sans doute au voisinage du point de fusion, le platine passant par l'état pâteux avant de devenir liquide ; la température vraie de fusion, autant qu'il est permis alors de parler d'une température de fusion, doit donc être quelque peu inférieure au nombre ainsi obtenu.

3. — En coulant dans l'éprouvette de platine du calorimètre un certain poids de platine fondu et pris aussi près que possible du point de fusion, on peut mesurer la *chaleur totale de fusion* du métal, c'est-à-dire la quantité de chaleur nécessaire pour transformer 1<sup>gr</sup> de platine à zéro en platine liquide à la température même de fusion : avec des poids

$$47^{\text{gr}},51, \quad 78^{\text{gr}},30, \quad 40^{\text{gr}},82 \quad \text{et} \quad 158^{\text{gr}},79$$

de platine fondu, on a observé successivement les échauffements suivants de l'eau du calorimètre, pour 1<sup>gr</sup> de platine :

$$0^{\circ},0756, \quad 0^{\circ},0757, \quad 0^{\circ},0747, \quad 0^{\circ},767;$$

moyenne

$$0^{\circ},757.$$

La masse en eau du calorimètre étant, dans ces expériences, 1345<sup>gr</sup>,42, on a pour la chaleur totale de fusion du platine, à partir de 17°, température moyenne de l'eau du calorimètre, 101<sup>u</sup>,85, et, par suite, pour la chaleur totale de fusion à partir de zéro

$$L=102^u,39.$$

Si l'on en retranche la quantité de chaleur  $q$  nécessaire pour porter 1<sup>gr</sup> de platine à la température de fusion, on a la *chaleur latente de fusion*

$$\lambda=27^u,18.$$

4. Le point de fusion de l'argent, déterminé au cours de ces recherches, sur un échantillon d'argent pur qu'a bien voulu me préparer M. Lory, a été trouvé 954°, température sensiblement inférieure à celle que l'on admet ordinairement d'après Pouillet, 1000°, mais bien voisine du nombre 960° donné par M. Edmond Becquerel (*Annales de Chimie et de Physique*, 3<sup>me</sup> série, t. LXVIII, p. 49-143).

II. *Palladium*. 1. — La chaleur spécifique du palladium a été mesurée sur trois échantillons de métal pur, pesant respectivement 40<sup>gr</sup>,626, 40<sup>gr</sup>,35 et 88<sup>gr</sup>,225, qui m'avaient été donnés, le premier par M. Debray, les deux autres par M. Matthey, dont l'inépuisable obligeance, aussi bien connue et aussi souvent mise à l'épreuve en France qu'en Angleterre, a jadis permis à Graham ses belles recherches sur ce même palladium. Je prie ces Messieurs de vouloir bien recevoir ici mes remerciements.

La méthode suivie pour déterminer la chaleur spécifique du palladium aux températures comprises entre zéro et 1300 degrés, est la même que celle qui m'a servi à obtenir la chaleur spécifique du platine entre zéro et 1200 degrés. La mesure des températures s'est toutefois trouvée sim-



plifiée par l'étude précédemment faite du platine. Si, en effet, on a, comme contrôle nécessaire, mesuré directement au thermomètre à air un certain nombre de températures, on a pu dans la plupart des cas obtenir la température qu'eût donnée le thermomètre à air par une simple expérience calorimétrique effectuée avec le platine. Pour mesurer la chaleur spécifique du palladium à une température déterminée, il suffisait donc généralement de chauffer l'une à côté de l'autre, dans le creuset à expériences, deux masses, l'une de platine, l'autre de palladium, et de procéder simultanément à deux mesures calorimétriques : la première de ces mesures donnait la température au thermomètre à air ; la deuxième, la chaleur spécifique du palladium à cette même température.

Le tableau suivant résume les expériences, rangées, d'après l'échantillon du métal employé, en trois séries, I, II, III ;  $C_0^T$  désigne la chaleur spécifique moyenne du palladium entre zéro et T.

Série.	T.	$C_0^T$	$\Delta$ .
I.	100°	0,0592	0,0000
I.	626	0,0634	—0,0009
II.	685	0,0644	—0,0007
II.	738	0,0645	—0,0011
II.	892	0,0646	+0,0005
I.	933	0,0675	0,0000
II.	1008	0,0688	+0,0005
III.	1161 <sup>1</sup>	0,0694	—0,0004
I.	1171	0,0693	—0,0006
III.	1181 <sup>1</sup>	0,0701	+0,0001
II.	1183	0,0705	+0,0005
III.	1200	0,0698	—0,0004
II.	1244	0,0713	+0,0007
III.	1265	0,0714	+0,0005

<sup>1</sup> Température mesurée directement au thermomètre à air.

La colonne marquée  $\Delta$  contient les différences entre les nombres observés et les valeurs de la chaleur spécifique moyenne calculée d'après la formule

$$C_0^T = 0,0582 + 0,000010 T.$$

La chaleur spécifique vraie à  $T_0$ ,  $\frac{dQ}{dT}$  est, par suite, égale à  $\gamma^T = 0,0582 + 0,000020 T$ .

2. — La température de fusion du palladium a été obtenue de deux manières différentes :

1° En plongeant dans le calorimètre du palladium solide, chauffé aussi près que possible du point de fusion, et déduisant de la chaleur spécifique donnée par la formule (1) la température  $T$  à laquelle avait été chauffé le métal ;

2° En chauffant ensemble une masse de platine et à côté une certaine quantité de palladium, et cherchant à obtenir deux températures très voisines, telles que pour l'une le palladium fonde et non pour l'autre, ces températures étant, dans chaque cas, données par l'expérience calorimétrique effectuée avec le platine. Ces deux méthodes ont donné très exactement, pour la température de fusion du palladium, 1500 degrés.

Il est à noter que le palladium se ramollit avant de fondre, comme le platine ; deux fragments de palladium se soudent très bien ensemble, à une température inférieure à 1500 degrés.

3. — La chaleur totale de fusion, mesurée en coulant dans le calorimètre du palladium fondu à la température même de fusion, a été trouvée, avec trois coulées de 2<sup>gr</sup>,234 ; 5<sup>gr</sup>,580 et 13<sup>gr</sup>,423 de métal, 146<sup>u</sup>,0 ; 145<sup>u</sup>,8 et 146<sup>u</sup>,4 ; moyenne 146<sup>u</sup>,1 pour 1 gramme de métal. Si l'on retranche de cette chaleur totale

$$L=146^{\text{u}},4$$

la quantité de chaleur  $109^{\text{u}},8$  nécessaire pour échauffer 1 gramme de palladium de zéro à  $1500$  degrés, quantité de chaleur donnée par les expériences (2), on a la chaleur latente de fusion du palladium

$$\lambda = 36^{\text{u}},3$$

III *Iridium*. — La chaleur spécifique de l'iridium, comme celle du platine, croît régulièrement avec la température. Les expériences ont porté sur un beau morceau d'iridium pur fondu, dû à M. Mathey ; elles ont été poussées jusqu'à  $1400^{\circ}$  et elles sont bien représentées par la formule même trouvée pour le platine

$$C_o^t = 0,0317 + 0,000006 t.$$

Ce n'est pas sans quelque difficulté que l'on a pu fixer le point de fusion de l'iridium ; ce métal, en effet, nécessite l'emploi de l'hydrogène et de l'oxygène purs et secs dans le chalumeau Deville et Debray, et, pour fondre  $20^{\text{gr}}$  d'iridium, il ne faut pas moins de  $500^{\text{lit}}$  d'hydrogène et de  $250^{\text{lit}}$  d'oxygène. On a cependant pu mener à bonne fin trois expériences, conduites comme il a été indiqué pour le platine, et dans lesquelles  $24^{\text{gr}},000$ ,  $8^{\text{gr}},970$  et  $8^{\text{gr}},404$  d'iridium solide à la température de fusion ont cédé au calorimètre, par chaque gramme de métal,  $84,2$ ,  $85,3$  et  $83,9$  unités de chaleur, soit en moyenne  $84^{\text{u}},5$  ; si donc on admet que la formule donnée plus haut représente la chaleur spécifique de l'iridium jusqu'à la température de fusion, *température certainement très peu inférieure à celle de la flamme du chalumeau*, on en conclut que l'iridium fond à  $1950^{\circ}$ .

IV. *Or*. 1. — L'or présente une chaleur spécifique

moyenne variant à peine jusqu'à 600°, puis sensiblement croissante à mesure que l'on s'approche du point de fusion : égale à 0,0324 <sup>1</sup> d'après Regnault entre 0° et 100°, encore presque la même à 600°, elle atteint 0,0345 à 900° et 0,0352 à 1020°.

Le point de fusion de l'or, déterminé comme d'habitude, est à 1035°.

2. — Le point de fusion du cuivre est très voisin de celui de l'or, mais un peu plus élevé <sup>2</sup> : le cuivre pur fond à 1054°.

V. Si nous réunissons en un tableau les points de fusion déterminés dans ce travail, nous avons les nombres suivants, tous rapportés au thermomètre à air :

Argent . . . . .	954°
Or . . . . .	1035
Cuivre . . . . .	1054
Palladium . . . . .	1500
Platine . . . . .	1775
Iridium . . . . .	1950

<sup>1</sup> Or à  $\frac{999}{1000}$ . J'ai trouvé une chaleur spécifique un peu moindre  $C^{100/0} = 0,0316$  sur l'échantillon d'or parfaitement pur qui m'a servi dans mes recherches et que je dois encore à l'obligeance de M. Debray.

<sup>2</sup> Le cuivre rouge du commerce fond avant l'or vierge, 15° à 30° avant l'or suivant l'échantillon.



# BULLETIN SCIENTIFIQUE

## CHIMIE.

J.-W. BRÜHL. — RELATIONS ENTRE L'ÉQUIVALENT DE RÉFRACTION ET LA CONSTITUTION CHIMIQUE DE DIVERS COMPOSÉS ORGANIQUES. (*Annalen der Chemie*, 200, page 139 et *Berichte de Berlin*, XII, 2135.)

La science découvre chaque jour de nouvelles relations entre les propriétés physiques des corps et leurs propriétés chimiques. Nous en avons une nouvelle preuve dans l'intéressant travail que nous allons chercher à analyser, travail qui n'est du reste que le commencement de recherches encore à faire.

Un grand nombre de savants, parmi lesquels il faut surtout mentionner Landolt et Gladstone<sup>1</sup>, ont cherché à comparer la composition chimique des corps avec leur indice de réfraction ou plus particulièrement avec leur *équivalent de réfraction*. C'est-à-dire avec la quantité  $P \left( \frac{n-1}{d} \right)$ ;  $P$  étant le poids moléculaire,  $n$  l'indice de réfraction et  $d$  le poids spécifique de la substance; cette quantité est sensiblement indépendante de la température, tandis que l'indice seul en est fortement influencé. Au lieu de  $n$ , indice de réfraction pour une longueur d'onde donnée, il y a avantage à employer un indice  $A$  donné par les formules de Cauchy :

$$m = A + \frac{B}{l^2} \quad \text{d'où} \quad B = \frac{m' - m}{\frac{1}{l'^2} - \frac{1}{l^2}} \quad A = m - \frac{B}{l^2}$$
$$m' = A + \frac{B}{l'^2}$$

<sup>1</sup> Landolt, *Ann. de Poggendorff*, 123, 595. — Gladstone et Dale, *Philos. Trans.*, 1858, 837.

formules dans lesquelles  $m$  désigne l'indice de la substance pour un rayon de longueur d'onde  $l$  et  $m'$  pour un autre rayon de longueur d'onde  $l'$ . — On se débarrasse ainsi de l'influence de la dispersion. Pour déterminer  $m$  et  $m'$ , M. Brühl se sert principalement des raies du spectre de l'hydrogène.

Landolt avait trouvé que deux composés isomères ont sensiblement le même équivalent de réfraction, tandis que les équivalents diffèrent pour deux composés ne renfermant pas le même nombre d'atomes, cette différence étant, d'après Landolt, d'environ :

2,9	pour un atome d'oxygène.
4,86	»           »       de carbone.
1,29	»           »       d'hydrogène.

Gladstone et Landolt lui-même montrèrent cependant que cette règle a de nombreuses exceptions, et c'est également ce que vient de faire M. Brühl en s'attachant à chercher et à expliquer la cause de ces anomalies.

Il a confirmé d'abord le fait démontré par Landolt que l'équivalent de réfraction des composés organiques *saturés*, c'est-à-dire ne renfermant pas d'atomes de carbone doublement unis entre eux, est conforme à la loi de Landolt et peut donc se calculer d'avance au moyen des chiffres indiqués ci-dessus.

Ainsi pour l'alcool propylique  $C^3H^8O$  la quantité  $P\left(\frac{A-l}{d}\right)$  déterminée par l'expérience est 28 et le calcul donne  $3C=14,58$   $8H=10,32$   $O=2,9$ . Total : 27,8.

Lorsque, au contraire, les atomes de carbone sont unis entre eux par plus d'une valence, l'équivalent de réfraction observé est toujours plus grand que celui donné par le calcul.

Si la substance considérée ne renferme qu'un seul groupe de deux atomes de carbone doublement unis, l'équivalent de réfraction donné par l'expérience est sensiblement égal à l'équivalent calculé comme ci-dessus augmenté de deux unités. C'est-à-dire qu'on a en désignant l'équivalent calculé par  $R_a$  :

$$P \left( \frac{A-1}{d} \right) = R_a + 2.$$

Ainsi : Acétate d'allyle  $C^5H^8O^2$  donne :

$$P \left( \frac{A-1}{d} \right) = 42,2. \quad R_a = 40,4.$$

Amylène.  $C^5H^{10}$  donne :

$$P \left( \frac{A-1}{d} \right) = 39,3. \quad R_a = 37,2.$$

Éthylène perchloré  $C^2Cl^4$  donne :

$$P \left( \frac{A-1}{d} \right) = 49,7. \quad R_a = 47,8.$$

Si la substance en question renferme *deux groupes* de carbone doublement unis, la différence entre le calcul et l'expérience est de quatre, c'est-à-dire qu'on a :

$$P \left( \frac{A-1}{d} \right) = R_a + 4, \text{ ainsi le diallyle } C^6H^{10} \text{ ou}$$

$$C=C-H-C-C-C=C \text{ donne pour } P \left( \frac{A-1}{d} \right) 46 \text{ et pour}$$

$$R_a 42,1.$$

Enfin, si la substance renferme, comme le benzol et ses dérivés, trois groupes de deux carbones doublement unis, la différence entre le calcul et l'expérience est de six. C'est-à-dire qu'on a :

$$P \left( \frac{A-1}{d} \right) = R_a + 6.$$

Ainsi : Aniline  $C^6H^7A_2$  donne :

$$P \left( \frac{A-1}{d} \right) = 49,8. \quad R_a = 43,5.$$

Le toluène  $C^7H^8$  donne :

$$P \left( \frac{A-1}{d} \right) = 50,1. \quad R_a = 44,3, \text{ etc.}$$

En résumé, en désignant par  $n$  le nombre des doubles liaisons du carbone dans la molécule, on peut calculer l'équi-

valent de réfraction d'une substance organique par la formule :

$$P \left( \frac{A-1}{d} \right) = R_a + 2n.$$

Cette formule résulte de très nombreuses observations faites par M. Brühl sur des composés parfaitement purs et examinés avec le plus grand soin. Elle permet, comme on le voit, de déterminer la manière dont sont unis les atomes de carbone dans la molécule d'un composé et cela simplement par les déterminations physiques de la densité et de l'indice de réfraction.

Comme application de cette méthode, nous pouvons citer l'étude des composés propargyliques faite par M. Brühl ; ces composés ne répondent point à la loi ci-dessus, d'où il faut probablement conclure qu'ils renferment des atomes de carbone autrement liés que par deux valences. A. R.

---

## ZOOLOGIE

OSCAR GRIMM. — BEITRAG ZUR KENNTNISS EINIGER BLINDEN AMPHIPODEN, ETC. CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DE QUELQUES AMPHIPODES AVEUGLES DE LA MER CASPIENNE. (*Archiv für Naturgeschichte*, 46<sup>me</sup> année, Berlin 1880, 1<sup>er</sup> cahier, p. 117.)

L'auteur cherche à expliquer comment il se fait que l'on trouve dans les grandes profondeurs des mers et des lacs à côté d'animaux privés d'yeux d'autres chez lesquels ces organes sont développés d'une manière excessive. Ce fait lui semble avec raison indiquer que dans les grands fonds il n'y a pas une obscurité absolue, puisque l'on doit supposer que des organes visuels bien constitués ont une utilité pour les animaux qui les possèdent.

D'après le savant russe la lumière que reçoivent les animaux vivant dans les abîmes est extrêmement affaiblie, mais n'arrive jamais à être complètement nulle. Il s'est fait une adaptation à ces conditions spéciales. Chez certains crustacés les yeux ont pris un volume très considérable ; c'est le cas



pour les Mysis de la Caspienne, pour le Gammaracanthus caspius, pour les espèces du genre Bœckia, etc. Par contre, chez beaucoup d'autres les yeux ont une tendance à s'atrophier et à être suppléés par d'autres organes des sens. C'est ainsi par exemple que chez les Niphargus et les Onesimus, on constate l'existence d'organes sensitifs extrêmement développés qui fonctionnent probablement comme organes du tact, du goût et de l'odorat.

Le Niphargus caspius n'a que de petits yeux devant être considérés comme les restes d'organes normaux, et ne pouvant guère avoir d'utilité chez un animal vivant à une profondeur de 35 à 90 brasses ; mais on trouve sur ses antennes des organes d'odorat et de tact fortement développés.

Chez les Onesimus, qui n'ont aussi que des yeux très rudimentaires, l'on ne trouve pas sur les antennes ni sur d'autres parties du corps des organes sensitifs semblables à ceux des Niphargus, ou du moins ne sont-ils que peu développés. D'autre part, une recherche attentive fait découvrir sur la lame externe des pattes-mâchoires, des organes des sens bien constitués, quoique cachés et d'une structure différente de ceux des Niphargus.

On peut se demander pourquoi des organes sensitifs de nature différente prennent un grand développement chez des genres voisins les uns des autres ? Voici comment M. Grimm résout cette question en s'appuyant sur ses observations personnelles.

Il a remarqué pendant ses draguages que les espèces dont les antennes sont pourvues d'organes sensitifs, se tenaient toujours dans l'eau et ne pénétraient jamais dans la vase. Les Onesimus se comportent tout autrement ; ils se tiennent constamment dans la vase des profondeurs et y cherchent leur nourriture en fouissant à la manière des taupes. Dans ce dernier cas, les antennes munies d'organes délicats ne pourraient pas fonctionner. L'appareil sensitif se trouve alors logé à l'abri, sur les lames des pattes-mâchoires.

M. Grimm résume ainsi sa théorie. Dans les profondeurs où l'obscurité est très grande, sans toutefois être absolue, les organes visuels sont tantôt extrêmement développés, tantôt suppléés par d'autres organes qui prennent une grande im-

portance. Toutefois, ces organes des sens se montrent sur différentes parties du corps, suivant les conditions extérieures et le genre de vie de l'animal, qui doivent être considérés comme donnant la première impulsion à tout le processus du développement rétrograde d'un organe et du développement progressif d'un autre.

A. H.

---

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ PALÉONTOLOGIQUE SUISSE. Vol. VI.  
Bâle et Genève, 1879. 4° avec 15 pl.

Ce nouveau volume, de près de 300 pages, renferme quatre mémoires.

Le premier (75 p. et 5 pl.) est une description des fossiles tithoniques des Alpes fribourgeoises, par M. *Ernest Favre*. 32 espèces avaient été signalées dans ces couches; M. Favre en fait connaître 57, dont 51 sont incontestables; sur ce dernier nombre 29 sont exclusivement tithoniques. Voici les résultats principaux auxquels l'étude de ces fossiles a conduit l'auteur :

« 1° Les faunes des deux horizons tithoniques, ailleurs bien distinctes, sont ici réunies, mais avec une forte prédominance de la faune de l'horizon inférieur. Si la subdivision des couches tithoniques en deux horizons est ailleurs pleinement justifiée, on ne peut s'en servir pour classer dans le terrain jurassique le tithonique inférieur et la division supérieure de cet étage dans le terrain crétacé.

« 2° Cette faune présente une affinité étroite et incontestable avec celle des terrains jurassiques, tandis qu'elle n'est unie que par des rapports peu marqués avec le terrain crétacé. »

Pour M. Favre « la conclusion la plus normale sur l'âge des couches tithoniques est celle qui en fait l'équivalent des couches jurassiques à faciès marin les plus supérieures de l'Europe centrale et de tout ou partie des dépôts d'eau douce qui les surmontent. »

Le second mémoire contenu dans ce volume est un tra-

<sup>1</sup> Ueber einen neuen Saurus aus der Trias. 6 p. et une pl. double.

vail du professeur *R. Wiedersheim*<sup>1</sup>, qui nous fait connaître un nouveau saurien du trias, le *Basileosaurus Freyi*. Ce fossile ne présente guère qu'une partie du bassin, les extrémités postérieures relativement bien conservées, un certain nombre de côtes et une assez grande partie des vertèbres caudales. Ses caractères semblent le rapprocher des Lacertiens ou des Ascalabotes.

*M. P. de Loriol* nous donne la troisième et dernière partie de sa « Monographie des Crinoïdes fossiles de la Suisse » (p. 125—300 ; pl. XV—XXI), qui est une des plus importantes contributions récentes pour la paléontologie de notre pays. Écrite par un naturaliste très compétent, qui a mis en œuvre tous les matériaux disséminés dans les collections publiques et particulières, cette monographie est appelée à rester longtemps classique. Sur les 125 espèces qui s'y trouvent décrites, 39 le sont ici pour la première fois. 2 espèces proviennent du trias, 95 de la formation jurassique, 28 des terrains crétacés, et une seule des terrains tertiaires. En Suisse, c'est dans l'étage oxfordien et dans l'étage séquanien que les Crinoïdes sont le plus abondants.

Le dernier mémoire, dû à *M. A. Rothpletz*<sup>1</sup>, est relatif au terrain carbonifère du versant oriental du Tödi et à sa flore.

Les genres suivants ont été constatés : Calamites, Sphenopteris, Cyclopteris, Neuropteris, Cyatheites, Pecopteris, Lepidodendron, Stigmaria, Cordaites, Carpolithus. Sur les 22 espèces de cette localité, 2 seulement sont connues du carbonifère inférieur et 10 se retrouvent dans le permien. Toutes se rencontrent dans le carbonifère moyen et même une dizaine d'entre elles n'ont encore été trouvées que dans ce terrain. L'auteur conclut naturellement de ces données que les couches du Tödi appartiennent au carbonifère moyen.

La description des plantes fossiles est suivie de renseignements sur la structure géologique du Tödi. A. H.

<sup>1</sup> Die Steinkohlenformation und deren Flora an der Ostseite des Tödi. 28 p. et 2 pl.

## BOTANIQUE.

ED. PRILLEUX. — ACTION DES VAPEURS DU SULFURE DE CARBONE SUR LES GRAINS. (Extrait du *Bulletin de la Société de botanique de France*, 22 mars et 18 mai 1878.)

L'emploi des vapeurs du sulfure de carbone ayant été proposé pour la destruction des insectes qui ravagent les greniers, il importait de rechercher jusqu'à quel point ce procédé peut nuire à la faculté germinative des graines.

Dans ce but, l'auteur a maintenu pendant plusieurs jours des grains de blé dans un vase clos constamment saturé de ces vapeurs; les grains étant étalés en une seule couche au fond du vase, de manière à ce qu'ils fussent tous également exposés à l'action du sulfure. Tous les deux jours, à partir du troisième, on retirait cinquante grains que l'on semait dans une serre d'expérimentation, en ayant soin de n'employer pour chaque semis que des grains paraissant sains et bien développés.

Le tableau qui suit résume les résultats de cette expérience :

Durée de l'exposition à la vapeur de sulfure de carbone.	Nombre de graines levées au bout de 6 jours.	Nombre de graines levées au bout de 9 jours.	Nombre total des graines levées.
0	42	50	50
3	24	40	42
5	19	31	31
7	13	25	26
9	14	25	28
11	14	23	25
13	11	16	17
15	3	14	21
17	0	10	15
19	0	8	16
21	0	6	13

On voit que les grains exposés aux vapeurs du sulfure de carbone n'en éprouvent pas tous simultanément le même effet, en ce qui concerne leur propriété germinative. Environ 50 % de ces grains la perdent en une semaine, tandis



que d'autres résistent beaucoup plus longtemps. En outre, il est manifeste que les vapeurs en question exercent une véritable action retardatrice sur la germination.

M. Prilleux ne s'est pas borné à la simple constatation de ces faits. Il a aussi eu recours à un examen microscopique des grains, afin de déterminer le genre d'altération que leurs tissus avaient subi pendant l'expérience. Ayant comparé une coupe fine de l'embryon d'un grain normal à celle d'un grain soumis à l'action du sulfure de carbone, il a reconnu que « les jeunes cellules du premier contiennent de gros  
« noyaux très réfringents, très gros, entourés d'un plasma  
« finement granuleux, tandis que les mêmes tissus de l'em-  
« bryon altéré par le sulfure de carbone ne contiennent, la  
« plupart du temps, que des noyaux moins réfringents, moins  
« nettement limités, ou même ne renferment plus qu'une  
« matière finement granuleuse et pas de noyau. » Il ajoute que cette altération, caractérisée par la disparition du noyau, n'est jamais absolument générale dans un même embryon, ce qui s'accorde avec le fait de la destruction graduelle de la propriété germinative.

Maintenant on peut se demander si, dans les expériences que nous venons de résumer, les grains de blé ont été tués avant leur germination, ou s'ils ne l'ont pas été plutôt par une action subséquente du sulfure de carbone fixé dans leurs tissus et dont l'influence nuisible ne s'exercerait que pendant les premières phases de leur germination. Mais il ne saurait en être ainsi, car M. Prilleux a constaté que des grains de blé qui ont éprouvé l'action prolongée des vapeurs du sulfure de carbone ne recouvrent pas leur faculté germinative lorsqu'on les débarrasse aussi complètement que possible de toute trace de cette substance, soit par l'exposition au soleil, soit par des lavages répétés.

Enfin, M. Prilleux a voulu aussi répéter ce genre d'expériences sur d'autres graines que le blé. Il a opéré en particulier sur celles du colza, qui diffèrent totalement de celles des céréales, tant par leur composition chimique que par leur structure même. Or, les résultats qu'il a obtenus et qui sont réunis dans le tableau suivant, montrent que les vapeurs du sulfure de carbone n'ont presque pas d'action sur les

graines de cette espèce, qui sont, paraît-il, efficacement protégées par leurs téguments seminaux.

Durée d'action du sulfure de carbone.	Nombre des graines germées au bout de		
	3 jours.	5 jours.	7 jours.
0	46	48	48
1	46	46	46 + $\left(\frac{2}{2}\right)$
3	45	45	45 + $\left(\frac{2}{2}\right)$
5	44	45	45 + $\left(\frac{4}{2}\right)$
7	46	47	47 + $\left(\frac{1}{2}\right)$
11	46	47	47
14	46	47	47 + $\left(\frac{1}{2}\right)$
18	37	44	44 + $\left(\frac{3}{2}\right)$
22	43	47	47 + $\left(\frac{2}{2}\right)$

Dans la dernière colonne de ce tableau, le symbole  $\frac{n}{2}$  indique le nombre de graines dans lesquelles se montrait un commencement de germination, mais qui ne se développaient pas. L'examen microscopique révélait dans ce cas une lésion de la radicule résultant sans doute de ce que l'orifice micropylaire des graines avait livré passage à quelques traces de sulfure de carbone.

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1880.

- 
- Le 2, gelée blanche le matin, minimum  $+ 0^{\circ},9$ ; à 4 h. après midi, halo solaire.  
 5, à 10 h. soir, éclairs à l'Est.  
 9, forte bise depuis le matin à 8 h., jusqu'au lendemain à la même heure.  
 12, rosée le matin.  
 13, gelée blanche le matin, minimum  $+ 1^{\circ},6$ .  
 14, rosée le matin.  
 16, id.  
 17, id.  
 19, forte rosée le matin.  
 20, id. à 11 h., halo solaire partiel.  
 25, forte rosée le matin.  
 27, assez forte bise tout le jour.  
 30, forte bise tout le jour.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 2 à 6 h. matin . . . . .	724,86	Le 4 à 8 h. soir . . . . .	717,55
5 à 8 h. matin . . . . .	723,65	6 à 10 h. soir . . . . .	713,47
10 à 10 h. matin . . . . .	723,02	11 à 6 h. soir . . . . .	720,14
13 à 10 h. matin . . . . .	726,16	15 à 6 h. soir . . . . .	720,86
18 à 10 h. soir . . . . .	730,22	20 à 4 h. après midi . . . . .	724,19
21 à 10 h. matin . . . . .	730,92	22 à 4 h. après midi . . . . .	724,06
24 à 10 h. matin . . . . .	729,53	26 à 5 h. après midi . . . . .	717,06
30 à 10 h. soir . . . . .	726,73		

---



ours du mois.

**Datomeut.**  
 Écart avec la hauteur normale  
 millim.  
 Hauteur moy. des 24 h.  
 millim.

**Temperature C.**  
 Moyenne des 24 heures  
 0  
 Écart avec la temp. normale  
 0  
 Minim.  
 0  
 Maxim.  
 0

**Temp. de la vap.**  
 Moy. des 24 h.  
 millim.  
 Écart avec la tension normale.  
 millim.

**Fract. de saturation en millièmes.**  
 Moy. des 24 h.  
 Écart avec la fraction norm.  
 Minim.  
 Maxim.

**Pluie ou neige**  
 Eau tomb. d. les 24 h.  
 mm.  
 Nomb. d'h.

**Vent**  
 domi-  
 nant.

**NÉBULOSITÉ MOYENNE**

**Temp. du Rhone**  
 Midi.  
 0  
 Écart avec la temp. normale.  
 0

**Limnimètre à 11 h.**  
 cm

1	721,92	2,61	7,30	0,47	5,43	-0,04	693	510	840	3	SSO.	2	0,97	89,0
2	723,49	1,03	7,28	0,31	4,21	-1,00	586	280	960	...	SSO.	1	0,59	90,0
3	723,68	0,83	9,01	1,91	6,63	-1,38	787	600	970	14	SO.	2	1,00	91,2
4	720,39	4,11	10,64	3,40	8,07	-2,78	842	700	970	8	SSO.	2	0,98	91,0
5	722,47	2,02	8,38	1,20	4,31	-1,02	553	380	700	...	NNO.	1	0,40	92,8
6	715,83	8,66	7,44	0,07	5,54	-0,17	730	610	820	...	variable	1	0,71	95,3
7	716,17	8,31	5,91	1,74	5,68	-0,26	848	500	990	8	variable	1	0,98	94,3
8	718,57	5,91	6,45	2,40	6,09	-0,62	930	660	1000	15	variable	2	0,94	94,7
9	720,25	4,23	5,52	1,48	5,67	-0,16	800	700	840	...	NNE.	1	0,94	98,7
10	722,35	2,14	5,52	2,55	5,05	-0,51	762	580	840	...	NNE.	1	0,61	97,5
11	721,01	3,48	6,62	1,59	5,54	-0,07	771	600	900	...	NNE.	1	0,93	94,0
12	721,90	2,60	7,65	0,70	6,14	-0,48	791	510	950	2	S.	1	0,74	97,4
13	725,45	0,64	8,46	0,03	5,56	-0,45	689	390	970	...	N.	1	0,27	95,7
14	724,83	0,31	11,51	2,88	7,30	-1,53	746	460	930	5	variable	1	0,84	98,5
15	722,39	2,14	13,34	4,57	8,31	-2,49	739	540	970	...	variable	1	0,83	97,3
16	722,65	1,90	12,81	3,90	7,76	-1,89	710	420	880	...	N.	1	0,92	98,5
17	722,66	1,90	13,95	4,90	8,13	-2,20	700	520	870	...	SSO.	1	0,71	96,6
18	729,07	4,49	12,10	2,91	7,48	-1,49	732	490	910	3	N.	1	0,59	98,0
19	728,29	3,69	11,28	1,94	6,97	-0,92	708	510	920	...	N.	1	0,03	97,5
20	735,53	0,91	14,34	4,86	7,13	-1,02	622	350	880	...	SO.	1	0,64	97,0
21	730,16	5,52	12,31	2,69	7,42	-1,25	723	350	870	2	SO.	1	0,82	101,8
22	725,72	1,05	14,69	4,93	7,88	-1,65	674	530	910	...	SO.	1	0,68	99,0
23	726,25	1,56	10,39	0,48	9,43	-3,14	977	930	1000	17	N.	1	1,00	112,0
24	728,73	4,01	12,67	2,62	8,64	-2,29	814	560	970	...	N.	1	0,62	104,2
25	724,56	0,19	13,15	2,95	8,88	-2,94	798	103	980	4	variable	1	0,77	104,0
26	718,72	6,06	11,14	0,80	9,42	-2,94	975	800	1000	7	N.	1	1,00	104,0
27	717,84	6,97	8,01	2,47	7,01	-0,47	883	770	1000	...	NNE.	2	1,00	105,7
28	720,02	4,82	10,67	0,04	7,73	-1,12	823	610	940	...	variable	1	0,98	108,5
29	723,94	0,94	11,08	0,31	6,30	-0,38	669	470	860	...	SSO.	1	0,31	106,0
30	725,43	0,22	5,57	5,35	5,61	-1,13	845	750	850	...	NE.	2	1,00	115,0

## MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1880.

6 h. m. 8 h. m. 10 h. m. Midi. 2 h. s. 4 h. s. 6 h. s. 8 h. s. 10 h. s.

**Baromètre.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	720,38	720,80	721,00	720,79	720,38	720,15	720,21	720,29	720,43
2 <sup>e</sup> »	724,69	724,96	725,04	724,54	723,96	723,64	723,72	724,50	724,97
3 <sup>e</sup> »	724,41	724,57	724,67	724,18	723,74	723,57	723,73	724,27	724,47
Mois	723,16	723,44	723,57	723,17	722,69	722,45	722,55	723,02	723,29

**Température.**

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1 <sup>re</sup> décade	+ 6,18	+ 6,91	+ 8,09	+ 9,54	+ 10,07	+ 9,60	+ 8,45	+ 7,19	+ 6,58
2 <sup>e</sup> »	+ 6,79	+ 9,99	+ 12,68	+ 14,57	+ 15,38	+ 15,11	+ 13,70	+ 11,17	+ 10,49
3 <sup>e</sup> »	+ 9,06	+ 10,43	+ 11,68	+ 12,96	+ 13,71	+ 13,44	+ 12,65	+ 11,00	+ 10,18
Mois	+ 7,35	+ 9,11	+ 10,82	+ 12,36	+ 13,05	+ 12,72	+ 11,60	+ 9,79	+ 9,08

**Tension de la vapeur.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	5,53	5,94	5,57	5,66	5,54	5,48	5,81	5,85	5,82
2 <sup>e</sup> »	6,83	7,35	7,11	6,58	6,56	7,25	7,14	7,60	7,32
3 <sup>e</sup> »	7,94	7,99	7,94	7,83	7,47	7,62	7,91	8,07	8,15
Mois	6,77	7,09	6,87	6,69	6,52	6,78	6,95	7,17	7,10

**Fraction de saturation en millièmes.**

1 <sup>re</sup> décade	787	797	694	639	604	619	714	773	799
2 <sup>e</sup> »	913	801	656	538	507	568	614	763	775
3 <sup>e</sup> »	915	842	775	709	656	682	738	820	873
Mois	872	813	708	629	589	623	689	785	816

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnètre.
1 <sup>re</sup> décade	+ 4,64	+ 11,27	0,82	+ 7,87	mm 29,8	cm 93,47
2 <sup>e</sup> »	+ 6,10	+ 16,50	0,65	+ 9,19	8,6	97,05
3 <sup>e</sup> »	+ 8,10	+ 14,83	0,82	+ 11,59	35,4	105,54
Mois	+ 6,28	+ 14,20	0,76	+ 9,56	73,8	98,69

Dans ce mois, l'air a été calme 1,5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,39 à 1,00.

La direction de la résultante des vents observés est N. 33°, 1-0. et son intensité est égale à 21,25 sur 100.

# TABLEAU

DES

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1880.

- Le 1<sup>er</sup>, neige et brouillard l'après-midi et le soir par une forte bise.  
 2, brouillard et forte bise le matin.  
 3, neige et brouillard une grande partie de la journée.  
 4, id. id.  
 5, neige dans la nuit; brouillard le matin; très forte bise tout le jour.  
 6, neige et brouillard une partie de la journée.  
 7, brouillard tout le jour par une très forte bise.  
 8, id.  
 9, brouillard depuis midi; quelques flocons de neige sont tombés à midi.  
 10, brouillard presque tout le jour.  
 11, faible chute de neige; brouillard tout le jour par un fort vent du SO.  
 12, brouillard jusqu'à 5 h. soir.  
 13, brouillard le soir; fort vent du SO.  
 14, brouillard, neige; fort vent du SO. tout le jour.  
 15, id. id.  
 16, brouillard depuis 10 h. matin; quelques flocons de neige à 6 h. soir.  
 17, brouillard tout le jour.  
 18, id.; forte bise.  
 19, magnifique halo lunaire à 10 h. du soir.  
 20, brouillard le matin et le soir.  
 21, id.  
 22, brouillard le soir.  
 23, brouillard tout le jour.  
 24, neige pendant la nuit précédente.  
 25, pluie et brouillard le soir.  
 26, brouillard tout le jour; le vent du SO. qui avait soufflé assez fortement pendant la journée est remplacé à 8 h. du soir par une très forte bise.  
 27, neige, brouillard et fort vent du SO. jusqu'à 10 h. soir.  
 28, neige, brouillard presque tout le jour.  
 29, neige dans la nuit; brouillard le matin.  
 30, brouillard presque tout le jour.

### *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

	MAXIMUM		MINIMUM.
	<small>mm</small>		<small>mm</small>
Le 3 à 10 h. soir . . . . .	562,08	Le 1 <sup>er</sup> à 2 h. après midi . . . . .	557,47
14 à 2 h. après midi . . . . .	565,97	7 à 6 h. matin . . . . .	551,24
19 à 10 h. matin . . . . .	567,44	17 à 6 h. matin . . . . .	562,13
24 à 10 h. soir . . . . .	567,09	23 à 6 h. matin . . . . .	563,11
30 à 10 h. soir . . . . .	562,55	27 à 6 h. matin . . . . .	555,77

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum.	Maximum.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
1	537,81	- 2,54	557,47	558,41	0	- 0,78	8,8	1,5	90	7,8	.....	variable	0,82
2	539,01	+ 1,39	557,74	560,43	- 7,34	- 1,98	- 10,5	4,0	.....	.....	.....	NE.	0,56
3	561,12	+ 0,66	560,15	562,08	- 1,49	+ 3,75	5,8	+ 1,9	140	10,8	.....	NE.	0,89
4	559,25	+ 1,27	557,51	561,04	0,14	+ 4,98	2,1	+ 3,3	150	10,4	.....	SO.	0,91
5	557,52	- 3,06	556,82	557,90	- 6,93	- 1,94	8,7	4,8	120	9,6	.....	NE.	0,42
6	533,33	- 7,31	552,06	535,06	5,45	- 0,59	8,7	2,1	100	8,2	.....	SO.	0,89
7	532,39	- 8,32	551,24	533,66	- 7,38	- 2,64	8,0	3,5	.....	.....	.....	NE.	1,00
8	533,90	- 6,88	553,26	534,44	- 7,45	- 2,84	8,6	4,3	.....	.....	.....	NE.	1,00
9	556,23	- 4,62	554,77	556,92	5,30	- 0,82	8,4	1,3	.....	.....	.....	NE.	0,69
10	557,78	- 3,14	557,22	558,31	- 4,91	- 0,56	6,5	2,5	.....	.....	.....	variable	0,89
11	557,46	- 3,53	557,14	558,20	5,00	- 0,78	6,1	2,0	40	3,8	.....	SO.	0,94
12	559,13	+ 1,93	557,80	560,89	- 4,84	- 0,75	6,2	0,8	.....	.....	.....	variable	0,76
13	563,40	+ 2,26	561,95	564,73	- 3,43	+ 0,53	5,2	0,0	.....	.....	.....	SO.	0,59
14	565,55	+ 4,33	565,04	565,97	- 3,45	+ 0,38	4,2	1,8	100	12,4	.....	SO.	1,00
15	565,15	+ 3,85	564,81	565,69	- 3,39	+ 0,30	3,7	1,7	120	12,6	.....	SO.	1,00
16	562,93	+ 1,55	562,42	563,31	- 2,24	+ 1,31	2,8	0,2	.....	.....	.....	SO.	0,93
17	562,68	+ 1,22	562,13	563,51	- 1,14	+ 2,27	2,5	1,0	.....	.....	.....	NE.	0,96
18	565,91	+ 4,37	563,92	567,40	- 1,56	+ 1,71	2,2	0,7	.....	.....	.....	NE.	0,97
19	567,02	+ 5,40	566,72	567,44	- 1,56	+ 4,69	2,0	5,9	.....	.....	.....	SO.	0,40
20	566,62	+ 3,91	565,11	566,12	- 0,52	+ 3,51	1,0	3,0	.....	.....	.....	SO.	0,78
21	566,91	+ 5,11	566,28	567,35	- 0,80	+ 3,65	0,6	4,1	.....	.....	.....	NE.	0,83
22	565,21	+ 3,32	564,55	565,95	- 0,55	+ 3,26	0,9	2,3	.....	.....	.....	SO.	0,54
23	564,38	+ 2,40	566,44	567,09	- 0,30	+ 2,97	0,9	1,7	.....	.....	.....	NE.	0,96
24	566,78	+ 4,71	566,44	567,09	- 1,87	+ 4,30	2,1	7,6	85	26,4	.....	SO.	0,29
25	564,93	+ 2,77	564,25	565,73	- 2,79	+ 5,08	0,0	7,3	.....	.....	.....	SO.	0,73
26	559,64	+ 2,61	557,95	562,11	- 0,14	+ 2,00	1,8	1,8	.....	.....	.....	SO.	0,98
27	537,37	- 4,97	555,77	558,68	- 2,59	- 0,60	4,1	0,8	153	21,8	.....	SO.	0,91
28	558,90	+ 3,53	558,32	559,88	- 1,05	+ 0,80	3,1	2,1	90	10,3	.....	SO.	0,81
29	560,94	+ 1,58	560,05	561,73	- 0,38	+ 1,33	4,2	3,9	73	8,7	.....	SO.	0,46
30	561,41	+ 1,21	560,34	562,55	- 2,90	+ 1,33	4,4	0,1	.....	.....	.....	variable	0,80



## MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1880.

6 h. m.    8 h. m.    10 h. m.    Midi.    2 h. s.    4 h. s.    6 h. s.    8 h. s.    10 h. s.

**Baromètre.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	556,51	556,74	556,82	556,82	556,74	556,93	556,99	557,11	557,09
2 <sup>e</sup> »	563,01	563,22	563,44	563,53	563,45	563,42	563,64	563,83	564,08
3 <sup>e</sup> »	562,41	562,64	562,75	562,75	562,70	562,49	562,46	562,81	563,06
Mois	560,65	560,87	561,00	561,03	560,96	560,95	561,03	561,25	561,41

**Température.**

1 <sup>re</sup> décade	— 6,46	— 5,00	— 3,42	— 2,86	— 2,95	— 4,18	— 5,14	— 5,82	— 5,97
2 <sup>e</sup> »	— 3,47	— 2,49	— 1,34	— 0,49	— 0,15	— 0,47	— 1,70	— 2,23	— 2,76
3 <sup>e</sup> »	— 1,60	— 0,11	+ 0,86	+ 2,54	+ 2,51	+ 1,51	+ 0,44	— 0,67	— 1,11
Mois	— 3,84	— 2,53	— 1,30	— 0,27	— 0,20	— 1,05	— 2,13	— 2,91	— 3,28

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
1 <sup>re</sup> décade	— 7,61	— 2,08	0,81	mm 46,8	mm 600
2 <sup>e</sup> »	— 3,59	+ 0,41	0,83	28,8	260
3 <sup>e</sup> »	— 2,21	+ 3,01	0,73	72,5	401
Mois	— 4,47	+ 0,45	0,79	148,1	1261

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,89 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 8,51 sur 100.





# TEMPÉRATURES LACUSTRES

## RECHERCHES SUR LA TEMPÉRATURE DU LAC LÉMAN ET D'AUTRES LACS D'EAU DOUCE

PAR

**M. F.-A. FOREL**

Professeur à l'Académie de Lausanne.

Je veux entreprendre dans les chapitres suivants l'étude de la température des lacs d'eau douce en me basant sur les recherches que j'ai faites et que je me propose de faire encore dans le lac Léman, et dans d'autres lacs subalpins.

Il est en effet un point de théorie qui n'est pas jusqu'à présent suffisamment élucidé.

Les expériences de H.-B. de Saussure, exécutées de 1779 à 1784, ont montré que le fond des lacs est en général de quelque peu au-dessus de 4° C. Voici les chiffres que l'on trouve dans ses *Voyages*.

	Date.	Profondeur.	Température.
Lac Majeur	1783	108 <sup>m</sup>	6.75 C.
Lac du Bourget	1784	77	5.62
Lac d'Annecy	1780	53	5.62
Lac Léman	1779	308	5.37
Lac de Neuchâtel	1779	104	5.12
Lac de Bienna	1779	70	6.37
Lac de Thoune	1783	113	5.00
Lac de Brienz	1783	162	4.75
Lac d'Uri	1783	195	4.87
Lac de Constance	1784	120	4.25

Le fond du lac, la masse d'eau dont la température est dite invariable, la masse où ne pénètrent pas les varia-

tions æstivales, est donc sensiblement au-dessus de la température du maximum de densité de l'eau,  $4^{\circ}$ .

A quelle cause est due cette élévation de la température du fond? Telle est la question que je voudrais arriver à résoudre.

L'eau ayant à  $4^{\circ}$  son maximum de densité, l'eau qui s'est abaissée à cette température doit s'écouler dans les grands fonds du lac; toutes les actions de refroidissement doivent tendre à former dans le fond de la cuvette des lacs une masse à  $4^{\circ}$ , au-dessus de laquelle l'eau se stratifie, en hiver, en couches à température décroissante, en été, en couches à température croissante, à mesure qu'elles sont plus près de la surface. Les observations de de Saussure nous montrent que le fond des lacs a une température notablement supérieure à  $4^{\circ}$ , il y a donc réchauffement de l'eau du fond des lacs.

Or, il n'y a que deux causes possibles à ce réchauffement.

Ou bien c'est un effet de la chaleur centrale de la terre, qui échauffe le lac de bas en haut.

Ou bien c'est un effet de la chaleur solaire qui réchauffe le lac de haut en bas, que ce soit par pénétration directe des rayons solaires dans le milieu diathermane de l'eau, que ce soit par l'échauffement de l'air atmosphérique lequel, par contact et par conduction, transmet indirectement la chaleur solaire à l'eau.

Laquelle de ces deux causes est efficace? Toutes les deux le seraient-elles? La question n'est pas encore jugée.

Je n'ai pas encore entre les mains les éléments définitifs de la réponse; je voudrais, pour arriver à la donner, récolter des données certaines et comparables entre elles. Peut-être en route rencontrerai-je quelques faits nouveaux ou intéressants.

J'ai l'intention de donner dans des paragraphes successifs les séries d'observations qui me sembleront pouvoir servir de matériaux pour la solution du problème; publiés au fur et à mesure de l'étude leur ordre sera artificiel, et ils devront se compléter et se corriger les uns les autres.

§ I. *Température de la région pélagique et de la région profonde du lac Léman pendant l'année 1879.*

Nous ne possédons, à ma connaissance, qu'une seule série de sondages thermométriques qui nous donne pour une année entière la marche de la température dans un lac d'eau douce; c'est le beau travail exécuté en 1848 et 1849 par MM. C. de Fischer-Ooster et C. Brunner dans le lac de Thoune<sup>1</sup>. La méthode mise en jeu par ces physiciens était la suivante: Ils attachaient à la même ligne de sonde une série de douze thermomètres, placés à l'intérieur de godets de verre, et très convenablement protégés contre l'action rapide de l'eau environnante; ils laissaient reposer cette chaîne de thermomètres pendant toute une nuit au point le plus profond du lac, puis relevant la ligne le lendemain matin, ils lisaient la température indiquée par chacun des thermomètres. Cette opération a été répétée huit fois du 28 mars 1848 au 3 février 1849, et les chiffres ainsi obtenus nous fournissent des données fort suffisantes pour connaître la variation annuelle de la température dans la profondeur du lac.

Je me suis décidé à répéter dans le lac Léman un travail analogue à celui des physiciens bernois, mais en em-

<sup>1</sup> C. de Fischer-Ooster et C. Brunner, Recherches sur la température du lac de Thoune à différentes profondeurs et dans toutes les époques de l'année. *Mém. de la Soc. de Physique de Genève*, XII, 255. 4189.

ployant une tout autre méthode. Nous possédons en effet, maintenant, un instrument admirable qui permet de prendre presque instantanément la température d'une couche quelconque du lac; c'est le thermomètre Negretti et Zambra, de Londres.

Je rappellerai ici en quelques mots le principe de l'instrument<sup>1</sup>. C'est un thermomètre à mercure, dont le tube est étranglé en un point déterminé, de telle manière que, lorsque l'appareil est renversé, la colonne de mercure se rompt et que l'on peut, en lisant la longueur de la colonne rompue, avoir la température de l'endroit où le renversement a eu lieu. Au-dessus du point d'étranglement, le tube présente un petit réservoir capable de recevoir l'excès de mercure qui pourrait s'échapper dans le passage du thermomètre à travers les couches plus chaudes de la surface. Tout le thermomètre est entouré d'une chemise en verre, pleine d'air, qui empêche la pression extérieure d'agir en altérant la forme du thermomètre. Dans l'intérieur de cette chemise, autour du bulbe, est une bulle de mercure qui sert de conducteur pour la chaleur et permet une équilibration relativement rapide; en deux minutes les thermomètres que je possède sont équilibrés dans une eau tranquille, à un dixième de degré centigrade près. Un mécanisme très simple détermine le renversement du thermomètre au moment où l'on commence à remonter la ligne de sonde.

Je ne veux pas entrer ici dans la critique détaillée du thermomètre et de la détermination de son équation. Lorsque tous les détails de la construction sont bien réussis, et il en est quelques-uns de fort délicats, l'on peut dire que ce *Deep-sea thermometer* est parfait; l'un des deux

<sup>1</sup> Voyez la description complète: *Archives*, 1874, t. L, p. 209, avec planche, et *Nature*, XVIII, 348. Londres, 1878.



thermomètres que je possède atteint absolument ce point de la perfection; je ne puis pas en dire autant du second.

Muni de cet instrument j'ai choisi l'un des deux points de plus grande profondeur du lac, celui qui est situé devant Ouchy à 3 kilomètres en avant, par 324 mètres du fond, et j'y suis allé, dans l'année 1879, faire sept séries de sondages thermométriques; j'espère les continuer dans les années à venir. Dans chaque série de sondages j'ai pris la température des différentes couches du lac, en général de 10 en 10 mètres. Voici les résultats numériques obtenus du 14 mai au 19 décembre 1879 :

TABLEAU I

## Lac Léman 1879.

	14 mai.	21 juin.	24 juill.	20 août.	24 sept.	23 oct.	19 déc.	24 déc.	15 janv.	20 janv.
<sup>m</sup>										
0	9.8	19.1	19.6	22.0	19.2	11.4	5.6	5.4	5.2	5.0
10	7.2	12.3	14.6	18.0	16.3	11.1	5.6	...	...	...
20	7.0	8.7	13.8	12.7	12.2	11.0	...	...	...	...
30	6.9	7.4	11.7	10.5	9.3	10.4	...	...	...	...
40	6.8	6.6	7.9	7.6	7.6	8.4	...	...	...	...
50	6.5	6.3	6.7	6.9	7.0	7.1	...	...	...	...
60	...	....	6.3	6.2	6.4	6.6	5.6	...	...	...
70	6.1	6.1	6.0	6.0	6.0	....	...	...	...	...
80	5.9	5.8	5.8	5.8	5.7	6.2	...	...	...	...
90	5.7	5.5	5.6	5.6	5.5	6.0	...	...	...	...
100	5.5	5.4	5.5	5.5	5.4	5.8	...	...	...	...
110	5.4	5.3	5.4	....	....	5.7	5.6	...	...	...
120	5.3	5.3	5.3	5.4	5.3	5.6	...	...	...	...
130	...	5.2	5.2	5.3	5.3	5.5	...	...	...	...
140	...	....	....	5.3	5.3	5.4	...	...	...	...
150	...	....	....	....	5.2	5.4	5.5	...	...	...
160	5.2	....	....	....	....	5.3	...	...	...	...
170	...	....	....	....	....	5.2	...	...	...	...
180	...	....	....	....	....	....	...	...	...	...
190	...	....	....	....	....	....	...	...	...	...
200	...	....	....	....	5.2	....	5.3	...	...	...
210	...	....	....	....	....	....	...	...	...	...
220	5.2	....	....	....	....	....	...	...	...	...
230	...	....	....	....	....	....	...	...	...	...
240	...	....	....	....	....	....	5.3	...	...	...
250	...	....	....	....	....	....	5.2	...	...	...
260	...	5.2	....	....	....	....	...	...	...	...
270	...	....	....	....	....	....	5.2	...	...	...
280	...	....	....	....	....	....	...	...	...	...
290	...	....	....	....	....	....	...	...	...	...
300	...	....	5.2	5.2	....	5.2	...	...	...	...

En y faisant entrer les résultats de quelques mesures thermométriques prises à la surface jusqu'au 20 janvier 1880, j'ai construit d'après ce tableau la planche III, qui donne la distribution des isothermes dans le lac Léman pendant l'année 1879. Dans cette planche chaque jour est représenté par une valeur de un demi-millimètre sur la ligne des abscisses, et chaque mètre de profondeur par un millimètre sur la ligne des ordonnées.

L'étude du tableau et de la planche me donne les résultats suivants que je complète par d'autres chiffres provenant d'autres séries d'observations.

1° J'ai mesuré à partir du 21 février 1879 la température de la surface du lac dans la région pélagique et j'en tire les chiffres généraux suivants jusqu'au 15 mai :

21 février 1879	température pélagique	5.4°
28 »	»	5.4
1 <sup>er</sup> mars	»	5.5
15 »	»	6.
20 »	»	6.5
1 <sup>er</sup> avril	»	7.5
15 »	»	6.5
1 <sup>er</sup> mai	»	8.

Il est fort probable que pendant les froids du mois de janvier la température pélagique est descendue au-dessous de 5°.4; elle n'est certainement pas descendue au-dessous de 5°.2, car nous avons trouvé ce dernier chiffre pour la température de la grande masse du lac dans sa région profonde, dès le 14 mai. C'est donc entre les limites extrêmes de 5°.2 et 5°.4 que nous pouvons établir la température du lac pendant l'hiver qui a précédé ces recherches. Le 28 février la température de la surface était encore à 5°.4.

2° Le tracé des isothermes du 28 février au 14 mai n'est donné que par leur position à la surface par les températures pélagiques, et dans la profondeur par le sondage thermométrique du 14 mai. L'on y remarquera la rapidité avec laquelle ces isothermes inférieures descendent dans le premier printemps.

3° En revanche, pendant tout l'été les isothermes inférieures à 7° et à 6° descendent excessivement peu. Il semble qu'en automne elles recommencent à s'enfoncer; (voyez les isothermes de 5°.2 à 6°.0). Mais je demande à réserver ce point jusqu'à ce que j'ai pu le soumettre à la vérification d'une seconde année d'observation. Les dixièmes de degré centigrade, sur lesquels se baserait ce fait, sont soumis à des corrections un peu compliquées, et par prudence je demande à le réserver pour une discussion ultérieure.

4° Pendant tout l'été les isothermes de plus en plus élevées s'enfoncent assez rapidement dans les couches supérieures du lac.

5° D'après ces faits il semble que la chaleur pénètre fort rapidement dans les cinquante ou cent mètres supérieurs, et fort lentement dans les couches plus profondes.

6° Quant aux allures des isothermes en automne, je les ai tracées d'après les considérations théoriques basées sur les variations de densité de l'eau. L'eau la plus froide étant la plus lourde, aussitôt que la couche supérieure s'est refroidie un peu au-dessous de la température de la couche sous-jacente, elle s'enfonce sous celle-ci, laquelle s'élève en prenant sa place; la nouvelle couche supérieure subit à son tour l'influence refroidissante et s'enfonce au-dessous de la troisième couche et ainsi de suite. Ainsi la surface ne pouvant pas descendre à une température

inférieure à celles des couches sous-jacentes, il en résulte que la couche supérieure qui se refroidit graduellement et uniformément dans toute sa hauteur, doit en même temps augmenter sans cesse d'épaisseur. En effet, à mesure qu'elle se refroidit, elle s'adjoint, en faisant entrer l'une après l'autre dans le cycle de sa convection thermique les couches inférieures qui étaient plus froides qu'elle, mais dont elle prend successivement la température dans le développement de son refroidissement progressif.

Dans le tracé des isothermes, ces faits se traduisent par l'ascension rapide en automne de chaque ligne d'égale température, qui, l'une après l'autre, remonte du fond du lac pour aboutir presque verticalement à la surface.

7° L'isotherme de 5°.0 n'était pas représentée dans le lac pendant l'été de 1879, la température la plus basse que j'y aie observée étant 5°.2. Le 20 janvier 1880 j'ai constaté à la surface du lac la température pélagique 5°.0; comme il n'est pas possible que l'eau du fond soit plus chaude que l'eau de la surface, toute la masse du lac avait ce jour-là 5°.0 dans la région pélagique et dans la région profonde.

Donc les grands froids de cet hiver exceptionnel de 1879-1880 ont abaissé la température générale du lac de 5°.2 à 5°.0<sup>1</sup>.

Donc la température des grands fonds du lac n'est pas invariable comme on l'a dit souvent; ce n'est pas seulement la couche supérieure, les cent ou les cent cinquante mètres supérieurs, dont la température est affectée par les changements climatiques annuels,

<sup>1</sup> Nous verrons plus tard que cet abaissement de la température ne s'est pas arrêté à 5°.0, mais qu'il est descendu jusqu'à 4°.7.

c'est toute la masse de notre lac de 335 mètres de profondeur.

Les observations antérieures faites sur le lac Léman amenaient déjà à cette conclusion; elles donnaient pour les différentes années des températures profondes fort différentes. Mais ces chiffres tirés d'observations faites par des méthodes différentes, avec des instruments différents et non comparés entre eux, par des physiciens différents, n'étaient pas à l'abri de la critique. Voici les données précédentes, à moi connues, pour le lac Léman.

Observateur.	Date.	Profondeur.	Température.
H.-B. de Saussure <sup>1</sup>	11 février 1779	300 <sup>m</sup>	5.4
H. de la Bèche <sup>2</sup>	septembre 1819	300	6.4?
Becquerel et Breschet <sup>3</sup>	1835	105	6.5
F. A. Forel <sup>4</sup>	26 février 1870	90	5.2
»	27 mars 1871	65	5.4
»	30 juillet 1873	260	5.9
»	25 février 1874	50	5.5
»	14 mai 1879	210	5.2
»	20 juin 1880	0	5.0

J'ai mis un point de doute devant la température de 6°.4 donnée par de La Bèche, par la raison que son thermomètre n'étant pas protégé contre la pression, pouvait fournir des températures trop élevées. La température assez haute de 5°.9 que j'ai trouvée en 1873, par

<sup>1</sup> H.-B. de Saussure, *Voyages dans les Alpes*, I, 29, Neuchâtel 1779.

<sup>2</sup> H.-T. de la Bèche, Profondeur et température du lac de Genève, *Bibl. univ., Sc. et Arts*, XII, 124. Genève 1819.

<sup>3</sup> Becquerel et Breschet, Température de la terre et des lacs à diverses profondeurs. *Bibl. univ.*, VII, 176. Genève 1837.

<sup>4</sup> F.-A. Forel, Nouvelle méthode de sondages thermométriques. *Bull. soc. vaud sc. nat.*, XIII, 38. Lausanne 1874.



260 m., est confirmée par des lectures identiques faites le 28 juillet, par 130 mètres, et le 30 juillet de la même année, par 215 mètres de fond.

La variation de  $5^{\circ}.2$  à  $5^{\circ}.0$  que je viens de constater pendant l'hiver de 1879 à 1880 est une nouvelle démonstration, plus authentique, de la variabilité de température des grands fonds du lac.

Les mêmes faits avaient été observés sur les lacs des Alpes autrichiennes par M. le prof. Fréd. Simony de Vienne<sup>1</sup>. Dans le lac de Gmünden (prof. max. 190 m.) il a vu la température varier de  $4^{\circ}.75$ , automnes de 1869 et de 1873, à  $3^{\circ}.95$ , printemps de 1875. Dans le lac Atter de 1868 à 1875 ces variations ont fait passer la température de la couche de 170 mètres entre les extrêmes  $3^{\circ}.7$  et  $4^{\circ}.6$ . — Mais ces deux lacs sont moins profonds que le lac Léman; ils sont l'un et l'autre inférieurs à 200 mètres; la démonstration que je donne étend donc la variabilité de la température de la région profonde des lacs jusqu'à la profondeur de 335 mètres. L'importance de la variation constatée dans le lac Léman montre qu'à la profondeur de 335 m. nous sommes encore loin de la profondeur où la variabilité serait nulle.

En second lieu, les lacs autrichiens qu'observe M. Simony descendent au-dessous de  $4^{\circ}$ , dans la profondeur, et ils sont probablement gelés à la surface dans les grands hivers; le lac Léman au contraire n'a jamais gelé dans la région pélagique du Grand-Lac, et il est probable, que sa masse générale n'est jamais descendue à  $4^{\circ}$ . La démon-

<sup>1</sup> Dr Fr. Simony, *Sitz.-Ber. der k. Akad. d. Wiss.* Wien, 22 April 1875, p. 104.

stration que je donne de la variabilité thermique de la région profonde du Léman est donc nouvelle, en ce qu'elle s'étend à un lac réfractaire à la congélation.

§ II. *Le lac de Thoune en 1848 et 1849 et le lac Léman en 1879.*

La planche des isothermes du lac Léman en 1879 donne d'une manière si frappante les variations de la température dans la profondeur du lac, et elle est tellement supérieure à tous les autres essais de représentation graphique de ces variations, que je me suis décidé à utiliser la même méthode pour figurer les résultats des sondages thermométriques de Fischer-Ooster et C. Brunner dans le lac de Thoune en 1848 et 1849. Dans ma planche IV, qui donne ces isothermes du lac de Thoune, j'ai employé la même échelle que dans ma planche I des isothermes du lac Léman; la comparaison des deux planches est donc facile.

Tout d'abord, alors même qu'il s'agit de deux lacs différents, à deux années différentes, l'on y reconnaît les mêmes allures générales, et la ressemblance dans les grands traits est telle, que l'on peut en tirer une preuve de la justesse générale des deux séries d'observations.

En second lieu, l'on peut faire une comparaison utile de la profondeur des différentes isothermes, étudier quel est le point le plus profond auquel pénètre la chaleur mesurée aux divers degrés du thermomètre. Cette comparaison se traduit dans le tableau suivant :

Isothermes.	Lac de Thoune.	Lac Léman.	Différence.
	1848.	1879.	
5°	110 <sup>m</sup>	> 330	> 220
6	42	80	38
7	36	52	16
8	34	45	11
9	30	38	8
10	28	28	5
11	26	29	3
12	19	26	7
13	14	22	8
14	11	16	5
15	7	15	8
16	4	13	9
17	3	12	9
18	1	10	9
19	0	8	8

D'après ce tableau la chaleur pénétrerait plus profondément dans le lac Léman que dans le lac de Thoune; les isothermes descendraient en moyenne de 24 m. plus profond dans le lac Léman. La différence est la plus forte pour les isothermes inférieures de 5°, 6°, 7°, 8°; pour les isothermes moyennes de 10 à 14 degrés elle devient très faible, en moyenne de 5 à 6 mètres; pour les isothermes supérieures à 15°, la différence redevient plus forte et oscille entre 8 et 9 mètres.

Il serait imprudent de pousser trop loin cette comparaison, car elle porte sur des années différentes, et tout nous apprend qu'il doit y avoir de grandes différences d'une année à l'autre pour le même lac.

§ III. *Balance thermique du lac Léman en 1879.*

Nous pouvons utiliser les chiffres de mon tableau I qui nous donne la température des différentes couches du lac en 1879 pour évaluer la quantité de chaleur emmagasinée dans l'eau aux différentes saisons de l'année, pour apprécier le nombre de calories que la surface du lac a absorbées ou a dégagées aux différentes époques.

Voici comment je fais le calcul. Une colonne verticale d'eau, d'un centimètre carré de surface et de dix mètres de hauteur, pèse un kilogramme; chaque degré centigrade de température que cette colonne possède représente donc une calorie qu'elle a dû gagner pour s'élever de zéro degré à la température constatée. En prenant donc la somme des températures du lac d'après les chiffres de sondages thermométriques de 10 en 10 mètres, j'aurai le nombre de calories qu'une tranche verticale du lac d'un centimètre carré de surface aurait absorbées pour s'élever de zéro degré à la température actuelle. Si je fais la différence entre deux valeurs ainsi obtenues à deux époques différentes, j'aurai le gain ou la perte de chaleur qu'aura subi l'unité de surface pendant la période qui sépare ces deux dates; si je divise cette différence par le nombre de jours qui ont séparé les deux sondages, j'aurai la valeur journalière moyenne de la perte ou du gain. Pour faciliter la comparaison avec d'autres calculs analogues je choisis pour unité de surface le décimètre carré.

J'obtiens ainsi le tableau suivant pour l'année 1879.

La première colonne donne la somme des calories emmagasinées par une tranche verticale du lac de 300 mètres de hauteur et d'un décimètre carré de surface, à sup-

poser que cette eau soit partie d'une température initiale de zéro degré.

La deuxième colonne, intitulée différence, donne le gain ou la perte en calories de l'unité de surface d'une époque à l'autre.

La quatrième colonne donne ce gain ou cette perte calculés pour une journée.

TABLEAU II  
Balance thermique en 1879.

DATE	Somme des calories au-dessus de 0°.	Différence.	Nombre de jours.	Perte ou gain en un jour.
	cal.	cal.	jours.	cal.
7 février 1879.....	15,860			
14 mai.....	17,280	+1420	96	+ 15
21 juin.....	18,360	+1080	38	+ 28
24 juillet.....	19,800	+1440	33	+ 44
20 août.....	20,020	+ 220	27	+ 8
24 septembre.....	19,530	- 490	35	- 14
23 octobre.....	19,010	- 520	29	- 18
19 décembre.....	16,600	-2410	57	- 42
24 décembre.....	16,470	- 130	5	- 26
15 janvier 1880.....	15,860	- 610	22	- 28
20 janvier.....	15,250	- 610	5	-122

Pour la première donnée j'ai supposé que le lac avait, le 7 février 1879, une température uniforme de 5°.2. Je me fonde sur la température superficielle de 5°.4, mesurée le 28 février, sur la température profonde de 5°.2, mesurée le 14 mai, et enfin sur la marche de la température du lac, mesurée à Genève dans le Rhône en février 1879. Cette supposition n'est basée sur aucune observation directe, mais elle est probable.

Je ferai observer avant tout que les chiffres obtenus ainsi sont des sommes, exprimant le résultat total dans



un sens ou dans l'autre des diverses actions opposées de réchauffement et de refroidissement qui se succèdent dans la période en question; ainsi les chiffres de ma dernière colonne, qui donnent le gain ou la perte de chaleur en 24 heures, n'expriment que des moyennes, et non des valeurs réelles ou extrêmes.

On voit fort bien dans ce tableau l'emmagasinement de la chaleur dans le lac jusqu'au mois d'août, et son dégagement dans la seconde moitié de l'année; l'on voit les variations d'intensité de ces pertes ou gains de chaleur aux différentes saisons. Point n'est besoin d'analyser ces chiffres.

Je ne voudrais pas laisser attribuer trop d'importance à la perte de chaleur indiquée entre le 15 et le 20 janvier 1880; le chiffre de 122 calories par jour me semble trop élevé. Le nombre des jours qui a servi à établir cette moyenne est trop petit pour que l'approximation puisse être bien exacte.

Si j'arrive à faire un tableau analogue pour une année prochaine, j'en tirerai des comparaisons fort précieuses sur l'état de la réserve calorique emmagasinée dans le lac.

Pour le moment je puis déjà faire remarquer que, au 15 janvier 1880, la somme de chaleur en réserve dans le lac est égale à celle que nous avons supposée au 7 février 1879; qu'à ce moment, au cœur du terrible hiver de 1879 à 1880, le lac avait déjà dépensé toute la chaleur mise en réserve pendant l'été de 1879. A partir de ce moment le lac a dû se trouver en déficit thermique.

---

# LA MALADIE DES OUVRIERS

EMPLOYÉS AU  
PERCEMENT DU TUNNEL DU SAINT-GOTHARD

PAR

**M. le D<sup>r</sup> H.-C. LOMBARD**

---

(Communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève  
dans sa séance du 13 mai 1880.)

---

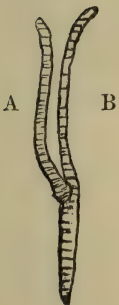
On a beaucoup parlé de la maladie des ouvriers du tunnel pendant les derniers mois du percement du Saint-Gothard. Les symptômes qui ont été observés étaient attribués à la présence d'un entozoaire, l'*ankylostomum duodenale* ou plus exactement le *dochmius duodenalis* qui aurait été rencontré à l'autopsie d'un ouvrier du tunnel décédé dans l'un des hôpitaux de Turin. Généralisant ce fait, l'on a même accusé dans le Parlement italien la Confédération suisse d'avoir manqué de surveillance à l'égard des ouvriers employés dans les chantiers de Goeschenen et d'Airolo. Il est vrai, que cette accusation a été réfutée par le ministre Cairoli qui s'est appuyé sur l'opinion du professeur Baccelli.

Cette question de pathologie ayant été portée devant le grand public, il m'a paru qu'elle valait la peine d'être examinée avec soin; en réfutant, d'un côté, les exagérations des journaux et de l'autre, en puisant mes informations auprès des médecins chargés par l'administration de

soigner les ouvriers du tunnel. Grâce à l'obligeance du prof. Colladon, ingénieur-conseil de l'entreprise des travaux du percement, j'ai pu obtenir des renseignements précis du D<sup>r</sup> Giaccone pour le chantier d'Airolo et du D<sup>r</sup> Fodéré pour celui de Gœschenen. Au reste, ce n'est pas seulement en me mettant en communication avec ces deux docteurs que mon ami, le prof. Colladon, m'a été utile pour la rédaction de ce mémoire, c'est aussi pour tout ce qui concerne les domaines techniques et scientifiques sur lesquels sa parfaite connaissance du sujet ne laisse rien à désirer. Je suis heureux de pouvoir lui en témoigner ici toute ma gratitude.

Mais avant de parler de la maladie du Gothard, il n'est pas inutile de dire quelques mots de cet entozoaire qui a tant occupé le public dans ces derniers temps. C'est un ver de la classe des nématodes qui se loge dans le duodénum et qui dénote sa présence par de nombreuses ecchymoses, ainsi que par des hémorragies, d'où résulte une anémie proportionnée au nombre des vers et aux troubles de la digestion qu'ils causent.

*Ankylostomum duodenale* *Dochmius duodenalis*.



A. Mâle (10 à 12 millimètres de longueur).

B. Femelle (16 à 18 millimètres de longueur).

L'*ankylostomum duodenale* ou plus exactement le *dochmius duodenalis* est un ver cylindrique, dont le mâle a 40 millimètres de longueur et la femelle 18; les organes génitaux du mâle occupent l'extrémité, et ceux de la femelle le milieu du corps, où le mâle vient se fixer pour la fécondation comme on le voit dans l'ouvrage de Leuckart et dans l'épreuve ci-jointe qui en est tirée<sup>1</sup>. C'est à la présence de ce ver que Griesinger attribue l'*anémie* ou *chlorose égyptienne*. Nous avons reconnu la même cause pour la *cachexie aqueuse* ou *mal-cœur* des nègres et des mulâtres dans les Antilles, ainsi que dans d'autres régions tropicales et en particulier au Brésil où il a été vu par le Dr Wucherer<sup>2</sup>.

Il n'avait pas été observé en Europe jusqu'en 1838, où le Dr Dubini de Milan annonça l'avoir trouvé *vingt* fois sur *cent* autopsies; tandis que Leuckart l'a inutilement cherché à Turin, à Pavie, à Florence et ailleurs; il affirme que cet entozoaire est complètement inconnu dans les régions situées au nord des Alpes.

Voilà tout ce que l'on savait sur ce sujet jusqu'à ces derniers temps, lorsqu'un ouvrier qui avait travaillé dans le tunnel succomba dans l'un des hôpitaux de Turin; il était profondément anémié et lorsqu'on pratiqua l'autopsie, il fut constaté qu'un petit nombre d'ankylostomes existaient dans le duodénum. Cette découverte fit grand bruit et l'on fonda sur ce seul fait tout un roman, qui attribuait à la présence de ces entozoaires l'anémie des ouvriers du Gothard.

Voici quelle description en fait un correspondant de

<sup>1</sup> *Die menschlichen Parasiten*, I, II, p. 411, in 8°. Leipzig 1876.

<sup>2</sup> *Traité de Climatologie médicale*, t. III, p. 409 et 461, t. IV, p. 393.

la *Gazetta Piemontese*: « Ceux qui en sont atteints ont  
 « un aspect misérable, leur visage prend une couleur  
 « jaunâtre, leurs traits sont étirés, leurs lèvres décolorées,  
 « leur démarche est chancelante, leurs digestions difficiles  
 « et des vomissements surviennent fréquemment. Quel-  
 « que vigoureux que soit un homme, sa santé est com-  
 « promise, lorsqu'il a travaillé dans le tunnel plus de trois  
 « à quatre mois; il est condamné au bout d'un an; les  
 « 70 ou 80 pour cent des ouvriers sont atteints de cette  
 « maladie; les 95 pour cent parmi ceux qui ont fait ce tra-  
 « vail pendant un an et plus. Les prof. Calderini de Parme,  
 « Bozzolo et Pagliani de Turin ont étudié sur place la  
 « maladie qui a d'abord été reconnue par le D<sup>r</sup> Graziadei.  
 « Le prof. Bozzolo l'a appelée *anémie de l'ankylostome*  
 « parce que l'on a trouvé des vers de ce nom dans les  
 « entrailles d'un homme décédé à l'hôpital de Turin.

« MM. Bozzolo et Pagliani ont constaté que la maladie  
 « en question n'existe que chez les ouvriers occupés dans  
 « le tunnel. Ils pensent que l'ankylostome est répandu  
 « depuis longtemps, mais qu'il n'a manifesté son action  
 « avec une énergie particulièrement destructive que durant  
 « ces derniers six mois. Les conditions atmosphériques  
 « dans lesquelles s'effectue le travail dans le fond des gale-  
 « ries, ont dû constituer un milieu spécialement propre à  
 « créer une prédisposition à la contagion et celle-ci s'est  
 « répandue par le défaut de propreté à l'intérieur du tun-  
 « nel qui a entraîné le mélange des vers avec l'eau bue  
 « dans les galeries. L'ankylostome est endémique surtout  
 « au Brésil et en Égypte et le prof. Bozzolo pense qu'il  
 « suffisait de dix heures passées dans le tunnel durant sa  
 « dernière période d'exécution, pour mettre les travail-  
 « leurs dans des conditions analogues à celles où se trou-  
 « vent les habitants des tropiques. »



Un autre journal, *la Grenzpost*, affirme qu'environ *cinq cents* ouvriers italiens qui étaient occupés sur les chantiers de Gœschenen et d'Airolo, ont quitté le tunnel pour chercher leur guérison dans le climat de leur patrie, parce qu'ils souffraient de cette maladie (*Journal de Genève*, 14 avril 1880).

Nous citerons encore une communication faite à l'Académie des Sciences par les D<sup>rs</sup> Concato et F. Peroncito de Turin. « Dans la clinique dirigée par l'un de nous (M. Concato) viennent d'être admis, dans l'espace de quelques jours, trois individus affectés d'*ankylostomiasie*. L'examen des fèces indique, que le nombre des ankylostomes contenus dans l'intestin doit être assez considérable et cette opinion est corroborée par l'état des malades; tous trois sont, en effet, profondément épuisés par le fait d'une grave et menaçante anémie. Ces trois ouvriers sont employés au percement du Gothard et d'après ce qu'ils rapportent, leurs compagnons de travail sont par centaines affectés de la même maladie. Cette assertion est, du reste, confirmée par le médecin d'Airolo, à qui nous nous sommes adressés pour avoir des informations sur ce sujet<sup>1</sup>. »

Après ces articles que l'on peut hardiment taxer d'exagération, examinons les faits et recherchons les causes qui ont contribué à développer l'anémie chez les ouvriers occupés au percement du Gothard. En premier lieu : la température qui est très élevée. DuBois-Reymond dit, que la chaleur la plus forte que l'on puisse supporter dans les mines est de 50°, si l'air est sec, et de 40°, s'il est humide. Cette température est cependant plus élevée dans les mines

<sup>1</sup> *Gazette médicale de Paris*, p. 207. Séance de l'Institut du 15 mars 1880.

de Comstock, État de Nevada, puisqu'elle atteint habituellement  $54^{\circ},5$ . L'air que l'on envoie pour rafraîchir les galeries est à  $20^{\circ}$  et il ressort à  $33^{\circ}$ . L'eau de quelques sources chaudes à l'altitude de 600 mètres sort du rocher à la température de  $69^{\circ},5^1$ .

L'atmosphère du tunnel est bien moins chaude que celle dont nous venons de parler, puisque la température maxima de la roche au St-Gothard, prise à  $4^m,40$  de profondeur, a été de  $30^{\circ},58$  à la distance de  $7294^m$  de l'embouchure nord; depuis cette profondeur jusqu'à  $7635^m$  de ce même côté du tunnel, elle a varié de  $30^{\circ},58$  à  $29^{\circ},98$  d'après les mesures exactes prises par M. l'ingénieur géologue Stapff<sup>2</sup>. Les températures de l'air sont plus variables par suite de causes accidentelles, mais la plus haute température constatée a été de  $31^{\circ},70$  le 21 février 1880 à 7453 mètres de l'embouchure nord; les températures moyennes de l'air du tunnel ont oscillé entre  $29^{\circ},60$  et  $31^{\circ},70$ . La température maxima du côté sud a été trouvée de  $31^{\circ},53$  le 7 février 1880. Nous sommes donc bien loin des  $40^{\circ}$  assignés par DuBois-Rey-  
mond comme limite de la température que peuvent supporter des ouvriers; elle est, du reste, dépassée dans bien des circonstances; c'est, en particulier, le cas des ouvriers employés au chemin de fer de Saint-Louis, qui travaillent dans une atmosphère de  $40^{\circ}$  et surtout des chauffeurs dans les bateaux qui naviguent sur la mer Rouge ou dans les régions tropicales, qui respirent un air dont la température n'est pas inférieure à  $40^{\circ}$  ou  $60^{\circ}$  et atteint même  $68^{\circ}$ <sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Prof. Church, *Rev. univ. des mines*, nov. et déc. 1879, p. 748.

<sup>2</sup> *Rapports trimestriels du Conseil fédéral sur la marche de l'entreprise*. Annexe au vol. VIII.

<sup>3</sup> *Revue universelle des mines*, t. V, p. 540, 541.

Ainsi donc la chaleur du tunnel pendant les derniers mois du percement était assez élevée. Depuis la réunion des deux galeries qui a établi un courant d'air dirigé le plus souvent du nord au sud et quelquefois du sud au nord, la température s'est abaissée.

Mais l'atmosphère du tunnel est non seulement chaude, elle est encore très humide à cause des filtrations d'eau qui, il y a trois ou quatre ans, ont atteint un débit de 230 litres par seconde, soit *huit cent mille litres* par heure ; aussi la galerie sud dont la pente n'avait été fixée qu'à *un millième* par l'ingénieur-chef, a-t-elle été, pendant près de trois ans, transformée en un véritable aqueduc où l'eau s'élevait à 25 ou 30 centimètres. Quelques-unes de ces filtrations avaient, en sortant du rocher le volume et la force d'un jet de pompe à incendie<sup>1</sup>. L'on comprend dès lors combien l'atmosphère du tunnel devait être humide. Cela rendait le travail plus fatigant et entraînait de très abondantes transpirations produisant un grand épuisement.

En dehors de la chaleur et de l'humidité, l'atmosphère du tunnel présentait encore d'autres défauts pour les ouvriers. L'une d'elles était la fumée des lampes de mineur dont la combustion est toujours plus ou moins incomplète dans l'atmosphère humide et chaude de la plupart des mines. Une autre source d'impureté consistait dans l'air expiré par les travailleurs et dans les émanations de leurs corps couverts de sueur. Enfin les gaz provenant de l'explosion de la dynamite qui se faisait quelquefois incomplètement et développait alors du gaz nitreux rutilant, tandis qu'avec l'explosion habituelle, il se forme un mélange des gaz ci-dessous :

<sup>1</sup> Prof. D<sup>1</sup> Colladon, Le tunnel du St-Gothard. *Archives des Sc. phys. et nat.*, avril 1880, III<sup>e</sup> période, t. III, p. 386.

Hydrogène	34,8	} 100,0 en volume.
Acide carbonique	41,1	
Oxygène	3,4	
Azote	20,7	

L'on comprend combien ce mélange est impropre pour entretenir la respiration, quoiqu'il soit moins nuisible que celui qui résultait de l'emploi de la poudre de mine qui contient de l'oxyde de carbone. Il est vrai que les compresseurs envoient un volume considérable d'air pur jusqu'au fond de la galerie, mais les ouvriers ne peuvent s'éloigner assez pour qu'ils ne respirent pas une portion de ces gaz délétères.

Ainsi donc, l'atmosphère du tunnel est, à la fois chaude, humide et jusqu'à un certain point chargée d'impuretés. Ajoutons à toutes ces conditions défavorables l'obscurité relative du tunnel, malgré la lampe que porte chaque ouvrier et enfin la grande fatigue qu'entraîne un travail musculaire considérable limité, il est vrai, à huit heures par jour, et l'on comprendra comment la santé d'un certain nombre d'ouvriers a pu être gravement compromise. Mais de là aux exagérations des journaux, il y a bien de l'écart, comme l'on peut s'en assurer par les faits suivants.

L'on a pu voir dans les récits du percement que les deux ouvriers qui se sont rencontrés travaillaient depuis plusieurs années dans le tunnel du Gothard, après avoir exécuté le même exercice dans celui du Mont-Cenis et la moitié au moins des chefs-ouvriers, chefs de poste, hommes d'équipe, ouvriers à la perforation mécanique, travaillent au tunnel depuis 1872. Nous pourrions citer entre autres le chef de poste Contratto, qui n'a eu que *vingt-huit jours de maladie en six ans*, depuis 1873 jusqu'en juin 1879. En outre, presque tout l'ancien personnel dans



l'intérieur du tunnel, le plus grand nombre des ouvriers qui travaillent aux postes mécaniques, les chefs de poste des mineurs, les chefs de bricoles sont depuis plusieurs années (1872 et 1873), à de très faibles exceptions, les mêmes. Il est vrai, qu'étant bien payés, ils se nourrissent mieux que les ouvriers, dont un grand nombre suivent un régime détestable, sans qu'il soit possible de les contraindre à se mieux nourrir et à prendre certains soins de propreté. Le Dr Sonderegger, vice-président de la Commission sanitaire suisse, a été chargé par le Conseil fédéral de rechercher les causes de la maladie des ouvriers du tunnel et il a signalé leur mauvaise alimentation comme l'une des principales. Ils économisent sur leur nourriture afin d'accumuler un plus fort pécule; l'on cite entre autres le fait, que des ouvriers, gagnant 125 francs par mois, n'en gardent que 25 pour leur entretien et envoient 100 francs à leur famille, désintéressement très louable, mais fatal pour leur santé.

Maintenant que nous avons exposé les faits relatifs aux conditions hygiéniques ou plutôt antihygiéniques, auxquelles sont soumis les ouvriers du tunnel, voyons comment elles ont agi sur leur santé. Pour avoir des informations précises et récentes, je me suis adressé aux docteurs chargés du service médical des chantiers d'Airolo et de Gœschenen.

Le Dr Giaccone, qui pratique depuis plusieurs années à Airolo, m'a donné à la date du 4 avril 1880, la description suivante des symptômes observés chez les ouvriers mineurs. La pâleur commence par les oreilles, qui deviennent transparentes, elle s'étend plus tard aux ailes du nez et au visage tout entier; les muqueuses oculaire, nasale et buccale participent à cette anémie des tégu-



ments extérieurs. Il existe toujours des vertiges et une grande faiblesse, ainsi que des douleurs névralgiques au tronc et aux membres thoraciques et abdominaux. Les vomissements ne manquent jamais à une période avancée de la maladie. La constipation alterne avec la diarrhée et les évacuations sont tantôt verdâtres, tantôt noirâtres, *jamais sanguinolentes*. Le D<sup>r</sup> Giaccone, contrairement à l'assertion des D<sup>rs</sup> Concato et Peroncito, n'a jamais rencontré d'ankylostome dans les évacuations alvines et n'a point fait d'autopsie. Il me dit, en outre, que dans la seule qui ait été pratiquée à Turin, le nombre des ankylostomes n'était pas considérable. N'ayant pas de microscope, il n'a pas pu rechercher les œufs dans les matières fécales.

Comme on le voit, les ouvriers du tunnel ont présenté tous les symptômes de l'*anémie des mineurs*, qui se développe avec une grande intensité dans les mines de houille et que le D<sup>r</sup> Manouvrier attribue exclusivement aux émanations des dérivés volatils de la houille, les hydrocarbures et l'aniline qui paraissent jouer le principal rôle dans la production de l'anémie des mines d'Anzin. Les symptômes qui ont été décrits par le D<sup>r</sup> Manouvrier dans notre Congrès médical<sup>1</sup> sont tous caractéristiques de l'anémie et s'accompagnent, tantôt de cachexie avec anasarque, tantôt de troubles digestifs très variables; ces deux formes se sont rencontrées et combinées chez les ouvriers du tunnel. J'estime, en conséquence, que, sans nier l'influence des émanations de la houille, l'on doit admettre que les conditions spéciales du travail dans le tunnel du Gothard ont suffi pour développer l'anémie

<sup>1</sup> *Comptes rendus et Mémoires du Congrès international des sciences médicales en 1877*, in 8°, Genève 1878, p. 525.

en dehors de l'intervention très hypothétique de l'ankylostome.

Voyons maintenant quelle est l'opinion du Dr Fodéré, qui est chargé de soigner les ouvriers employés au chantier de Gœschenen. Il est incontestable, m'écrit-il, en date du 8 avril 1880, qu'un certain nombre d'ouvriers sont devenus anémiques, quoiqu'à des degrés divers. Ils présentent les caractères ordinaires de cette maladie; seulement, chez quelques-uns, la peau et les muqueuses sont non seulement décolorées, mais prennent une teinte jaunâtre, qui persiste fort longtemps. L'anasarque ne s'est présenté que deux fois à son observation; *il n'a jamais observé d'hémorragie intestinale ou autre*. L'ankylostome n'a jamais été rencontré à Gœschenen, ni en nature, ni sous forme d'œuf, que le Dr Fodéré a inutilement cherché avec une forte loupe dans les excréments des ouvriers. Or, d'après Leuckart, le seul habitat des œufs d'ankylostome est l'intestin de l'homme, et ils ne paraissent pas devoir passer par un autre milieu pour se développer.

Cette question acquiert une grande importance par le fait, que les Drs Bozzolo et Pagliani ont écrit à la Gazette de Turin, que c'est l'impureté de l'eau servant de boisson dans les galeries, qui a contribué à répandre les œufs de l'ankylostome. Ces messieurs ignoraient, sans doute, que l'entreprise du tunnel a organisé depuis plusieurs années un service d'eau potable qui ne laisse rien à désirer. L'eau prise à l'extérieur du tunnel circule dans de petits tonneaux, portés sur des trucs du côté de Gœschenen; tandis que dans la galerie d'Airolo l'eau est renfermée dans un grand nombre de cylindres métalliques entièrement fermés. Il y a chaque jour une circulation d'environ trente voitures, portant chacune deux de ces

réservoirs. L'eau vient de la Tremola, elle est amenée dans des tubes métalliques qui commencent à 180 mètres au-dessus du tunnel. Cette eau arrive donc au fond de la galerie, sans avoir eu aucune communication avec le tunnel. Elle descend du lac Sella au-dessus de l'hospice et coule sur un sol granitique, en sorte qu'elle est la plus pure des environs d'Airolo. Au reste, il n'est pas inutile d'ajouter que les ouvriers italiens sont, en général, très soigneux dans le choix de l'eau qu'ils boivent et qu'ils se gardent bien de se désaltérer avec l'eau, le plus souvent mêlée de boue, qui coule à leurs pieds.

Après avoir décrit l'anémie des ouvriers du tunnel, il nous reste à faire justice des exagérations qui ont été publiées sur la proportion et la gravité de cette maladie. Voici ce que m'écrivaient tout récemment les deux docteurs chargés du service des malades.

Le D<sup>r</sup> Giaccone estime que le roulement des ouvriers est tel, du côté d'Airolo, qu'il est impossible d'établir la proportion des malades. Ce sont, en général, les vieux ouvriers qui sont tous plus ou moins atteints; tandis que ceux qui ne le sont qu'à un degré plus faible se rétablissent promptement en restant quelques jours sans retourner au tunnel, ce qui est favorisé par la direction des travaux. Le D<sup>r</sup> Giaccone n'a vu que deux cas d'anasarque dans le chantier d'Airolo.

Nous avons cité plus haut l'assertion d'un journaliste qui affirme que cinq cents ouvriers italiens ont quitté le tunnel, pour aller chercher la santé dans leur pays natal. Or, il y a là une erreur capitale, puisque ces ouvriers qui quittent les travaux du tunnel chaque printemps, le font, parce qu'après y avoir travaillé tout l'hiver, ils émigrent par centaines en Lombardie, en Piémont, en France et en

Suisse, où ils trouvent de l'ouvrage comme maçons ou comme manœuvres. Ce n'est donc pas pour fuir le tunnel, mais uniquement pour suivre à une habitude enracinée chez les ouvriers tessinois, lombards ou piémontais. Au reste, si cette désertion avait eu lieu, le D<sup>r</sup> Fodéré qui pratique à Göschenen me l'aurait sans doute mentionné dans une lettre très récente, puisqu'elle porte la date du 4 avril 1880. Elle contient sur le nombre des anémiques une réponse très catégorique à mes questions. Voici le tableau mensuel des ouvriers, des blessés, des malades et des anémiques pendant les mois qui ont précédé et suivi les dernières phases du percement, alors que la longueur du tunnel rendait les conditions d'aération de plus en plus difficiles.

	NOMBRE		
	Total des ouvriers	des blessés ou malades	des anémiques
Décembre 1879	1685	85	1
Janvier 1880	1611	109	5
Février »	1607	113	8
Mars »	2000	146	9
	<hr/> 6903	<hr/> 453	<hr/> 23

Ainsi donc, sur une *moyenne mensuelle* d'environ 1700 ouvriers, l'on a compté 114 blessés ou malades et sur ce nombre, le D<sup>r</sup> Fodéré n'a pas rencontré plus de huit anémiques. L'on remarquera que pendant les mois de janvier, février et mars, les anémies suivaient une progression constante à Göschenen, comme le D<sup>r</sup> Giaccone l'avait observé dans le chantier d'Airolo où, suivant toutes les probabilités, la proportion était plus considérable, mais



n'atteignait pas de bien loin les chiffres fabuleux qui ont été signalés dans les journaux.

En dehors de l'anémie, les ouvriers du tunnel ont présenté un grand nombre d'affections catarrhales et de phlegmasies pulmonaires qui sont la conséquence inévitable d'un travail aussi fatigant dans une galerie dont la chaleur était excessive, au milieu d'une atmosphère humide qui amenait de fortes transpirations, et par conséquent des refroidissements par le retour à l'air libre, alors que la température extérieure était si différente de celle qui régnait à l'intérieur de la galerie. Aussi les phlegmasies pulmonaires sont-elles signalées comme plus fréquentes à Göschenen qu'à Airolo.

Et maintenant que j'ai fait passer devant les yeux du lecteur les documents puisés aux meilleures sources, j'espère avoir convaincu que la présence de l'ankylostome, comme cause de la maladie des ouvriers du tunnel, est une pure hypothèse, qui n'est appuyée que sur une seule autopsie où, d'après le Dr Giaccone, leur nombre était très restreint et que, malgré l'assertion de quelques auteurs, cet entozoaire n'a pas été observé par les docteurs chargés du soin des malades.

En sorte qu'en *définitive*, bien loin d'attribuer à une cause occulte et qui n'est en aucune manière démontrée, la maladie en question, j'admets qu'elle est tout simplement *l'anémie des mineurs*, dont il est facile de comprendre le développement, sous l'influence d'un travail fatigant, dans une atmosphère plus ou moins impure, très chargée d'humidité, dont la température est très élevée et l'obscurité plus ou moins complète; en même temps qu'une nourriture peu substantielle contribuait à détériorer les constitutions les plus robustes, et cependant une forte propor-



tion des ouvriers ont pu, *sans inconvénient notable, continuer leur travail pendant plusieurs années*. Tels sont les faits consciencieusement étudiés et suffisamment clairs pour mettre à néant ce que je puis appeler la *légende de l'ankylostome* et celle de *l'universalité des affections anémiques au tunnel du Saint-Gothard*.

---

# EXPLOSIONS PAR CONGÉLATION

PAR

**M. Ed. HAGENBACH**

Professeur à l'Université de Bâle.

---

(Note communiquée par l'Auteur.)

---

Pendant le rigoureux hiver que nous venons de traverser, je fis l'expérience bien connue de l'explosion d'un vase par congélation de l'eau qu'il contient. Il m'a été donné d'observer dans cette expérience quelques phénomènes accessoires que je désire décrire ici, car ils présentent un intérêt plus général et ils jettent un certain jour sur ce mode d'explosion.

J'ai opéré avec des obus sphériques en fonte, dont le diamètre extérieur était de 15 cent., le volume intérieur 880 centimètres cubes, le diamètre intérieur 12,8 centimètres, l'épaisseur par conséquent 2,2 centimètres. Ces obus furent remplis d'eau, fermés avec un bouchon à vis en fer et exposés au froid.

Je fis la première expérience le 10 décembre 1879. L'obus fut mis en plein air à une heure après midi. La température était alors de  $-12^{\circ}\text{C}$ ; à neuf heures du soir elle était de  $-18^{\circ},4$  et le lendemain matin à sept heures de  $-14^{\circ},6$ . A neuf heures du soir on ne remarquait encore aucun effet; mais le lendemain à 7 h.

du matin l'obus avait éclaté. L'aspect qu'il présentait alors se voit dans les figures 1 et 2 de la planche V qui reproduit exactement des photographies d'après nature du phénomène. La figure 1 représente l'obus dans sa position verticale primitive, la figure 2 le représente vu de l'autre côté et dans une position inclinée.

La seconde expérience fut faite le 20 janvier, lorsque survint une nouvelle période de froid. L'obus traité de la même manière fut mis en plein air vers dix heures du matin. La température était à sept heures du matin —  $20^{\circ},0$ , à une heure —  $12^{\circ},8$ , à neuf heures du soir —  $14^{\circ},2$ . A sept heures du soir on n'observait encore aucune modification; mais à neuf heures l'obus avait sauté et présentait l'apparence que représentent les figures 3 et 4 prises de deux côtés différents. La photographie ne put être faite, il est vrai, que le 21 de bonne heure, toutefois il ne s'était produit dans l'intervalle qu'une modification insignifiante, consistant en ce que le cylindre de glace s'était légèrement allongé.

Une première particularité remarquable que présentent les masses de glace ainsi expulsées sont des filaments ténus, dont l'un, celui du mois de décembre, se recourbe vers le bas, l'autre, celui du mois de janvier, vers le haut. Ces filaments ont tout à fait l'apparence de jets d'eau subitement congelés et pour la suite je leur donnerai en effet cette dénomination. Examinés de plus près, ils présentent, outre leur courbure inverse, encore d'autres différences. Le jet de décembre est plat à son point de départ, comme on le voit clairement dans la figure 2, et rond plus loin; il présente des élargissements équidistants ou nœuds; j'en ai compté 16 qui étaient distants entre eux de  $7^{\text{mm}}$  environ. Le jet de janvier, comme celui de décembre, allait

en se rétrécissant vers son extrémité ; présentant 9<sup>mm</sup> de diamètre à sa base ; il n'avait plus que 3<sup>mm</sup> à son extrémité. En outre il présentait un aplatissement très marqué à sa partie supérieure, c'est-à-dire du côté de sa concavité ; sa section était à peu près un demi-cercle. Il ne présentait pas de renflements ou de nœuds.

Nous allons chercher à nous rendre compte maintenant de la formation de ces figures de glace et commencerons par celle obtenue le 20 janvier, dont nous pourrions mieux suivre le développement graduel dans ses diverses phases.

Comme l'obus avait été entièrement rempli d'eau, la dilatation ne pouvait se produire ; la glace ne se forma donc pas immédiatement, mais l'eau se refroidit au-dessous de 0° et dans cet état de surfusion exerça une pression considérable sur son enveloppe rigide. Celle-ci subit d'abord en vertu de son élasticité, une légère extension et un jour s'étant ainsi produit dans les pas de vis du bouchon, une petite quantité de l'eau en surfusion put s'échapper par là, couler en un mince filet le long de la paroi extérieure de l'obus, et tomber en petite partie sur la chaise de bois qui portait l'appareil. Cette eau, à sa sortie, n'étant plus soumise à la pression, dut se congeler instantanément. Je le reconnus à l'apparence du jet ci-dessus décrit qui avait été aplati à sa partie inférieure par le contact avec la paroi de l'obus, mais ne s'était pas étalé sur celle-ci, et aussi aux gouttes congelées que je trouvai sur la chaise. C'était en petit le même phénomène que celui qu'on observe dans la production du verglas que l'on explique aussi par la congélation subite d'eau en surfusion.

La congélation de l'eau expulsée provoqua la cristalli-

sation du reste de la masse et le bouchon fut violemment projeté par suite de l'énorme augmentation de pression qui en résulta. Malgré toutes mes recherches, je n'ai pu jusqu'ici le retrouver, et comme je l'eusse reconnu facilement sur la neige immaculée répandue tout autour du lieu de l'expérience, il doit avoir été lancé très loin, ainsi que Williams l'a observé dans les expériences qu'il fit en 1785 à Québec. Quelques portions du pas de vis avaient été arrachées et l'obus présentait plusieurs fissures rayonnant autour de l'orifice. Celles-ci demeurèrent ouvertes, sous l'action de la pression interne, tout le temps que l'eau resta congelée, mais se refermèrent par l'effet de l'élasticité de l'acier dès que la glace fut fondue. Un cylindre de glace avait été expulsé par l'ouverture ronde de l'obus; les stries qu'il présentait à sa surface prouvaient que la glace solide mais plastique avait été expulsée violemment. Cette colonne de glace avait soulevé avec elle le jet d'eau congelé qui présentait une surface concave par-dessous, là où il avait reposé sur la paroi de l'obus.

Comme la quantité de chaleur émise dans la congélation de toute la masse d'eau est notablement plus considérable que celle qui est nécessaire pour élever sa température d'environ — 15° à 0°, la masse d'eau ne put pas se congeler tout entière au premier moment. Le cylindre de glace exprimé, aussi bien que l'obus même durent contenir encore de l'eau liquide. Par le très grand froid qu'il faisait, l'eau contenue dans le cylindre ne tarda pas à geler; cela fit éclater le cylindre de glace à sa partie supérieure en quatre morceaux qui s'entr'ouvrirent comme les pétales d'un bouton qui s'épanouit. Par suite, le dard formé par le jet d'eau congelé fut retourné la pointe en



l'air, présentant maintenant sa face concave aplatie par-dessus. Nous avons tout lieu d'admettre que le phénomène qui vient d'être décrit s'est produit dans un temps très court, peut-être une fraction de seconde. Peu à peu, l'eau contenue dans l'intérieur de l'obus acheva de geler : le manchon de glace s'allongea de la sorte jusqu'à ce qu'il se rompit. Je coupai alors toute la glace émergeant de la boule et mesurai après fusion la quantité d'eau manquant dans l'obus. Je l'évaluai à 82 centimètres cubes. Le volume intérieur de l'obus mesurant 885 centimètres cubes, il suit que la densité de la glace avait été de 0,91. Cette mesure concorde suffisamment avec les mesures directes, eu égard à ce qu'il ne s'agit ici que d'une expérience assez grossière et à ce que la glace contenait probablement une certaine quantité d'air.

L'examen détaillé que nous venons de faire de l'expérience de janvier va nous servir maintenant à expliquer celle de décembre.

Dans les traits principaux, le phénomène avait été le même; les différences tinrent surtout à ce que le bouchon de fer était enfoncé plus profondément; aussi ne fut-il pas projeté. En revanche, l'obus éclata et un morceau triangulaire en fut soulevé. Le jet d'eau initial ne s'échappa pas cette fois par le pas de vis, mais par la première issue qui se produisit par la rupture de la paroi. Comme l'eau n'eut qu'une faible résistance à vaincre à sa sortie, elle sortit avec une vitesse plus grande et s'éleva en forme de jet libre au lieu de couler le long des parois de l'obus; c'est pourquoi il présentait une section ronde et non demi-circulaire. Je pris d'abord la courbure qu'il affectait pour la trajectoire parabolique d'un jet d'eau à l'air libre. Mais lorsque j'eus mieux étudié la

marche du phénomène dans l'expérience de janvier, il me parut probable que ce jet de glace, après avoir été sensiblement droit par suite de la grande vitesse d'écoulement, s'était courbé ensuite sous l'action de sa pesanteur jusqu'à venir reposer sur la paroi de l'obus, de manière à prendre ainsi après coup la courbure de sa surface extérieure. Pour expliquer ce fait, il importe de tenir compte de la plasticité que présentait ce jet de glace, alors qu'après sa congélation subite il devait renfermer encore de l'eau, comme nous l'avons vu dans l'autre expérience. Si par la pensée on ramène à sa place le morceau d'obus soulevé auquel adhère le jet de glace, l'extrémité de celui-ci vient s'appliquer sur la surface de l'obus. La courbure plus faible du jet vers son point de sortie s'explique aisément, sa base plus large ayant dû être moins flexible que le bout. Il importe de remarquer encore que le jet prend son origine quelques millimètres au-dessous de la surface supérieure du morceau enlevé, ce qui tient à ce que le jet d'eau ne s'échappa que lorsque le fragment avait été déjà un peu soulevé.

Nous n'avons plus qu'à chercher à expliquer maintenant les renflements équidistants ou nœuds que présentait le jet. Je crus y reconnaître la forme de la veine liquide telle que Savart l'a décrite<sup>1</sup>. Cette explication paraissait d'abord assez plausible, puisque, comme le montre la figure 2, le jet à son origine était aplati horizontalement, mais un examen plus approfondi de la forme que montrait le jet soit en nature, soit en photographie, me fit voir qu'ailleurs il ne présentait pas d'autres segments aplatis se succédant alternativement avec une inclinaison

<sup>1</sup> *Trans. Royal Soc. Edinburg, 1790, vol. II, page 23.*

de 90° l'un sur l'autre, mais avait sur tout le reste de sa longueur une section arrondie, alternativement plus large et plus étroite. Nous avons donc affaire ici à des élargissements et à des rétrécissements périodiques du jet. Peut-être ce fait peut-il s'expliquer par l'hypothèse que le fragment détaché était animé au moment de l'arrachement d'un mouvement vibratoire qui s'est communiqué au jet d'eau et y a produit ces nœuds et ventres alternatifs.

Je ne sais pas si le phénomène d'un jet de glace produit de la sorte par congélation instantanée a déjà été décrit, c'est probable, car il a dû se produire et être observé fréquemment, puisqu'il s'est offert à moi accidentellement dans les deux expériences que je viens de décrire. Williams a constaté quelque chose d'analogue dans une de ses expériences, dans laquelle il a vu se produire sur les fissures du vase des lamelles de glace semblables à des nageoires de poisson. Je pense que dans cette expérience l'eau en surfusion s'échappa sous forme de nappe et se congela instantanément sous cette forme. Dans son ouvrage sur la chaleur, Cazin donne une figure de ce phénomène; toutefois, comme le travail original de Williams ne contient aucune planche, la figure en question n'est pas la reproduction directe du phénomène, mais n'a pu être faite que d'après la description de son auteur.

Bâle, avril 1880.

---

SUR  
UNE PLUIE JAUNE

OBSERVÉE

PRÈS DE BONNEVILLE EN SAVOIE

Le 25 Avril 1880

PAR

**M. C. DE CANDOLLE**

---

Une lettre adressée à M. le prof. Plantamour, directeur de l'Observatoire de Genève, par une personne<sup>1</sup> résidant à Bonneville, renferme les détails qui suivent au sujet du singulier phénomène observé dans cette localité le 25 avril de cette année.

« Il était environ 2 heures et demie de l'après-midi (aujourd'hui 25 avril), le ciel couvert de nuages gris poussés par un vent assez violent du sud-ouest annonçait la pluie; en effet, elle commença à tomber, mais les gouttes étaient rares et peu grosses; j'observai que chacune d'elles en tombant sur des vêtements noirs, sur des linges blancs, sur des parapluies, y formait une petite

<sup>1</sup> M. Fuorelfrédél, sous-inspecteur de l'enregistrement à Bonneville (H<sup>te</sup>-Savoie).

tache d'un jaune sale, tirant sur le brun ; j'ai placé alors deux feuilles de papier blanc sur lesquelles j'ai recueilli un certain nombre de ces gouttes ; les feuilles sont restées, l'une après l'autre, environ 10 minutes à la pluie ; les taches vous permettront de reconnaître que la pluie était peu abondante et l'examen microscopique constatera la nature de la substance qui altérait la limpidité de l'eau. »

A la demande de M. le prof. Plantamour, qui a bien voulu me confier les deux feuilles de papier reçues de Bonneville, j'ai examiné au microscope le contenu des taches jaunâtres qui les recouvraient et voici le résultat de cette investigation.

Les taches présentent une teinte assez uniforme d'un jaune peu foncé. Leur diamètre varie de 4 à 5 millimètres. Elles sont formées d'un enduit pulvérulent de minime épaisseur qu'il est aisé d'enlever avec la lame d'un scalpel sans entamer le papier sous-jacent.

Les particules de cet enduit ne sont aucunement attirées par l'aimant. Elles ne se dissolvent ni dans les alcalis, ni dans les acides. Ces derniers n'y déterminent pas d'effervescence. D'ailleurs le microscope montre clairement qu'il s'agit là d'une poussière de nature organique, ainsi que le prouvent, soit la forme même des particules, soit l'action qu'exercent sur elles les réactifs tels que l'iode et l'acide sulfurique.

Observés à sec ou dans l'eau pure, ces débris organiques offrent, pour la plupart, une teinte jaunâtre, mais il y en a aussi de tout à fait incolores. Les plus volumineux atteignent jusqu'à 5 ou 6 millièmes de millimètre dans leur plus grande dimension. Ils sont en général formés d'un plus ou moins grand nombre de cellules de



petit diamètre. En faisant usage d'un fort grossissement, on constate que les parois de ces cellules sont parsemées de granulations assez analogues aux aspérités qui s'observent à la surface cuticularisée des cellules épidermiques chez beaucoup de phanérogames ou à celles des cellules ponctuées.

Ce sont ces mêmes granulations qui, séparées des cellules dont elles ont fait partie, constituent les plus fines particules de la matière pulvérulente contenue dans les gouttes de pluie (pl. VI, fig. *f*). L'état de désagrégation avancé de tous ces débris végétaux ne permet pas de reconnaître leur provenance, mais la petitesse des cellules dont ils sont formés semble indiquer qu'elles ont appartenu à des tissus encore jeunes.

Parmi ces fragments aux formes si variées et si irrégulières se montrent parfois des spores de cryptogames (pl. VI, fig. *s*), mais je n'y ai pas trouvé de grains de pollen.

En résumé, la poussière qui colorait en jaune la pluie recueillie à Bonneville le 25 avril, ne renfermait que des éléments organiques d'origine végétale. Une pluie toute semblable a été également observée le même jour et à la même heure non loin du village de Mornex, situé à plus de dix kilomètres de Bonneville, ainsi que dans les environs de Genève, à Hermance, à Coppet et à Duillier. Mais les poussières contenues dans la pluie de cette dernière localité étaient de nature essentiellement minérale, presque sans mélange de matières organiques, ainsi que l'affirme un correspondant du *Journal de Genève*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Voir le *Journal de Genève* du 6 mai 1880.

Le correspondant dont il s'agit ici est, à ce que je viens d'apprendre, M. H. Vernet, de Duillier. Il a eu l'obligeance de me

Enfin, une note insérée par M. Daubrée dans le numéro du 10 mai des Comptes rendus de l'Institut, nous apprend qu'il est aussi tombé des pluies de poussière avec ou sans eau dans plusieurs localités du sud-est de la France.

A Barcelonnette (Dép. des Basses-Alpes), qui est situé à une altitude de 2000<sup>m</sup>, le phénomène a débuté le 21, mais il s'est surtout accentué le 25 avril. La neige des montagnes avoisinantes y est devenue rougeâtre jusqu'à l'altitude de 2800<sup>m</sup> à 3000<sup>m</sup>. La poussière recueillie sur cette neige a été étudiée avec soin à Paris. Elle se composait d'un sable riche en carbonate de chaux et dans lequel on n'a pas trouvé de particules ferrugineuses. Ce sable renfermait en outre de nombreux débris organiques presque tous d'origine végétale.

On voit que la pluie de poussière du 25 avril a eu lieu simultanément dans une grande étendue de pays, mais que sa composition n'a pas été partout la même, sauf en ce qui concerne l'absence de particules ferrugineuses. Les matières qui ont été recueillies à cette occasion rentraient donc dans la catégorie des poussières atmosphériques ordinaires auxquelles on ne saurait aucunement attribuer une origine cosmique.

communiquer un échantillon de la poussière qu'il a recueillie lui-même dans sa propriété, où elle est tombée en très grande abondance pendant la journée du 25 avril. J'ai pu, de même que lui, constater que cette poussière se compose, en majeure partie, de sable calcaire associé à des éléments siliceux, mais exempt de particules attirables à l'aimant. Il s'y trouve aussi des débris végétaux analogues à ceux de la pluie de Bonneville, ainsi que d'autres formes que je n'ai malheureusement pas encore eu le temps d'étudier en détail.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

*Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire sous un grossissement de 800 diamètres.*

NB. Les figures sans lettres représentant des cellules ou groupes de cellules sont, après les fragments du groupe *f*, les éléments les plus abondants dans chaque goutte.

*f*, fragments de cellules et granulations qui en proviennent.

*m*, masse formée de petites cellules.

*p*, fragment de cellule allongée, à paroi cuticularisée et en voie de désagrégation.

*s*, spore.

*t*, fragment de paroi d'une cellule ou d'un vaisseau ponctué.

---

# DIATOMÉES

DES

ALPES ET DU JURA ET DE LA RÉGION SUISSE ET FRANÇAISE  
DES ENVIRONS DE GENÈVE

PAR

**M. J. BRUN**

---

Depuis que, par le perfectionnement des microscopes et des lentilles dont ils sont composés, on est parvenu à se rendre compte de la nature, de la constitution et du but des plus petits organismes végétaux, le champ des études micrographiques s'est tellement augmenté qu'il a fallu les répartir entre des observateurs tout à fait spéciaux. La science doit une vraie reconnaissance aux naturalistes qui ont consacré leurs investigations à quelques-unes de ces petites productions qui demandent, pour être bien connues, des instruments perfectionnés. Dans ce nombre infini de formes végétales qui se sont présentées à l'attention des botanistes, celles qui ont le plus tardivement attiré leurs études sont celles qui habitent les eaux soit douces soit salées, et auxquelles on a donné le nom collectif d'Algues. Celles qui habitent les mers sont en nombre considérable ; elles varient selon les climats, atteignent quelquefois plusieurs centaines de pieds (pour ne pas dire de milles), et se couvrent d'autres productions d'une petitesse telle qu'à

peine si les loupes les plus fortes permettent de se douter de leur présence dans une goutte de liquide presque invisible ; mais c'est surtout dans les eaux douces qu'habitent les infiniment petits. Là ils se rencontrent sous des formes assez variées et assez diversement caractérisées pour qu'on ait pu les distribuer en classes et en familles. Une de ces classes, celle qui renferme les plus minimes de ces organismes, a reçu le nom de DIATOMÉES; elles sont toutes microscopiques, et, tout en se rapprochant les unes des autres par des caractères généraux, elles sont assez tranchées pour qu'on ait pu les grouper en genres et en espèces.

Les dimensions d'un grand nombre sont tellement petites qu'il y a bien des botanistes à qui la constitution de leurs yeux ne permet pas l'emploi des énormes grossissements nécessaires pour les étudier. Le professeur Ehrenberg estimait que dans un pouce cube il pouvait y avoir des millions de Diatomées. L'auteur de l'ouvrage dont nous rendons compte ici a trouvé que pour les espèces de nos contrées, il pouvait y en avoir en moyenne 8000 dans un millimètre cube. D'autres mensurations plus exactes lui ont montré qu'un millimètre cube pouvait contenir 27 millions d'exemplaires de la *Frustulia pelliculosa* Grun (*Navicula oculata* Breb.), et 40 millions d'exemplaires de l'*Achnanthe delicatula* Kütz.

Désireux de faire partager à d'autres les jouissances que lui avait procurées l'examen microscopique des merveilleuses incrustations de l'enveloppe siliceuse des Diatomées, M. Brun a publié les résultats de ses persévérantes recherches dans les plaines, les Alpes, le Jura des environs de Genève, en s'efforçant de les mettre à la portée de tous ceux pour qui l'étude de la nature a des



charmes. Après un nombre infini d'observations et de comparaisons avec les publications antérieures, M. Brun a réuni les siennes dans un beau volume où il a classé toutes les espèces qu'il avait recueillies. Quelques pages de notions préliminaires mettent à la portée de ceux qui désirent s'occuper de ces singuliers végétaux répandus en abondance partout où se trouve de l'eau, les moyens de les nommer. « Que cette eau, dit-il, soit stagnante ou courante, limpide ou trouble, chaude ou glacée, même dans la neige fondante des hautes Alpes, l'œil armé du microscope y trouve des Diatomées et presque toujours en nombre immense. Les germes qu'elles émettent peuvent rester *sans périr* des semaines, des mois, sur des rochers arides exposés au soleil, ou dans les glaciers exposés aux plus grands froids ; et vienne un rayon de soleil et quelques gouttes d'eau, on les voit apparaître par milliers et par milliards. »

M. Brun expose ensuite très clairement l'organisation de ces charmants petits végétaux, leur composition, leurs mouvements, leur développement, leur reproduction. Pour mettre toute personne qui serait disposée à les étudier, à même de comprendre où elle doit les chercher, comment elle doit s'y prendre pour les récolter et pour les conserver, il donne les indications nécessaires. Puis il présente en 136 pages la classification et la description de toutes celles qu'il a recueillies dans le champ qu'il a exploré. Ce travail est suivi de neuf planches où sont très clairement représentées sous leurs différentes faces, à un grossissement de + 250 linéaire, toutes les espèces et variétés importantes qu'il a collectées et qu'il considère comme vraiment distinctes les unes des autres. Pensant que la variabilité est un caractère dominant de cette famille végétale,

M. Brun a cru sage de réduire le nombre des espèces et les a ramenées à 247 (représentant 680 espèces anciennes) telles qu'il les a recueillies dans la région suisse et française des environs de Genève. Il est, je crois, fort à regretter qu'il n'ait pu avoir connaissance des remarquables écrits du savant italien qui, dès longtemps, fait de cette famille l'objet des études les plus approfondies, M. le comte Castracane et particulièrement de ceux que contiennent les Actes de l'Académie dite *Nuovi Lyncei* de 1876 et 1879. Bien loin de considérer comme tellement variables tous les caractères des Diatomées, M. Castracane affirme qu'il en est qui sont parfaitement constants, et en particulier que dans chaque espèce le nombre des stries des carapaces est toujours exactement le même. Il s'en est tellement assuré que dans le dernier de ces mémoires (Roma, 1879) il donne un tableau du chiffre des stries soit verticales soit transversales de 118 espèces ou variétés notables prises dans 21 genres. De ce travail il résulterait que des trois espèces que M. Brun réunit à la *Navicula crassinervis* Breb. la *Navicula rhomboides* Ehr., *Frustulia saxonica* Breb. et *F. torfacea* Braun., la première aura toujours 2400 stries verticales et 1400 latérales, la seconde (*N. rhomboides*) 1700 stries verticales et 2400 transversales; la troisième (*Frustulia saxonica*) 3600 stries verticales et 3400 transversales. M. Castracane ne parle pas de la quatrième.

D'un autre côté, le naturaliste italien insiste sur le fait que, comme distinction entre les espèces, la grosseur et la grandeur des frustules est de peu d'importance. Il donne comme exemple l'*Eunotia Formica* Ehrenb., espèce exotique qu'on trouve sur des Utriculaires des pays tropi-

caux, et dont la forme est tellement anormale qu'elle ne peut être confondue avec aucune autre. Avec l'autorisation de M. de Candolle, il avait pris dans son herbier quelques fibrilles de la partie inférieure de ces plantes (laquelle est toujours plongée dans l'eau). L'une provenait de Rio Janeiro, la seconde de Java, la troisième du Sénégal; elles étaient toutes chargées de frustules de Diatomées de grandeurs très différentes, mais toutes incontestablement de cette espèce. L'axe longitudinal de la plus allongée était d'une longueur quintuple de celui des plus petites. Une série de photogrammes en sa possession, tous fait à un grossissement de 535 décimètres, représentant la série complète des différentes formes et dimensions, n'offre aucun caractère qui autorise à les considérer comme des espèces différentes. Mais, dira-t-on, comment est-il possible, sur d'aussi petits organismes que les Diatomées, de compter les stries de ces carapaces? A cette question, dans son Mémoire de 1879, M. Castracane répond en décrivant en détail comment il y parvient, de la manière la plus sûre, au moyen d'un appareil photomicrographique combiné avec la projection directe de la Diatomée au moyen d'un bon microscope solaire.

Avant de terminer, qu'il me soit permis de regretter que, en indiquant les auteurs qui ont nommé les premiers telle ou telle espèce, M. Brun n'ait pas désigné celui de leurs ouvrages, dans lequel il est fait mention de celle qu'il décrit. Il est plus d'une fois advenu, par exemple dans les publications de Kützing, que, dans l'une d'elles, soit désignée sous le même nom une autre espèce que celle qu'il a décrite ailleurs. Il en peut résulter de grandes erreurs, qui auraient pu être évitées, si au nom de l'auteur avait été jointe l'indication du titre et de la page de

l'ouvrage. Je regrette encore que dans ses notions préliminaires M. Brun ne soit pas entré dans de plus grands détails sur l'histoire du développement de ces charmantes Algues ; détails qui justifieraient les bases de leur classification et de leur groupement en certaines tribus et en certains genres distincts. Il est vrai que cette étude est encore entourée de très grandes difficultés et demande des précautions infinies. Mais elle serait digne de l'attention d'un observateur aussi consciencieux que celui auquel nous devons le volume dont je viens de rendre compte. Ce n'est pas seulement ces parasites que notre auteur signale et décrit fort bien, mais certaines transformations non encore constatées, qui peuvent induire en erreur sur la valeur de certains genres et de certaines espèces.

DUBY, anc. Pasteur.,

Doct. ès sciences.

---

# REMARQUES

SUR

## UNE SIMPLIFICATION DE LA THÉORIE

### DES MOUVEMENTS VIBRATOIRES

PAR

**M. C. CELLÉRIER**

---

(Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève,  
dans sa séance du 3 juin 1880.)

---

Les mouvements dont il s'agit sont les oscillations des particules de part et d'autre de leurs positions d'équilibre, c'est-à-dire ceux qui constituent l'acoustique et la lumière.

Pour trouver leur loi dans l'hypothèse la plus générale, on suppose donnés les écarts et les vitesses moléculaires à un instant fixe nommé initial; les inconnues sont les projections de ces écarts sur trois axes rectangulaires à un instant quelconque; ce sont des fonctions du temps et de la position de la particule.

Les équations du mouvement sont satisfaites en prenant pour chacune d'elles une somme de termes de la forme  $a \cos \rho (p-st)$  dans laquelle  $t$  est le temps,  $p$  la distance de la particule à un plan fixe,  $a$ ,  $\rho$ ,  $s$  des constantes; le mouvement représenté par un de ces termes isolé s'appelle mouvement simple.



A l'instant initial chacun des termes se réduit à  $a \cos \rho p$ , et on peut disposer des constantes et de la position du plan fixe correspondant à chacun, de façon que leur somme reproduise les valeurs initiales de l'écart, c'est-à-dire une fonction quelconque donnée  $f$  de la position du point dans l'espace ; il faut pour cela qu'on ait

$$f = \Sigma a \cos \rho p ;$$

ce mode de représentation d'une fonction est la formule de Fourier.

Les valeurs des inconnues ainsi trouvées sont des intégrales sextuples, solution exacte du problème, mais qui ne donnent aucune idée de la forme générale du mouvement. Ce n'est qu'après de laborieuses transformations, en supposant l'ébranlement initial renfermé dans un espace restreint, qu'on arrive à les interpréter de manière à mettre en évidence la forme d'onde limitée.

Outre cette complication, la formule de Fourier a un autre inconvénient : l'intégration par rapport à quelques-unes des variables  $a$ , si l'on commence par elles, un résultat indéterminé, et la différentiation sous le signe d'intégration offre peu de garanties d'exactitude.

Or on peut éviter ces inconvénients en remplaçant la formule de Fourier par une autre, représentant également une fonction arbitraire  $f(x, y, z)$  de trois indéterminées qu'on peut regarder comme les coordonnées rectangulaires d'un point variable : la fonction est supposée nulle si le point est en dehors d'un espace restreint désigné par  $V$ . Pour l'énoncé de la formule, nous nommerons  $S$  une surface sphérique ayant pour rayon l'unité et pour centre l'origine  $O$  ; elle sera partagée en éléments  $\omega$  ; en désignant par  $H$  la position de l'un quelconque d'entre

eux,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  seront les *cosinus* des angles que fait la droite OH avec les axes; nous nommerons P un plan perpendiculaire à OH coupant cette droite à une distance  $p$  de l'origine, distance qui sera prise négative du côté opposé à H; enfin nous poserons

$$F(p) = \Sigma f(x', y', z') \omega',$$

la somme s'étendant à tous les éléments  $\omega'$  du plan P, et  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  étant les coordonnées de chacun.

De la sorte  $F(p)$  sera fonction seulement de  $p$  et des *cosinus*  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ; soit  $\varphi(p)$  sa dérivée seconde par rapport à  $p$ , prise en regardant  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  comme constants; la formule cherchée est la suivante :

$$f(x, y, z) = -\frac{1}{8\pi^2} \Sigma \varphi(\alpha x + \beta y + \gamma z) \omega$$

où la somme s'étend à tous les éléments  $\omega$  de la sphère S;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  correspondent à chacun;  $x$ ,  $y$ ,  $z$  sont les coordonnées d'un point quelconque de l'espace.

L'expression précédente comprend au fond quatre intégrations, toutes entre des limites finies et sans aucune indétermination; on peut les exécuter rigoureusement, et démontrer ainsi qu'on retrouve pour sa valeur  $f(x, y, z)$ <sup>1</sup>.

Si l'on exprime de cette façon les fonctions initiales et qu'on les réduise toutes à la fonction simple correspondant à un même élément  $\omega$ , elles se trouveront être fonctions d'une seule coordonnée  $\alpha x + \beta y + \gamma z$  qui est l'abscisse d'un point quelconque, comptée parallèlement à la direction fixe OH: de plus elles n'auront de valeurs différentes de 0 que dans une région restreinte; il faudra,

<sup>1</sup> Pour plus de détails, voir les *Mémoires de la Société de Physique de Genève*, année 1880).

par exemple, que cette abscisse soit comprise entre  $\pm\mu$ , en attribuant au volume V la forme d'une sphère de rayon  $\mu$  et plaçant l'origine au centre.

Or, dans ce cas, les équations du mouvement s'intègrent immédiatement, les écarts sont fonctions seulement de la même abscisse, et le mouvement simple qui en résulte est aussi aisé à trouver que s'il était représenté par un *cosinus*, seulement il est d'une tout autre nature et se compose d'une onde plane limitée. Nommons plan moyen de l'onde celui qui était d'abord mené par l'origine perpendiculaire à OH, et qu'on suppose se déplacer parallèlement avec une vitesse constante S. La région ébranlée sera limitée à chaque instant par deux plans parallèles à celui-là, menés de part et d'autre à la distance  $\mu$ .

Le mouvement total résulte de la superposition de ces ondes planes; leurs plans moyens forment au bout du temps  $t$  l'ensemble des plans tangents à une même enveloppe intérieure qui est la surface des ondes; le mouvement n'est sensible que dans une petite épaisseur de part et d'autre de celle-là, et l'on peut s'assurer par un raisonnement assez simple que les prolongements des ondes planes en dehors de cette région limitée interfèrent entre eux, du moins à une notable distance du centre d'ébranlement.

On trouve aussi assez facilement soit les intégrales complètes données par Poisson pour un milieu isotrope, soit dans le cas d'un milieu cristallisé la loi du mouvement pour un point éloigné de l'origine. Celle-ci se trouve dépendre du rayon de courbure du contour apparent de la surface des ondes sur un plan quelconque mené par une de ses normales; or, si par la même normale on mène un plan sécant perpendiculaire au premier, il est

remarquable que le produit du rayon de courbure de la section par celui du contour est constant; les rayons de courbure de la surface des ondes se déterminent d'ailleurs par ceux de la surface du 6<sup>m</sup>e degré, qui représente les vitesses, de façon à ce que les formules ne contiennent plus rien d'inconnu.

Il est du reste indifférent d'employer dans les résultats la surface des ondes telle que Fresnel l'a représentée; celle qu'on déduit de la théorie de Cauchy est seule théoriquement exacte, mais j'ai démontré précédemment qu'en déterminant par l'expérience les constantes qui y entrent, elle coïncide avec celle de Fresnel et cela avec une exactitude dépassant celle des observations.

Il est remarquable que la transformation indiquée plus haut pour la formule de Fourier n'existe point pour une fonction de deux variables : ce fait se lie à un autre, savoir qu'il ne peut exister d'onde cylindrique limitée, du moins intérieurement.

En supposant l'ébranlement initial circonscrit dans un cylindre vertical indéfini, admettant en outre que la vitesse et l'écart soient à cet instant les mêmes pour tous les points situés sur une même verticale, il en sera bien ainsi pendant tout le mouvement et celui-ci aura la forme d'une onde cylindrique verticale se propageant de tous côtés dans le sens horizontal; mais la totalité des points intérieurs au cylindre restera indéfiniment en mouvement, de sorte qu'il n'est pas décomposable en ondes planes limitées.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE

---

## CHIMIE.

V. MEYER. — REMARQUES SUR LA DENSITÉ DES VAPEURS.  
(*Berichte*, XIII, 401. Zurich.)

Meyer fait remarquer que si Deville et Troost n'ont pas remarqué une densité anormale sur les vapeurs d'iode à 1000°, cela peut provenir : 1° de ce qu'ils chauffaient l'iode graduellement en partant de la température ambiante, et 2° de ce qu'ils ne le chauffaient qu'en présence de sa propre vapeur, tandis qu'il chauffe l'iode très brusquement, puisqu'il l'introduit dans son appareil porté déjà au rouge et en outre en présence d'un gaz étranger. Ce n'est pas d'ailleurs qu'il y ait action chimique de ce gaz sur l'iode, car les résultats sont identiques si l'on prend la densité des vapeurs dans l'air, dans l'oxygène, dans l'azote ou dans l'acide chlorhydrique.

---

V. MEYER et H. ZUBLIN. — SUR LE TETRA-BROMURE DE PLATINE ET LA DENSITÉ DES VAPEURS DU BROME AU ROUGE JAUNE. (*Berichte*, XIII, 404. Zurich.)

Le tetra-bromure de platine s'obtient facilement en chauffant de la mousse de platine à 180° avec du brome et de l'acide bromhydrique, on filtre, sèche à 180° et reprend par l'eau pour le séparer d'un peu de bi-bromure, on répète une fois encore cette opération. Il se forme une poudre d'un brun noir qui n'est absolument pas hygroscopique, assez soluble dans l'eau, mieux dans l'alcool et l'éther. Ce corps a servi à prendre la densité des vapeurs du brome à l'état naissant; elle correspond, à environ 1570°, à la formule  $\frac{2}{3} \text{Br}_2$ , il y a donc dissociation comme pour l'iode. Quant à la densité des vapeurs du brome à l'état libre, elle n'a pu être prise exactement, parce qu'en introduisant le brome dans l'appareil



il y a toujours explosion, de sorte qu'il peut y avoir perte. Les chiffres trouvés tiennent le milieu entre le chiffre normal 5,52 pour  $\text{Br}_2$  et 3,64 pour  $\frac{2}{3} \text{Br}_2$ . Crafts était aussi arrivé aux mêmes résultats.

---

HANHARDT. — TOLANDICHLORURE. (*Berichte*, XIII, 209, Zurich.)

On obtient du tolandichlorure en chauffant ensemble de la poussière de cuivre et du trichlorure de benzine; il a pour formule  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{Cl}_2$  et se transforme en dibenzyle par l'action de l'acide iodhydrique.

---

## BOTANIQUE.

PFITZER. — DER BOTANISCHE GARTEN DER UNIVERSITÄT HEIDELBERG. (In 8°, 50 pages et plan. Heidelberg, 1880.)

M. le Dr Pfitzer, directeur du jardin botanique de Heidelberg, a réalisé sur le terrain pour exprimer les affinités des plantes, ce que Giseke, Agardh et autres ont essayé de faire autrefois sur le papier en disposant les familles comme des îles. On connaît les bons et les mauvais côtés de ces imitations de cartes géographiques pour indiquer les ressemblances des groupes<sup>1</sup>. M. Pfitzer a surmonté plusieurs des difficultés qui se présentent et le plan figuratif de son jardin répond assez à l'idée qu'un botaniste peut se faire des affinités de classes et familles. Les étudiants comprendront la multiplicité des rapports et les affinités des grands groupes mieux que par l'arrangement ordinaire par platebandes, analogue à celui des ouvrages imprimés. La forme variée des îles, avec leurs allées séparatives d'une courbe gracieuse, plaît davantage à l'œil. C'est un jardin anglais, imitant la nature, au lieu d'un cadastre rectiligne. D'un autre côté l'ordre intérieur des genres et espèces n'est pas aussi facile à établir dans une surface bornée par des courbes que dans une platebande droite, et aucun livre ordinaire de botanique ne peut servir comme guide. Dans ce système, comme dans celui des platebandes, un grand

<sup>1</sup> Voir la publication récente de M. de Candolle, intitulée *Phytographie*, page 323 à 328.

nombre de formes exotiques sont nécessairement exclues, à cause du climat de l'Europe moyenne, d'où il résulte que l'imitation des affinités est incomplète et imparfaite. Les conditions de culture ont exigé aussi des platebandes ou des plantations séparées pour les plantes annuelles et les arbres. Il a donc fallu s'éloigner de plusieurs façons du système des cartes géographiques. Cependant la tentative n'en mérite pas moins des éloges et nous ne doutons pas qu'elle ne vaille au jardin de Heidelberg la visite de nombreux botanistes.

---

PLANTES QUI SE NATURALISENT EN CALIFORNIE.

Beaucoup d'espèces étrangères envahissent les États-Unis, à la suite des Européens, Africains et Asiatiques dont les cultures et les dévastations changent l'aspect du pays. D'après le *Bulletin of the Torrey botanical club*, de mars 1880, le docteur Behr a constaté que les deux plantes les plus envahissantes autour de San Francisco sont le Chardon Marie (*Silybum Marianum*) et le *Cotula coronopifolia*, autre Composée. Le *Silybum*, originaire probablement <sup>1</sup> de la péninsule ibérique, répandu depuis longtemps dans le midi de l'Europe et dans l'Asie occidentale, est devenu si commun dans les *pampas* de Buenos-Ayres qu'il y gêne la circulation des cavaliers. Le docteur Behr dit qu'il s'est naturalisé dans l'Australie méridionale en 1848, et en Californie en 1854. Le *Cotula*, dont le point de départ a été probablement l'Afrique australe, s'est répandu dans l'Amérique méridionale, les Nouvelle-Hollande et Zélande, et se montre çà et là en Europe <sup>2</sup> dans les sables humides du bord de la mer. Arrivé en Californie, à peu près en 1854, « il a transformé la végétation aquatique de plusieurs localités en une masse de verdure couverte de boutons jaunes. La gracieuse *Azolla* flottante, qui en était naguère l'ornement, ne s'y trouve presque plus. » L'abondance des Composées parmi les plantes qui se répandent beaucoup, est un fait constaté depuis 1855 <sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Alph. de Candolle, *Géogr. bot. rais.* p. 672.

<sup>2</sup> Ibid. p. 726.

<sup>3</sup> Ibid. p. 743, 757.

---

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1880.

- Le 3, on a enlevé un petit nombre de poutrelles (15) du barrage du bras gauche du Rhône, près de la Machine.
- 5, rosée le matin; à 4 h. après midi assez violent orage, les nuages orageux se trouvant à la fois au NE. et au SO. de l'Observatoire. A 4 h. 35 m. la foudre est tombée sur un peuplier à quelques centaines de mètres au NE. de l'Observatoire, ce qui a occasionné un dérangement des cadrans électriques se trouvant sur la ligne passant dans le voisinage; l'horloge électrique placée sur le fronton de l'Observatoire a été arrêtée à l'heure indiquée, ainsi que quelques autres.
- 6, brouillard le matin; le bras gauche du Rhône a été entièrement débarré par l'enlèvement de 102 poutrelles. De 5 h.  $\frac{1}{2}$  à 7 h.  $\frac{1}{2}$  du soir, éclairs et tonnerres à l'Ouest d'abord, puis au SE.
- 7, forte bise depuis 2 h. après midi.
- 8, bise violente tout le jour, particulièrement de 10 h. à 11 h. matin et dans la nuit suivante.
- 9, très forte bise tout le jour, violente dans l'après-midi.
- 14, à 8 h. soir, éclairs à l'Ouest.
- 15, rosée le matin.
- 18, forte bise depuis midi, violente depuis 10 h. soir et dans la nuit suivante.
- 19, violente bise tout le jour; les observations du limnimètre de ce jour sont incertaines par suite de l'agitation de l'eau, les fluctuations dans le puits dépassant 5 centimètres dans moins d'une minute.
- 20, très forte bise tout le jour.
- 21, bise assez forte une partie de la journée.
- 29, forte bise tout le jour.
- 30, forte bise tout le jour; très forte de 8 h. matin à 4 h. après midi.

## ERRATA DU TABLEAU DES OBSERVATIONS DU MOIS D'AVRIL

Le 26 avril, au lieu de 14<sup>mm</sup>,9, pour la quantité d'eau, lisez : 19<sup>mm</sup>,9.

» de 7 heures de pluie, » 15.

Pour la somme de l'eau tombée dans la 3<sup>e</sup> décade, au lieu de : 35<sup>mm</sup>,4, lisez : 40<sup>mm</sup>,4, et pour la somme de l'eau tombée dans le mois, au lieu de : 73<sup>mm</sup>,8, lisez : 78<sup>mm</sup>,8.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 5 à 6 h. matin . . . . .	722,31	Le 3 à 4 h. après midi . . . . .	716,05
11 à 10 h. matin . . . . .	722,53	6 à 4 h. après midi . . . . .	716,48
14 à 8 h. matin . . . . .	726,51	12 à midi . . . . .	720,29
21 à 10 h. soir . . . . .	729,69	17 à 8 h. soir . . . . .	719,71
25 à 8 h. matin . . . . .	733,07	22 à 5 h. soir . . . . .	725,89
29 à 9 h. matin . . . . .	734,10	27 à 4 h. après midi . . . . .	727,20







## MOYENNES DU MOIS DE MAI 1880.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
<b>Baromètre.</b>									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	720,99	721,01	720,93	720,41	719,97	719,65	720,14	720,74	721,01
2 <sup>e</sup> »	723,29	723,39	723,44	723,10	722,77	722,51	722,49	723,04	723,49
3 <sup>e</sup> »	730,48	730,60	730,48	730,10	729,64	729,22	729,19	729,60	729,82
Mois	725,10	725,18	725,13	724,72	724,30	723,97	724,11	724,63	724,94

<b>Température.</b>									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1 <sup>re</sup> décade	+ 6,93	+ 8,60	+ 10,11	+ 12,00	+ 12,97	+ 13,08	+ 10,68	+ 9,26	+ 8,54
2 <sup>e</sup> »	+ 9,34	+ 11,74	+ 13,07	+ 14,36	+ 15,95	+ 16,45	+ 15,48	+ 13,31	+ 12,19
3 <sup>e</sup> »	+ 10,89	+ 13,74	+ 15,83	+ 17,62	+ 19,16	+ 19,37	+ 18,10	+ 15,26	+ 13,59
Mois	+ 9,41	+ 11,44	+ 13,09	+ 14,76	+ 16,13	+ 16,40	+ 14,86	+ 12,70	+ 11,51

<b>Tension de la vapeur.</b>									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	6,70	6,83	6,66	6,57	6,53	6,40	7,11	7,01	6,82
2 <sup>e</sup> »	7,33	7,47	7,53	7,48	7,48	6,85	7,27	7,94	7,58
3 <sup>e</sup> »	7,30	7,57	7,50	7,17	7,08	7,15	7,49	7,69	7,85
Mois	7,12	7,30	7,24	7,07	7,03	6,81	7,30	7,55	7,43

<b>Fraction de saturation en millièmes.</b>									
1 <sup>re</sup> décade	894	812	717	620	597	576	739	801	810
2 <sup>e</sup> »	821	706	650	594	538	486	536	677	698
3 <sup>e</sup> »	740	637	551	478	427	431	487	605	675
Mois	816	716	636	561	518	495	584	692	726

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1 <sup>re</sup> décade	6,05	14,17	0,71	11,40	39,6	115,20
2 <sup>e</sup> »	7,95	17,66	0,45	11,96	—	107,88
3 <sup>e</sup> »	8,96	20,50	0,37	11,69	1,6	102,72
Mois	7,70	17,54	0,50	11,69	41,2	108,41

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 5,672 à 1,00.

La direction de la résultante des vents observés est N. 15°, 1-E. et son intensité est égale à 99,61 sur 100.

# TABLEAU

## DES

### OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1880.

- Le 1<sup>er</sup>, brouillard, neige.  
 3, neige; brouillard le soir.  
 4, brouillard le matin et le soir.  
 5, brouillard le soir.  
 6, brouillard tout le jour; neige.  
 7, id.; la bise prend avec force le soir.  
 8, forte bise tout le jour; épais brouillard.  
 9, id.; brouillard; le soir de 9 à 10 h. fréquents éclairs.  
 10, brouillard; neige.  
 11, brouillard tout le jour; fort vent du SO.  
 12, brouillard, neige; fort vent du SO.  
 13, neige dans la nuit; pluie et brouillard le soir.  
 18, neige; brouillard le soir.  
 19, brouillard tout le jour; assez forte bise.  
 20, assez forte bise depuis midi.  
 21, forte bise tout le jour.  
 22, forte bise le matin; neige le soir.  
 23, neige le matin par une forte bise; brouillard depuis midi.  
 28, brouillard l'après-midi et le soir.  
 29, brouillard intense tout le jour; forte bise.  
 30, id. id.  
 31, brouillard jusqu'à 6 h. du soir par une forte bise; clair plus tard.

#### *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

MAXIMUM

mm

Le 4 à 10 h. soir.....	561,63
44 à 10 h. soir.....	566,08
25 à 10 h. soir.....	573,97

MINIMUM.

mm

Le 3 à 8 h. matin.....	556,34
8 à 8 h. matin.....	555,38
19 à 8 h. matin.....	557,48
31 à 8 h. matin.....	562,40

jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.				Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Ecart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Ecart avec la température normale.	Minimum.	Maximum.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.				
1	561,28	-1,44	560,94	561,78	2,04	0,61	-3,9	0,5	40	4,3	.....	SO.	1	0,87
2	557,59	-5,23	557,07	558,85	1,38	0,10	-4,8	+1,8	.....	.....	.....	SO.	1	0,50
3	556,81	-6,11	556,34	557,64	0,23	1,37	-3,5	+4,6	50	5,8	.....	SO.	1	0,59
4	560,03	-2,99	558,17	561,63	0,55	1,55	-1,8	+4,8	.....	.....	.....	NE.	1	0,64
5	561,09	-2,02	560,98	561,23	1,23	2,09	-2,2	+4,9	.....	.....	.....	NE.	1	0,79
6	559,19	-4,01	558,61	559,87	0,45	0,27	-1,3	+2,1	60	7,0	.....	SO.	1	0,96
7	557,50	-5,80	556,95	558,24	0,08	0,66	-3,4	+3,1	60	6,2	.....	variable	1	0,91
8	555,78	-7,62	555,38	556,83	7,15	6,71	-7,0	5,5	.....	.....	.....	NE.	2	1,00
9	557,39	-6,11	556,64	558,15	4,82	4,52	-8,0	2,5	.....	.....	.....	NE.	2	0,88
10	558,34	-5,26	557,94	558,15	1,63	1,47	-2,0	0,5	120	14,8	.....	variable	2	0,99
11	560,08	-3,61	558,33	561,58	2,73	2,71	-3,0	+0,6	.....	.....	.....	SO.	2	0,96
12	564,24	-2,33	560,73	562,31	2,05	2,17	-3,2	0,0	140	13,9	.....	SO.	2	0,96
13	565,62	-0,35	562,81	563,71	2,80	2,54	-1,9	+3,8	100	9,4	.....	NE.	1	0,49
14	565,62	-1,63	565,22	566,08	5,36	5,16	-1,0	+10,2	.....	.....	.....	NE.	1	0,19
15	564,88	0,79	564,43	565,20	5,48	4,95	-1,7	+10,7	.....	.....	.....	NE.	1	0,34
16	564,62	+0,44	564,02	564,75	5,66	5,00	-3,5	+9,8	.....	.....	.....	SO.	1	0,34
17	564,34	+0,06	563,75	564,75	3,73	2,93	-2,2	+7,0	.....	.....	.....	NE.	1	0,71
18	559,74	-4,64	558,90	561,09	1,27	0,34	-1,5	+6,0	50	4,9	.....	NE.	1	0,91
19	558,41	-6,07	557,48	559,77	4,36	5,42	-5,8	+1,7	.....	.....	.....	NE.	2	1,00
20	561,70	-2,87	559,93	563,99	4,44	5,63	-7,0	1,3	.....	.....	.....	NE.	2	0,20
21	565,12	-0,46	563,12	566,60	2,15	3,47	-7,6	+1,8	.....	.....	.....	NE.	2	0,27
22	565,85	+1,09	565,19	566,34	0,60	0,85	-4,0	+3,9	50	3,0	.....	NE.	1	0,68
23	565,56	+0,70	563,31	567,18	1,15	2,73	-1,6	+0,7	60	3,8	.....	NE.	2	0,96
24	570,85	-5,90	568,91	572,35	6,53	4,82	-1,6	+10,8	.....	.....	.....	SO.	1	0,03
25	573,30	+8,26	572,59	573,97	7,55	8,92	-4,1	+11,2	.....	.....	.....	variable	1	0,00
26	573,13	+8,00	572,81	573,31	8,28	6,33	-5,4	+12,4	.....	.....	.....	variable	1	0,21
27	571,29	+6,06	570,48	572,22	8,67	6,60	-3,4	+12,2	.....	.....	.....	NE.	1	0,70
28	570,10	+4,78	569,58	572,92	3,93	1,74	-7,6	+1,0	.....	.....	.....	NE.	1	1,00
29	567,45	-2,04	566,51	568,49	2,98	5,29	-6,0	0,4	.....	.....	.....	NE.	2	1,00
30	564,24	-1,26	564,01	564,75	4,97	7,40	-6,0	3,4	.....	.....	.....	NE.	2	1,00
31	562,84	-2,75	562,40	563,22	3,41	5,96	-4,5	1,8	.....	.....	.....	NE.	2	0,78

## MOYENNES DU MOIS DE MAI 1880.

6 h. m.    8 h. m.    10 h. m.    Midi.    2 h. s.    4 h. s.    6 h. s.    8 h. s.    10 h. s.

**Baromètre.**

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1 <sup>re</sup> décade	558,45	558,45	558,43	558,46	558,42	558,38	558,42	558,66	558,89
2 <sup>e</sup> »	561,95	562,06	562,33	562,45	562,52	562,47	562,66	562,96	563,24
3 <sup>e</sup> »	567,78	567,90	568,01	568,20	568,28	568,27	568,27	568,35	568,40
Mois	562,89	562,97	563,08	563,20	563,24	563,21	563,28	563,48	563,67

**Température.**

1 <sup>re</sup> décade	— 3,58	+ 1,18	+ 0,50	+ 0,86	+ 1,15	+ 0,72	— 1,18	— 2,00	— 2,58
2 <sup>e</sup> »	— 0,73	+ 1,92	+ 3,26	+ 3,46	+ 4,00	+ 2,67	+ 1,39	+ 0,62	— 0,10
3 <sup>e</sup> »	— 0,30	+ 1,24	+ 3,45	+ 4,45	+ 4,50	+ 4,25	+ 2,96	+ 2,01	+ 1,17
Mois	— 1,50	+ 0,68	+ 2,46	+ 2,97	+ 3,26	+ 2,60	+ 1,12	+ 0,27	— 0,45

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
1 <sup>re</sup> décade	— 3,79	+ 1,63	0,81	38,1	330
2 <sup>e</sup> »	— 1,40	+ 4,59	0,61	28,2	290
3 <sup>e</sup> »	— 0,48	+ 4,40	0,51	6,8	110
Mois	— 1,85	+ 3,57	0,64	73,1	730

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,98 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 45,5 sur 100.





## BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

---

### TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME TROISIÈME (3<sup>me</sup> PÉRIODE)

1880. — Nos 1 à 6.

---

	Pages
Les Seiches dicotes : I. Lettre de M. <i>F.-A. Forel</i> à M. <i>J.-L. Soret</i> . . . . .	5
II. Lettre de M. <i>J.-L. Soret</i> à M. <i>F.-A. Forel</i> . . . . .	11
Compte rendu des séances de la Société de Chimie de Genève. . . . .	20
Sur la constitution de l'Éthylène dibromé, par M. <i>E. Demole</i> . . . . .	32
De l'isophtalophénone ou diphénylisophtalide, par par M. <i>E. Ador</i> . . . . .	37
De la métallothérapie, par M. <i>M. Schiff</i> . . . . .	43

	Pages
Sur quelques applications nouvelles de la force centrifuge, par M. <i>Thury</i> . . . . .	62
Revue géologique suisse pour l'année 1879, par M. <i>Ernest Favre</i> . . . . .	81
Sur le temps qu'exigent les revues du ciel faites avec différents grossissements du télescope, par M. <i>Thury</i> . . . . .	131
Sur la constitution de la naphthaline et de ses dérivés, par MM. <i>Reverdin</i> et <i>Nölting</i> . . . . .	137
Idées dirigeantes pour l'histoire du règne végétal depuis l'époque tertiaire, par M. le Dr <i>Adolphe Engler</i> . . . . .	139
Variations de la déclinaison magnétique déduites des observations régulières faites à Moncalieri dans la période 1870-71, par le Père <i>F. Denza</i> . . . . .	147
Une série de recherches sur la faune pélagique des lacs du Tessin et d'Italie, par M. le Dr <i>Pietro Pavesi</i> . . . . .	151
Revue géologique suisse pour l'année 1879, par M. <i>Ernest Favre</i> (suite et fin). . . . .	201
Descriptions énigmatiques de groupes naturels, par M. <i>Alph. de Candolle</i> . . . . .	237
Nouvelles observations sur le philippium, par M. <i>Marc Delafontaine</i> . . . . .	246
Sur le décipium et ses principaux composés, par M. <i>Marc Delafontaine</i> . . . . .	250
Les tremblements de terre et leur étude scientifique, par M. <i>Albert Heim</i> . . . . .	261

Sur la densité du chlore à de hautes températures, par M. <i>J.-M. Crafts</i> . . . . .	290
Désinfection des véhicules par l'acide sulfureux anhydre, par M. le Dr <i>V. Fatio</i> . . . . .	317
Pierres cassées du Sahara; fuigurites calcaires; eau rouge du lac de Neuchâtel, par M. le pro- fesseur <i>J. Brun</i> . . . . .	329
Sur la densité de quelques gaz à une haute tem- pérature, par M. <i>J.-M. Crafts</i> . . . . .	342
Compte rendu des séances de la Société de Chimie de Genève, par M. <i>E. Nölting</i> . . . . .	347
Les premiers types d'insectes, origine et ordre de succession des insectes dans la période paléo- zoïque, par M. <i>Samuel-H. Scudder</i> . . . . .	353
Annales de l'Observatoire tellurique de Berne en 1878, avec addition d'observations fores- tières, publiées par M. le prof. <i>Forster</i> . . . . .	372
Tunnel du Saint-Gothard, observations sur la ren- contre de deux galeries d'avancement et sur les causes de la rapidité d'exécution des tra- vaux, par M. <i>D. Colladon</i> , ingénieur-conseil de l'entreprise du tunnel . . . . .	381
Sur les terres de la Samarskite, par M. <i>C. Mari- gnac</i> . . . . .	413
Recherches sur la condensation des gaz à la sur- face du verre, par M. <i>P. Chappuis</i> . . . . .	439
La machine Siemens et son application à la trans- mission de la force, par M. <i>A. Achard</i> . . . . .	461

	Pages
Chaleur spécifique, chaleur latente de fusion et point de fusion de divers métaux réfractaires, par M. <i>J. Violle</i> .....	471
Températures lacustres. Recherches sur la température du lac Léman et d'autres lacs d'eau douce, par M. <i>F.-A. Forel</i> .....	501
La maladie des ouvriers employés au percement du tunnel du Saint-Gothard, par M. le docteur <i>H.-C. Lombard</i> .....	516
Explosions par congélation, par M. <i>Ed. Hagenbach</i> .....	531
Sur une pluie jaune observée près de Bonneville en Savoie, le 25 avril 1880, par M. <i>C. de Candolle</i> .....	538
Diatomées des Alpes et du Jura et de la région suisse et française des environs de Genève, par M. <i>J. Brun</i> .....	543
Remarques sur une simplification de la théorie des mouvements vibratoires, par M. <i>C. Cellérier</i> .	549

---

## BULLETIN SCIENTIFIQUE

## PHYSIQUE.

	Pages
<i>M.-F. Ward.</i> Résumé d'observations faites à Rossinières pendant le mois de décembre 1879.....	68
<i>H.-F. Weber.</i> Recherches sur la conductibilité calorifique des liquides.....	180
<i>Roger Chavannes.</i> Recherches sur les condensateurs chantants.....	182

## CHIMIE.

<i>Merz et Weith.</i> Éthérification des phénols monoatomiques.....	69
<i>Mainzer.</i> Dinitrochlorbenzine et éther sodacétique...	69
<i>E. Schulze et J. Barbieri.</i> Amides acides se formant pendant la germination des graines de lupin....	69
<i>E. Schulze et Barbieri.</i> Leucine et tyrosine dans les pommes de terre.....	69
<i>M. Nencki et N. Sieber.</i> Sur un nouveau mode de formation de la glycoeyamine.....	70
<i>G. Bechi.</i> Solubilité dans l'alcool et le toluène de quelques dérivés aromatiques.....	70
<i>V. Merz et G. Zetter.</i> Sur quelques dérivés de la résorcine et de l'orcine.....	71



	Pages
<i>Watson Smith</i> . Chloruration de l'isodinaphtyle.....	71
<i>R. Meyer</i> et <i>A. Baur</i> . Introduction du groupe hydroxyle par oxydation directe.....	71
<i>C. Græbe</i> . Paraleukaniline dans les résidus de la préparation de la fuchsine.....	71
<i>Jean de Mollins</i> . Note sur un nouveau mode de génération de l'ammoniaque.....	184
<i>R. Bindschedler</i> . Safranine.....	187
<i>J. Rosicki</i> . Isosuccinine de la resorcine.....	187
<i>M. Nencki</i> . Formule empirique du skatol.....	188
<i>M. Nencki</i> et <i>F. Schaffer</i> . Composition chimique des bactéries provoquant la putréfaction.....	188
<i>V. Merz</i> et <i>T. Tibirica</i> . Production en grand de l'acide formique par synthèse.....	189
<i>C. Græbe</i> et <i>W. Knecht</i> . Synthèse du phénylnaphtylcarbazol.....	189
<i>J.-B. Schnetzler</i> . Quelques observations sur la mère du vinaigre, la fleur du vin et les vins filants, Production artificielle du diamant.....	298 402
<i>V. Meyer</i> . De la densité des vapeurs des métaux alcalins.....	403
<i>Le même</i> . Densité des vapeurs de l'iode à de hautes températures.....	403
<i>J.-W. Brühl</i> . Relations entre l'équivalent de réfraction et la constitution chimique de divers composés organiques.....	483
<i>V. Meyer</i> . Remarques sur la densité des vapeurs....	554
<i>V. Meyer</i> et <i>H. Zublin</i> . Sur le tetra-bromure de platine et la densité des vapeurs du brome au rouge jaune.....	554
<i>Hanhardt</i> . Tolandichlorure.....	555

## ZOOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE

	Pages
<i>Edouard Bugnion.</i> Description de quelques alevins de truite monstrueux.....	190
<i>Oscar Grimm.</i> Contributions à l'étude de quelques amphipodes aveugles de la mer Caspienne...	486
Mémoires de la Société paléontologique suisse.....	488
<i>Ernest Favre.</i> Description des fossiles tithoniques des Alpes fribourgeoises.....	488
<i>R. Wiedersheim.</i> Un nouveau Saurien du trias.....	488
<i>P. de Loriol.</i> Monographie des Crinoïdes fossiles de la Suisse.....	489
<i>A. Rothpletz.</i> Formation du terrain carbonifère du versant oriental du Tödi et sa flore.....	489

## BOTANIQUE.

<i>F. Mueller.</i> Eucalyptographia.....	72
<i>J.-B. Schmetzler.</i> Notice sur une algue aérienne, <i>Chroolepus Jolithus.</i> ....	207
<i>C.-W. Siemens.</i> Influence de la lumière électrique sur la végétation.....	404
<i>Ed. Prilleux.</i> Action des vapeurs du sulfure de carbone sur les grains.....	490
<i>Pfitzer.</i> Le Jardin botanique de l'Université de Heidelberg.....	555
Plantes qui se naturalisent en Californie.....	556

**OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES**

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

	Pages
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de décembre 1879.....	73
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de janvier 1880.....	193
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de février.....	309
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de mars.....	405
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois d'avril.	493
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de mai.....	557

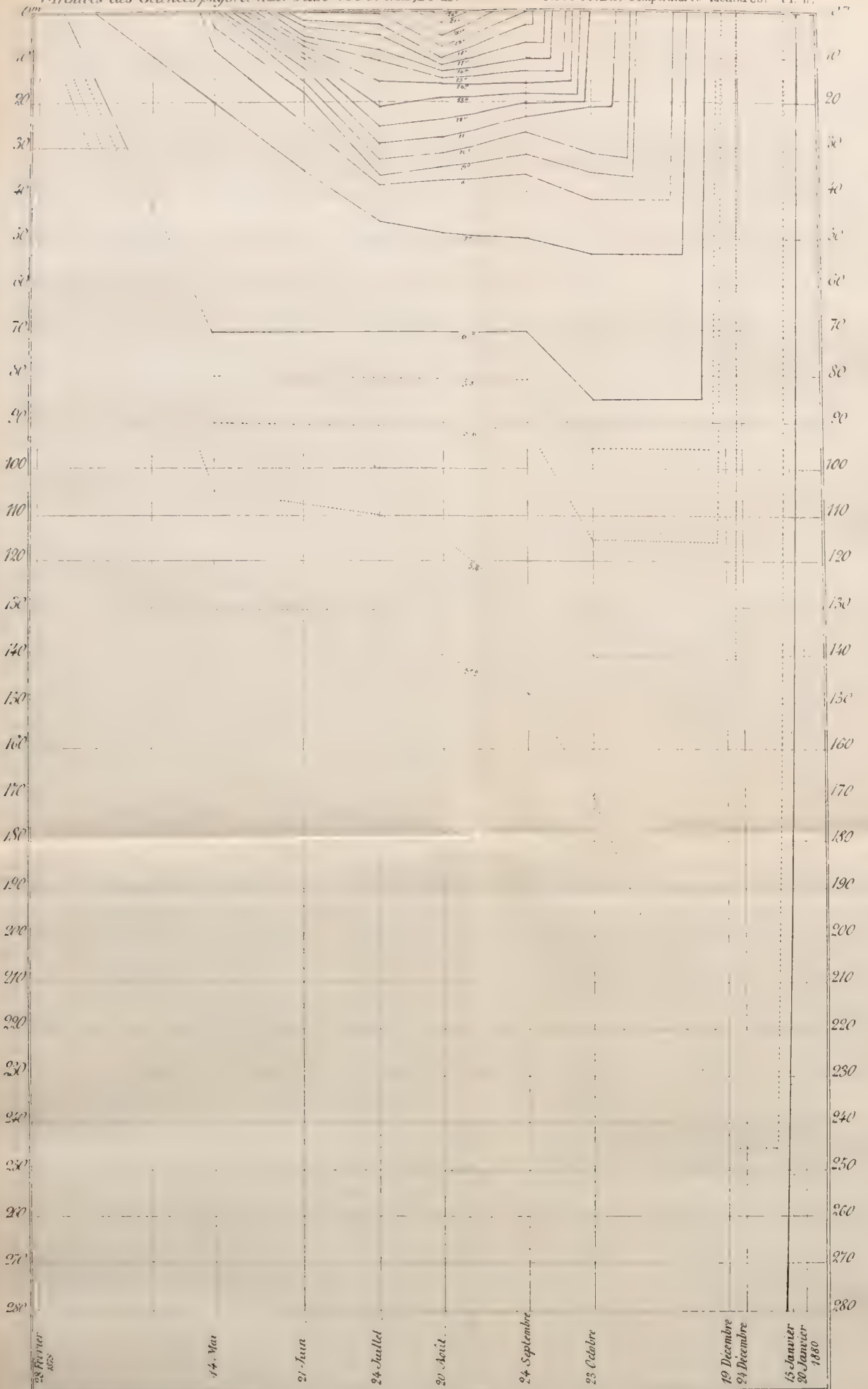
---

0<sup>n</sup>

10

20

30



Isothermes du Lac Léman. 1879.

with Dubouche & Co. Paris



0<sup>m</sup>

5

6

9

12

18

24

36

48

56

68

75

84

96

105

114

126

135

144

156

165

174

186

195

204

216

225

234

246

255

264

276

285

294

306

315

324

336

345

354

366

375

384

396

405

414

426

435

444

456

465

474

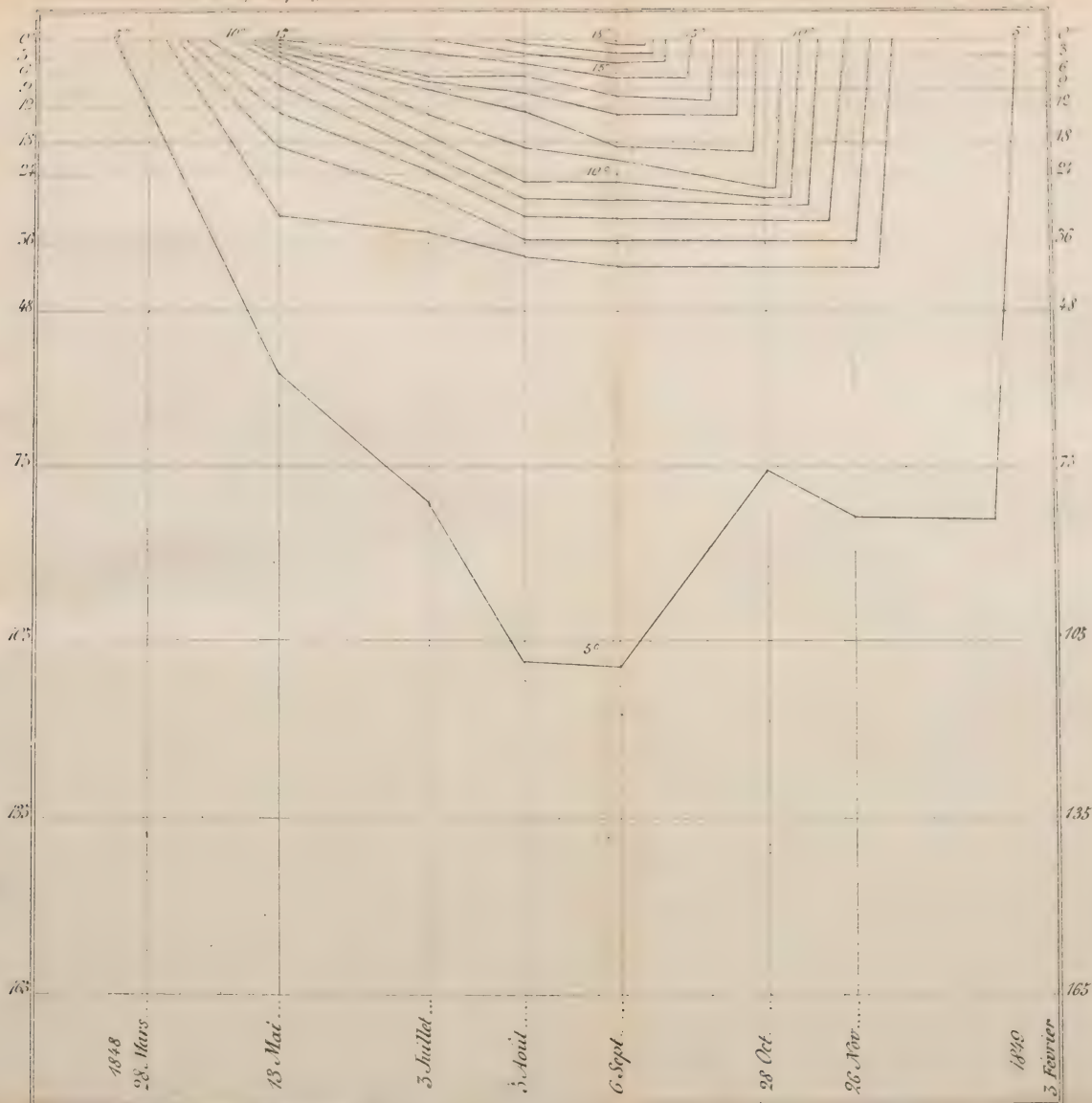
486

495

504

516

525



10-11. Dez. 1879.



Fig. 1.



Fig. 2

20. Jan. 1880.

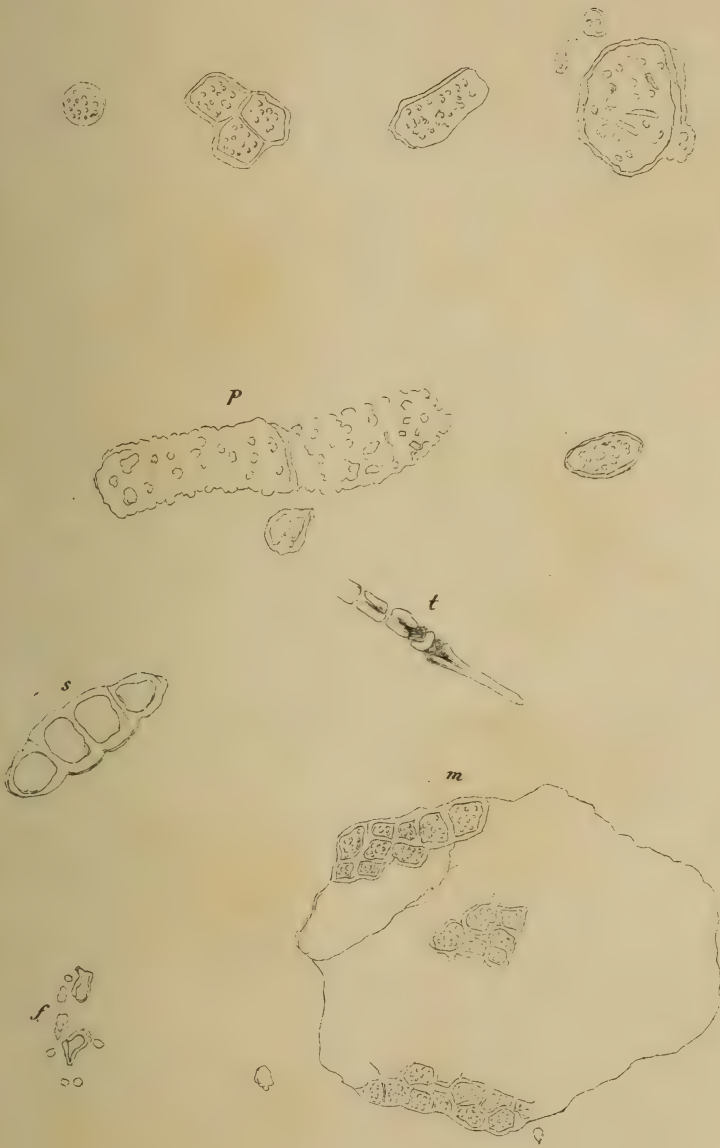


Fig. 3.



Fig. 4.

















UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA



3 0112 111414543