

**Zeitschrift:** Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft =  
Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della  
Società Elvetica di Scienze Naturali

**Herausgeber:** Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

**Band:** 67 (1884)

**Vereinsnachrichten:** Physique et Chimie

**Autor:** Kundt, Auguste / Vieslisbach, V.

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Nous devons nommer ici avant tout M. O. Suidter, président, M. le Dr Schumacher-Kopp, vice-président et MM. Hoffstetter et Kopp secrétaires du Comité annuel, qu'ils reçoivent l'expression de notre vive gratitude.

La prochaine session aura lieu en 1885 au Locle, sous la présidence de M. le professeur Jaccard et avec le bienveillant concours de la section de Neuchâtel.

Nous allons donner maintenant le compte rendu des communications scientifiques faites dans les assemblées générales et les séances des sections en les classant suivant les branches de la science auxquelles elles se rapportent.

### **Physique et Chimie.**

*Président : M. le professeur Auguste KUNDT.*

*Secrétaire : M. le Dr V. VIESLISBACH.*

A la première assemblée générale, M. F.-A FOREL, de Morges, raconte la découverte qu'il a faite le 23 août 1884, sur la moraine médiane du glacier de l'Unteraar, côté du Lauteraar, vis-à-vis du pavillon Dollfuss, des débris de l'*Hôtel des Neuchâtelois* d'Agassiz. Ces pierres portant encore les dates de 1842-1845, les noms des compagnons d'Agassiz, Ch. Martins, Vogt, Otz, Stengel, etc., et un numéro d'ordre (N° 2) ont avancé de 1840 à 1884 de 2400 m. Cela donne à la moraine médiane du glacier une progression annuelle de 55 m. Dans cette même région, Agassiz avait mesuré de 1842 à 1846 une

vitesse annuelle moyenne de 73 m. Il y a là l'indice de variations importantes dans *la vitesse d'écoulement des glaciers.*

M. le professeur Ch. DUFOUR, de Morges, fait à la seconde assemblée générale une communication sur les *lueurs crépusculaires*. Les magnifiques lueurs crépusculaires qu'on a observées pendant l'hiver 1883-1884 étaient dignes d'appeler l'attention par leur splendeur et leur rareté ; car nous ne croyons pas que l'on ait jamais signalé un phénomène pareil, du moins dans de telles proportions.

L'auteur ne fera pas la description de ces lueurs que chacun a admirées ; mais il exposera la marche suivie pour calculer la hauteur à laquelle elles se formaient, prenant comme point de départ les observations faites à Morges dans la soirée du 10 janvier 1884. Ce jour là, les dernières lueurs disparurent à l'horizon occidental à 6 h. 15 m. du soir, temps moyen de Morges, ou 6 h. 07 m. temps vrai. A ce moment le soleil était à  $16^{\circ}54'$  au-dessous de l'horizon, cet astre était alors au zénith d'un point situé par  $87^{\circ}30'$  de longitude à l'ouest de Paris, et  $21^{\circ}58'$  de latitude australe. C'était sur l'Océan pacifique à peu près à 1,600 kilomètres à l'ouest du point qui fait la limite entre le Chili et le Pérou. Sur l'arc du grand cercle qui joignait Morges et ce point-là le soleil se couchait par un point situé par  $40^{\circ}6'30''$  de latitude nord, et  $17^{\circ}29'$  de longitude à l'ouest de Paris. C'était sur l'Atlantique à peu près mi-chemin entre Oporto et les Açores. Là, était la tangence des rayons qui, en continuant leur route, éclairaient dans les hautes régions de l'atmosphère les éléments qui formaient les lueurs cré-

pusculaires, au moment où pour nous elles disparaissaient à l'Occident.

Le lieu de rencontre des tangentes menées par Morges et par ce point devait être le siège des lueurs. On trouve qu'il était à une hauteur de 70 kilomètres et par  $43^{\circ}28'$  de latitude nord, et  $7^{\circ}13'$  de longitude à l'ouest de Paris, ce point était donc au-dessus de la partie méridionale du golfe de Gascogne, 274 kilomètres à l'ouest de Bayonne.

Les observations faites le matin, ainsi que dans les journées voisines du 10 janvier ont donné des résultats analogues.

Toutefois, il est bon d'observer que, soit à l'est, soit à l'ouest, notre horizon est limité par des montagnes qui s'élèvent à  $2^{\circ}$  ou  $3^{\circ}$ . Sans ces obstacles, on aurait pu voir les lueurs encore quelques minutes, et on aurait trouvé une hauteur supérieure à 70 kilomètres ; 70 kilomètres peut donc être considéré comme une hauteur minimum.

Maintenant quelle peut être la cause de ces lueurs ?

Pour les expliquer, plusieurs hypothèses ont été présentées. D'abord il faut rejeter toutes celles qui les attribuent à quelque phénomène astronomique tel que le passage de la terre dans la queue d'une comète ; car dans ce cas, les lueurs auraient apparu sur tout le globe à peu près en même temps, tandis qu'il y a eu un intervalle de plus de 2 mois entre le moment où on les a vues au Japon et le moment où on les a vues en Suisse.

De tout ce qui a été dit, ce qui semble le plus probable, c'est qu'elles étaient une conséquence de la terrible éruption faite le 27 août 1883 par le volcan le Karakatao dans le détroit de la Sonde.

A l'appui de cette idée, on a rappelé qu'en 1783 et en 1831, à la suite de violentes éruptions volcaniques des brouillards secs avaient recouvert une partie de l'Europe, et que en 1831 du moins, on avait eu pendant 2 ou 3 jours des lueurs analogues à celles de l'hiver dernier.

Il est vrai qu'après l'éruption du Karakatoa, nous avons eu non des brouillards mais des lueurs. Or ces deux phénomènes sont moins dissemblables qu'il ne le paraît au premier abord. En effet, les brouillards sont produits par des particules répandues dans l'air à une hauteur relativement faible; tandis que les lueurs sont produites par des particules plus ténues lancées dans les régions supérieures de l'atmosphère.

Cette différence s'explique par la plus grande distance du lieu de l'éruption et par la différence d'intensité de celle ci.

Il paraît en effet, que l'éruption du Karakatoa est une des plus violentes que l'histoire ait jamais enregistrée. Une des anciennes élèves de M. Dufour, qui habite l'île de Java, lui a donné des détails précis sur ce qui s'est passé dans cette île pendant l'année 1883. Elle écrit que dans le voisinage du volcan et encore à Batavia, on a eu des brouillards ou plutôt de la fumée à travers laquelle le soleil paraissait vert. Elle a entendu les détonations du volcan bien qu'elle en fût éloignée de 700 kilomètres; c'est à peu près comme si depuis Lucerne nous entendions les détonations du Vésuve; et la détonation la plus forte, probablement celle qui a eu lieu quand le volcan s'est effondré dans la mer, a été entendue à plus de 30° d'arc de grand cercle, comme si depuis Lucerne nous entendions les grondements d'un volcan qui se serait ouvert à Tombouctou ou dans la partie méridionale du Groenland.

C'est alors que s'est produite cette vague immense qui s'est étendue sur tous les océans, car on l'a constatée au cap Horn, dans les Antilles, sur les côtes de France, etc. ; et cette autre vague atmosphérique qui a fait plusieurs fois le tour de notre planète et qui a été appréciable par les baromètres de la Suisse.

Tout cela prouve que le 27 août 1883 il s'est produit dans le détroit de la Sonde une explosion d'une violence sans pareille, de nature à rejeter une immense quantité de matériaux. Les plus lourds retombaient dans le voisinage, les plus légers lancés jusque dans les hautes régions de l'air, puis emportés par les courants supérieurs se sont répandus sur le globe entier et ont produit pendant plusieurs mois les magnifiques lueurs, qui dans l'histoire de la science signaleront l'hiver 1883-1884.

Et maintenant (septembre 1884) il en reste encore quelque chose dans l'atmosphère ; car c'est probablement à la même cause qu'il faut attribuer cette espèce de nébulosité qui s'observe depuis plusieurs mois autour du soleil ; et cette couronne signalée en différents points de la terre, mais qui est surtout visible sur les montagnes<sup>1</sup>.

Il est certain que depuis l'hiver dernier le ciel n'a pas repris sa sérénité habituelle. Outre l'appréciation générale que l'on peut en faire, on peut dire que l'observation de la lumière zodiacale a été exceptionnellement difficile au printemps de 1884, comme aussi celle des petites étoiles. En général, il est facile de voir la planète Vénus en plein jour à l'œil nu quand elle est à son maximum d'élongation. En mai et juin 1884 elle se présentait dans cette position favorable, et cependant elle ne pouvait être

<sup>1</sup> Voir à ce sujet un mémoire de M. F.-A. Forel, *Archives des sciences phys. et nat.*, 1884, t. XII, p. 173.

distinguée qu'avec beaucoup de peine; c'est ce que M. Dufour a pu constater avec de nombreux élèves âgés de 15 à 19 ans, c'est-à-dire à une époque de la vie où en général on a très bonne vue.

M. BILLWILLER, directeur de l'Institut météorologique central à Zurich, parle aussi dans la deuxième assemblée générale *de l'influence des Alpes sur le caractère des vents et des précipitations aqueuses dans notre pays*. En organisant le réseau météorologique suisse, un des buts principaux que l'on poursuivait, était l'étude de l'influence exercée par le relief de notre sol sur les conditions climatologiques et sur le cours des phénomènes météorologiques. M. Billwiller n'examinera ici que les causes principales qui entrent en jeu; les observations sont encore trop peu nombreuses et contiennent trop de lacunes pour résoudre le problème dans tous ses détails.

Il rappelle ensuite la théorie que Dove a établie pour expliquer les vents, et indique les objections qu'elle a rencontrées et que Dove lui-même a dû reconnaître comme fondées. Il passe ensuite à la loi fondamentale de Buys-Ballot: « le vent souffle toujours des contrées à fortes pressions atmosphériques vers celles à basses pressions. » Cette loi permet d'expliquer aisément les irrégularités que la théorie de Dove empêchait de comprendre, et montre que la répartition des mers et des continents sur la surface de la terre, par le fait de leur échauffement différent, est une cause de perturbation dans la hauteur barométrique, plus importante que celle des différences de latitude. Le grand avantage climatologique de l'Europe provient de ce que nous avons à l'ouest l'Océan atlantique, qui est relativement chaud; mais pour

la même raison, nous avons aussi plus de cyclones provenant de cette région, un climat plus variable et la prédominance des vents d'ouest. Celle-ci est nettement accusée dans nos hautes stations, et depuis peu par les observations anémométriques du Säntis. Supposons que les Alpes disparaissent, nous verrions sans aucun doute la même prédominance des vents d'ouest se montrer dans nos régions. Au lieu de cela nous pouvons constater un grand nombre de cas de calme dans les régions basses. Un premier résultat important causé par les montagnes, est d'empêcher la circulation de l'air entre les deux versants. Ce résultat est plus sensible pour le côté opposé au vent. On sait que la végétation est plus riche dans les vallées abritées du vent, que dans des plaines ouvertes dans lesquelles règnent de forts courants et une forte évaporation ; mais l'intensité des courants atmosphériques est aussi diminuée sur le versant dirigé du côté du vent par le choc et le frottement. Ceux-ci sont naturellement d'autant plus forts que les couches sont plus basses.

Le föhn est aussi une modification du courant atmosphérique produite par la différence des pressions des deux côtés des Alpes. On le considérait comme un courant équatorial d'après l'ancienne théorie. Mais il est aujourd'hui admis parmi les météorologistes que les propriétés caractéristiques de ce vent, sa chaleur et son intensité, sont le résultat de masses atmosphériques se précipitant du côté de la plus basse pression. L'air, en se précipitant par les passages des Alpes dans les vallées, est sous une pression plus forte; il s'échauffe donc d'après une loi de physique bien connue; par cela même il devient plus sec. Le même fait se produit aussi dans les

vallées méridionales des Alpes, où le « föhn du nord » souffle, lorsque la hauteur barométrique au nord des Alpes est beaucoup plus forte qu'au sud. On trouve aussi dans les Alpes des courants locaux, tels que les vents de montagne ou de vallée, produits par un échauffement ou une isolation différente des diverses parties de ces terrains fortement accidentés. On s'explique ainsi la théorie des vents descendant ou remontant chaque grande vallée dans la saison chaude par un temps clair et calme ; cette théorie a été développée par M. Hann à Vienne, et il l'a perfectionnée au point qu'elle fournit l'explication de tous les faits. M. Billwiller le montre par des exemples, qui au premier abord semblent contraires à la théorie, tandis qu'ils ne font que la confirmer tels que des vents descendant la vallée, le jour, en Engadine et dans le pays de Davos. Une climatologie spéciale qui éluciderait l'influence des caractères du terrain, fournirait pour un territoire restreint les données normales régissant les vents d'une localité quelconque.

Le temps manque à l'orateur pour pouvoir encore donner les résultats de ses recherches sur la précipitation aqueuse.

M. R. PICTET a fait dans la même assemblée générale une communication *sur l'emploi des basses températures pour la fabrication de la cellulose*<sup>1</sup>.

Dans la séance de la Section de physique, M. le prof. E. HAGENBACH-BISCHOFF, de Bâle, traite de la *détermination de la vitesse de propagation de l'électricité dans les fils télégraphiques*.

<sup>1</sup> Voir *Archives*, 1883, t. X, p. 417.

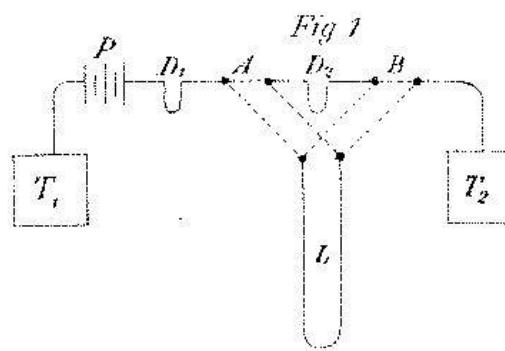


Fig. 2

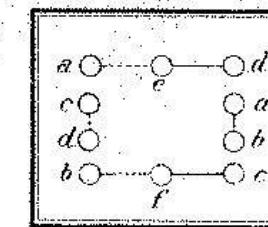


Fig. 3

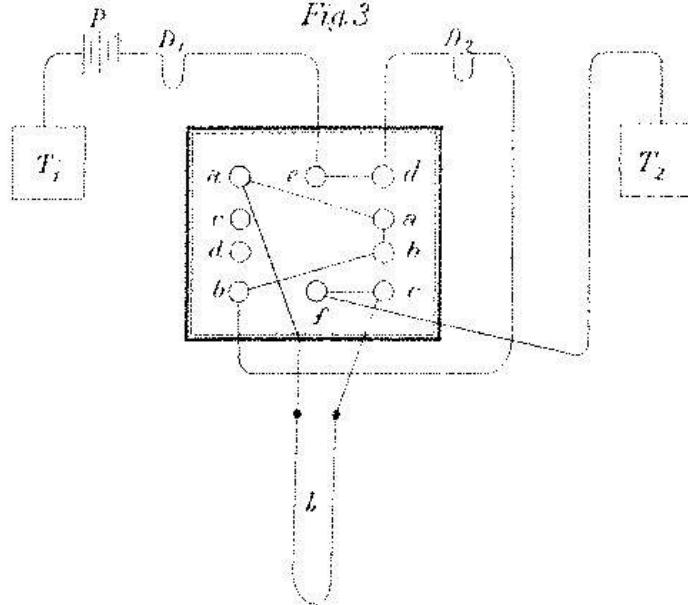


Fig. 4

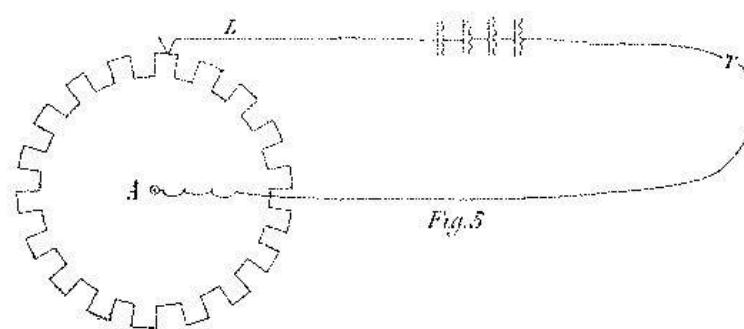
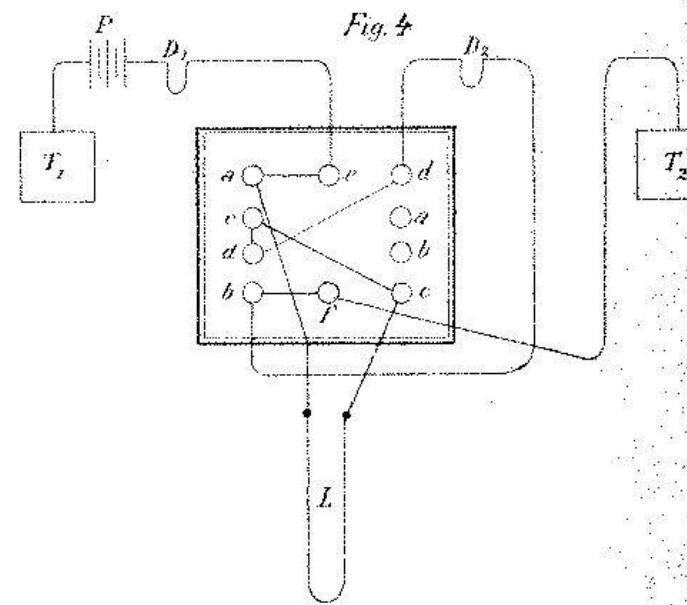


Fig. 5

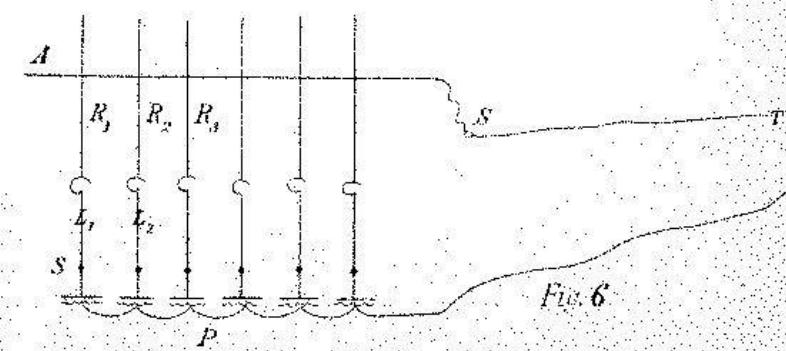


Fig. 6

**Leere Seite**  
**Blank page**  
**Page vide**

Des essais faits au siècle dernier avaient montré que l'électricité se propage dans un conducteur avec une vitesse excessivement grande. Mais ce n'est que dans ce siècle-ci que l'on a essayé de la mesurer. Wheatstone, en 1834, montra que la chose était possible au moyen d'un miroir animé d'un mouvement de rotation rapide; il ne paraît pas d'ailleurs attribuer une grande valeur aux nombres obtenus, et ne donne que comme une grossière approximation le nombre de 460,000 kilom. par seconde pour la décharge d'une bouteille de Leyde dans un fil de cuivre. En 1849 et 1850, des essais faits en Amérique, sur des lignes télégraphiques, par Walker et Gould, donnèrent une vitesse beaucoup moindre, environ 26,000 kilomètres. Fizeau appliquant, avec l'aide de Gounelle, une méthode analogue à celle qu'il avait employée pour déterminer la vitesse de la lumière, trouva, en 1850, une vitesse d'environ 100,000 kilom. dans un fil de fer. Le nombre obtenu en 1875 par Werner Siemens, pour la décharge d'une bouteille de Leyde à travers un fil télégraphique, est au moins deux fois plus fort, et est compris entre 200,000 et 250,000 kilomètres. Il faut ajouter enfin que, depuis les expériences de Faraday, en 1854, qui établissaient, sur des fils isolés dans de l'eau, que la propagation d'une vague électrique dépendait du temps employé pour charger le conducteur, et depuis les recherches analogues de W. Thomson et d'autres physiciens, il y a lieu de se demander dans toute expérience sur la vitesse de propagation de l'électricité, quelle est la part qui revient à la durée de la charge. Il y a également une grande importance théorique à comparer les résultats expérimentaux à la valeur théorique de 311,000 kilom., très voisine de la vitesse de la

lumière que Kirchhoff avait déduite en 1857 de la loi de Weber.

Les grandes différences des nombres ci-dessus, variant de 26,000 à 460,000 kilom., peuvent s'expliquer en partie par des phénomènes de charge et aussi par le fait que l'on employait des conducteurs différents et des différences de potentiels très variables. Mais les méthodes expérimentales elles-mêmes impliquaient certaines erreurs, par le fait que le temps nécessaire pour mettre en action les appareils n'était pas complètement éliminé. Si dans les deux stations ces temps ne sont pas complètement égaux, leur différence s'ajoute à la durée de la propagation. Si l'on fait l'expérience en intercalant entre les appareils à signaux un circuit de longueur variable, de manière que les mêmes appareils déterminent le temps de la propagation, cette objection disparaît ; mais alors le changement de longueur du trajet change l'intensité du courant et les temps nécessaires pour faire réagir les deux appareils. Il faut donc nécessairement conserver une intensité constante du courant quel que soit le trajet employé. C'est le résultat que je crois avoir atteint par la disposition suivante.

Le comparateur de Lissajous permet, comme on sait, de déterminer la différence de phase de deux diapasons isochrones vibrant perpendiculairement l'un à l'autre, d'après le changement de la figure qui résulte de leurs deux mouvements; et bien que cet appareil se prête peu à une mesure exacte de cette différence de phase, il est cependant extraordinairement sensible à ses moindres variations. J'ai donc disposé un de ces comparateurs construit par König, à Paris, dont les diapasons donnent l'*ut* avec 256 vibrations simples ou 128 vibrations doubles, de telle manière que le diapason horizontal interrompait

le courant, lequel à son tour maintenait en vibration le diapason vertical préalablement accordé à l'unisson du premier. Au microscope on voyait alors une des figures elliptiques connues qui, dans des cas particuliers, se réduisait à une ligne droite oblique ou à un cercle, et qui restait inaltérée pendant longtemps si les diapasons étaient bien accordés. La différence de phase accusée par les figures, résulte évidemment de la différence du temps employé pour mettre en mouvement les deux diapasons, et de la durée de propagation de l'un à l'autre.

La figure schématique 1 (planche II) montre la disposition du reste de l'expérience. Un des pôles d'une pile P est en communication avec la terre en T<sub>1</sub>; de l'autre pôle le courant va au diapason interrupteur D<sub>1</sub> puis au second diapason D<sub>2</sub>, et à la plaque de terre T<sub>2</sub>. Nous disposons de plus d'une ligne télégraphique isolée L revenant sur elle-même de façon que ses deux extrémités se trouvent à l'endroit où l'on fait l'expérience. Par un commutateur convenable on peut, à volonté et très rapidement, intercaler la ligne L soit à B entre D<sub>2</sub> et T<sub>2</sub>, tout en fermant le circuit à A, soit à A entre D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub>, en fermant le circuit à B. Dans les deux cas ce sont exactement les mêmes appareils et les mêmes résistances, mais disposés dans un ordre différent. Dans le premier cas le courant va directement du premier diapason au second, puis dans la ligne, tandis que dans le second cas il doit traverser toute la ligne pour passer de l'un des diapasons à l'autre. Les temps employés pour mettre en mouvement les deux diapasons sont les mêmes dans les deux cas, et s'il se produit entre eux une différence de phase, elle ne peut être attribuée qu'à la durée de la propagation du courant électrique dans la ligne télégraphique.

La partie importante du dispositif est le commutateur dont je dois encore dire quelques mots.

Une planchette (fig. 2) porte 8 godets remplis de mercure; ceux qui sont désignés par les mêmes lettres sont liés par des conducteurs. Dans les deux godets du milieu *e* et *f* plongent des prolongements de l'axe de rotation d'un levier qui peut être abaissé à droite et à gauche; à droite il met en communication comme les traits l'indiquent, *e* avec *d*, *f* avec *c* et *a* avec *b*; à gauche il réunit *e* avec *a*, *f* avec *b* et *c* avec *d*; *D*, est mis en communication avec *e*, et *T*, avec *f*, puis *D*, est intercalé entre *b* et *d*, et la ligne télégraphique *L* est intercalée entre *a* et *c*. La figure schématique 3 montre le trajet du courant quand le commutateur est abaissé à droite, et la figure 4 quand il est abaissé à gauche. On voit clairement que dans le premier cas le courant passe du premier diapason au second, puis à la ligne; tandis que dans le second cas il traverse la ligne entre les deux diapasons. Ce sont dans les deux cas les mêmes appareils, les mêmes résistances, et, de plus, condition importante, les divers conducteurs sont toujours parcourus par le courant dans le même sens.

L'application de ces appareils m'a été rendue possible par l'obligeance avec laquelle la Direction fédérale des télégraphes a mis les lignes nécessaires à ma disposition, et par l'aide empressée que j'ai trouvée auprès des employés du télégraphe.

Les essais ont été faits au bureau télégraphique de Bâle, en employant deux fils qui vont de Bâle à Lucerne, l'un de 5<sup>mm</sup>, l'autre de 3<sup>mm</sup>, ces fils étaient mis en communication à Lucerne. Dans quelques essais ils ont été réunis plus près de Bâle, à Olten.

Si *a* et *c* étaient réunis par une ligne courte, le change-

ment de position du levier n'amenaît pas le plus petit changement dans la figure de Lissajous; mais quand la ligne télégraphique était introduite, l'ellipse se transformait immédiatement dès qu'on renversait le levier, prenait une nouvelle forme stable, correspondant au changement de phase et la gardait jusqu'à ce qu'un nouveau renversement du commutateur la ramenât à sa première forme.

L'expérience pouvait être répétée aussi souvent que l'on voulait et produisait toujours la même transformation de la figure.

Jusqu'à présent je me suis borné à estimer le changement de phase d'après le mouvement des ellipses, et j'ai trouvé ainsi pour la ligne Bâle-Lucerne-Bâle un changement de phase de 0,35, et pour la ligne Bâle-Olten-Bâle, de 0,45 d'une vibration entière. Le fait que dans les limites d'exactitude de mon estimation, la différence de phase et par conséquent aussi la durée de la propagation étaient proportionnelles à la longueur de la ligne, ne permet pas d'expliquer la différence par la durée de la charge, laquelle devrait être proportionnelle au carré de la longueur.

D'après les renseignements que l'administration des télégraphes a bien voulu me fournir, la ligne Bâle-Lucerne-Bâle a une longueur de 193,8 kilom., et celle de Bâle-Olten-Bâle de 83,2 kilom. Nous en déduisons, d'après les différences de phase estimées, et d'après le nombre de vibrations donné plus haut les vitesses suivantes :

$$\text{Entre Bâle et Lucerne : } \frac{193,8 \times 128}{0,35} = 70875 \text{ kilom.}$$

$$\text{Entre Bâle et Olten : } \frac{83,2 \times 128}{0,45} = 70997 \text{ kilom.}$$

Moyenne, 70,936 ou à peu près 70,000 kilom. par seconde.

'Je ne puis du reste présenter ce résultat comme définitif; il sera nécessaire de contrôler ces expériences en les répétant sur des lignes différentes.

Je ne dois pas non plus dissimuler une objection qui peut jeter encore quelques doutes sur la méthode que j'ai employée. Les considérations exposées ci-dessus ne sont en effet tout à fait exactes que dans le cas où la ligne est parfaitement isolée. Mais s'il y a des dérivations dans la ligne télégraphique, le mouvement du commutateur influe sur l'intensité du courant qui traverse le second diapason. Ce courant sera un peu plus faible si la dérivation a lieu avant le diapason que si elle a lieu après. Je crois d'après les essais que j'ai faits jusqu'ici que cette influence est faible; mais il est nécessaire de l'étudier de plus près et peut-être de l'éliminer par des dispositions particulières. C'est pourquoi je ne considère les expériences faites jusqu'à présent que comme des essais préliminaires, et dans cette communication je n'ai eu d'autre but que d'exposer la méthode à laquelle je me suis arrêté. Je remarque encore en terminant que la partie importante de cette méthode consiste dans le changement produit par le commutateur, et que le même principe peut être employé non seulement avec le comparateur de Lissajous, mais aussi avec d'autres procédés d'observations, par exemple avec celui des interférences dans le téléphone. J'ai l'intention de faire de nouveaux essais dans cette direction, et de chercher en particulier des procédés qui permettent une mesure précise.

M. le professeur Louis SORET présente à la section

quelques spécimens de photographies microscopiques instantanées.— La difficulté d'obtenir des épreuves d'objets en mouvement sous le microscope, réside en premier lieu dans l'affaiblissement d'intensité lumineuse qu'entraîne le grossissement, et en second lieu dans la nécessité de ne laisser agir la lumière que pendant un temps excessivement court, si l'on veut avoir une image nette de corps très petits qui se déplacent. — La lumière de l'étincelle électrique présente des conditions avantageuses pour atteindre ce but : elle peut être obtenue en tout temps, ce qui n'est pas le cas de la lumière solaire, elle prend une intensité suffisante lorsqu'on la concentre avec des lentilles à court foyer, enfin sa durée est très courte. Les clichés que M. Soret a présentés ont été obtenus par l'étincelle produite entre des électrodes de magnésium au moyen d'un appareil d'induction puissant avec une batterie de Leyde intercalée.

M. le professeur Raoul PICTET, de Genève, expose ses vues *Sur les limites probables de l'atmosphère terrestre*.

Le 29 juillet de cette année il eut l'occasion d'apercevoir un superbe bolide dont l'apparence était des plus remarquables. Il illumina le ciel d'une belle teinte bleu vert et descendit avec une marche lente du sud-est au nord-ouest en se rapprochant de l'horizon.

Le temps était parfaitement découvert, l'atmosphère chaude, il devenait probable que beaucoup d'observateurs avaient dû remarquer ce météore.

M. Pictet écrivit une lettre au *Journal de Genève* en appuyant sur l'intérêt réel qu'il y aurait à chercher à déterminer la distance du bolide à la terre pendant sa trajectoire lumineuse. Pour cela il suffit de posséder quelques observations bien faites à différents endroits connus.

La distance des points d'observation, la hauteur du bolide au-dessus de l'horizon constituent avec la déclinaison un ensemble de données numériques dont on dégage aisément la distance cherchée, celle du bolide à la terre.

M. Pictet a reçu vingt-deux lettres d'observateurs déclarant tous avoir aperçu le bolide ; l'heure est sensiblement la même ainsi que le caractère très particulier de la marche lente, seulement quelques orientations sont tellement écartées de la vérité qu'une bonne moitié des indications fournies par les correspondants doit être acceptée sous bénéfice d'inventaire.

C'est ainsi que de Venise on écrit l'avoir vu dans une direction sud-ouest, tandis que de Bologne on l'a vu beaucoup plus distinctement vers le nord-est. Un observateur de l'Oural au nord de la Russie déclare l'avoir observé et avoir entendu quelques secondes après la fin du phénomène lumineux une détonation sourde.

Il y a eu double emploi, c'est évident, mais il n'en reste pas moins avéré que de la vallée de Viège, de Morges, de Rolle, de Genève, de Lyon, de Turin, de Bologne, de Vérone, de Padoue, d'Allevard, d'Uriage, de Milan, de Berne, du Gurnigel on a distinctement vu ce météore et cela à la même heure et avec des directions assez concordantes pour pouvoir fixer le lieu d'apparition à *cinq ou six cents kilomètres au-dessus du sol*, hauteur colossale si on la compare avec les idées admises pour la limite de notre atmosphère.

On admet généralement que les météores deviennent incandescents sous la double influence de la compression de s gaz produits par leur marche rapide et de l'oxygène qui les brûle par combinaison chimique.

Nous sommes ainsi amenés à considérer comme pro-

bable la présence de l'air atmosphérique dans des régions beaucoup plus élevées que celles qui sembleraient résulter des formules employées en météorologie pour la détermination des hauteurs par les indications barométriques.

Une étude un peu détaillée de la question, surtout si l'on fait intervenir les nouvelles notions sur la théorie des gaz et les lois de la thermodynamique, explique assez bien les écarts énormes entre les chiffres acceptés ou émis jusqu'ici sur la hauteur probable des confins de notre atmosphère.

Les gaz étant composés d'atomes ou de molécules douées de vitesse de translation considérable (voir la théorie de Clausius) comment devons-nous nous figurer la surface périphérique de notre atmosphère? Comme une série de petits projectiles infiniment ténus : les atomes d'oxygène, d'azote, de vapeur d'eau, etc., doués de vitesses à définir par le calcul, mais qui *certainement* sont en mouvement, car sans cela ils chuteraient jusqu'à ce qu'ils rencontrent d'autres atomes, puis, sous l'influence du choc ils repartiraient eux-mêmes avec des vitesses variables suivant celles des corps rencontrés.

Entre ces derniers atomes, décrivant leur dernière trajectoire vers les espaces planétaires, il y a le *vide absolu*, la surface de l'atmosphère est donc *discontinue*, les espaces inter-atomiques augmentant constamment du sol vers les hautes régions. Dans ces hautes altitudes les atomes ressemblent à des balles de carabine en miniature que des chasseurs lanceraient à toute volée sans viser de but dans le ciel.

Maintenant quelle peut être la *vitesse de projection moyenne* des atomes gazeux aux confins extrêmes de notre atmosphère? Supposons cette limite, d'accord avec les ob-

servations du bolide, à 600 kilomètres. A cette hauteur le rayonnement de la chaleur agit sur un corps comme résultant de deux surfaces planes infinies entre lesquelles se trouverait compris le corps considéré : d'une part le globe terrestre, malgré sa rondeur, s'étale comme un plan à 600 kilomètres de distance et possède comme température la température moyenne du sol superficiel suivant la saison et la latitude du pays au-dessus duquel on observe. D'autre part les régions sidérales forment une immense demi-sphère dans laquelle la chaleur s'engouffre par rayonnement comme dans un plan infini de température nulle ou très voisine du zéro absolu. La chaleur apportée par la « *pâle clarté qui tombe des étoiles* » agit seule pour compenser, par rayonnement également, une proportion extrêmement faible de la chaleur émise.

Si nous admettons que le *pouvoir émissif* des gaz pour la chaleur est proportionnel au *pouvoir absorbant*, ce qui est nécessairement admis pour expliquer l'*équilibre thermique* des corps, il résulte que la surface périphérique de l'atmosphère doit prendre une *température moyenne entre celle des deux surfaces planes envisagées*.

Cette température moyenne variera quotidiennement sous l'influence directe des rayons solaires, qui élèveront la température des atomes gazeux pendant le jour. La nuit venue, cette élévation de température disparaîtra peu à peu jusqu'au lendemain matin où le minimum de température sera toujours atteint.

Cette température moyenne variera du pôle à l'équateur avec la variation de la température des pays polaires et celle des contrées tropicales.

Prenant — 20° centigrades comme moyenne d'hiver des pays situés entre le pôle et le 70<sup>e</sup> degré de latitude

vers les deux pôles et  $+ 30^\circ$  la température des régions équatoriales, nous voyons que la vitesse des molécules et atomes gazeux dans les hautes altitudes doit correspondre :

$$\frac{0^\circ + 253}{2} = \text{température absolue au-dessus du pôle.}$$

$$\frac{126^\circ,5 \text{ ou } 146^\circ,5}{2} = \text{température absolue au-dessus de l'équateur.}$$

$$151^\circ,5 \text{ ou } -121^\circ,5 \text{ centigrades.}$$

Les vitesses absolues des atomes gazeux seront donc sensiblement plus grandes dans une colonne d'air verticale au-dessus de l'équateur qu'au-dessus du pôle.

Les dernières molécules seront encore lancées avec une vitesse moyenne de plus de 400 mètres par seconde au-dessus de l'équateur. Par le calcul des probabilités on voit que certaines molécules privilégiées comme vitesse atteindront des rapidités bien plus grandes encore et comme leur point de départ est déjà très élevé, qu'elles restent sous l'influence combinée de leurs chocs réciproques et du rayonnement terrestre ou solaire, les valeurs numériques de 500 à 600 kilomètres n'ont plus rien d'exagéré pour la limite supérieure de ces dernières trajectoires.

En appliquant aux molécules atmosphériques de la surface du sol jusqu'aux régions supérieures, le calcul des vitesses absolues moyennes, on trouve que la *hauteur absolue* de l'atmosphère est sensiblement plus grande sur l'équateur qu'aux pôles pour une même pression barométrique.

L'atmosphère enveloppe la terre comme un grand ellipsoïde de révolution dont le petit axe est parallèle à l'axe du globe et le grand axe perpendiculaire au premier.

Cette forme ellipsoïde est complètement étrangère à la conséquence de la force centrifuge qui du reste agit déjà dans le même sens.

L'équilibre statique d'une atmosphère ainsi conformée n'est pas possible, étant donnée l'égalité moyenne des pressions barométriques. Toute la portion supérieure de l'atmosphère au-dessus des régions équatoriales est obligée de chuter constamment vers les pôles en se déversant en deux courants, l'un vers le nord dans l'hémisphère boréal, l'autre vers le sud dans l'hémisphère austral. Ces courants apportent aux deux pôles des masses de gaz qui refoulent l'atmosphère vers l'équateur dans les régions voisines du sol. On aurait ainsi une explication des courants simultanés dans les deux hémisphères qui accompagnent les aurores boréales ainsi que M. le professeur Aug. de la Rive l'a admis pour sa théorie des aurores boréales. Ces courants vont constamment de l'équateur vers les pôles et s'établissent dans des régions considérablement élevées de l'atmosphère.

M. R. PICTET a fait à la section une seconde communication sur *les expériences faites à Torquay avec les modèles du bateau rapide de son invention*<sup>1</sup>.

M. Auguste KUNDT, professeur à l'Université de Strasbourg, communique à la Section un important travail sur *la polarisation rotatoire magnétique du fer, du cobalt et du nickel*. Ayant entrepris la confirmation de la belle découverte de M. Kerr du phénomène de la polarisation rotatoire magnétique par réflexion des trois métaux sus-indi-

<sup>1</sup> Voir *Archives*, 1884, t. XI, p. 95.

qués, il a étendu cette découverte au cas où la lumière polarisée, au lieu d'être réfléchie par un de ces métaux, est transmise par lui. Pour cela il faut qu'il soit réduit en couche assez mince pour devenir transparent. C'est ce que M. Kundt a réalisé au moyen de dépôts galvanoplastiques de fer, de cobalt ou de nickel sur le verre platiné employé par M. König pour les miroirs de ses appareils d'acoustique. Il trouve que les couches transparentes de fer, de cobalt et de nickel, ainsi obtenues, et superposées à la couche de platine, impriment au plan de polarisation de la lumière polarisée qui les traverse une rotation très forte. Pour les rayons moyens du spectre le pouvoir rotatoire du fer est 30,000 fois plus fort que celui d'une couche de verre de même épaisseur. Celui du cobalt est voisin de celui du fer, celui du nickel est beaucoup plus faible (14,000 fois environ celui du verre). Dans les trois métaux considérés la rotation est positive, c'est-à-dire de même sens que le courant qui produit l'aimantation.

En opérant avec de la lumière à peu près monochromatique rouge ou bleue, M. Kundt reconnaît ce fait remarquable que *le pouvoir rotatoire du fer est plus fort pour les rayons rouges que pour les rayons bleus*; en d'autres termes *la dispersion de la rotation du fer est anormale*. M. Kundt a retrouvé aussi cette anomalie de la dispersion dans le cas de la réflexion normale du rayon polarisé sur un miroir de fer. Dans ce dernier cas la rotation est négative, comme M. Kerr l'avait reconnu<sup>1</sup>.

M. F.-A. FOREL, de Morges, décrit les courants qu'il a étudiés sur un petit lac temporaire de la moraine du gla-

<sup>1</sup> Voir, pour plus de détails, le mémoire de M. Kundt, *Archives*, 1884, t. XII, p. 539.

cier inférieur de Fee, vallée de Saas. L'eau de ce lac, chargée de poussières micacées, montre très nettement les plus petits mouvements causés par une brise de l'air. Il a reconnu entre autres le courant de surface horizontal déterminé par le frottement de l'air, à l'extrémité sous le vent un courant vertical descendant, et à l'extrémité sur le vent un courant vertical ascendant ; ces trois courants doivent être reliés dans la profondeur de l'eau par un courant de retour horizontal marchant en sens contraire du vent. -- Il y a là confirmation très évidente des faits étudiés par l'auteur dans le lac Léman ; le vent détermine dans le lac des courants mécaniques faisant une révolution complète de l'eau, laquelle subit deux courants horizontaux superposés, l'un superficiel marchant dans le sens du vent, l'autre profond marchant en sens contraire.

M. le Dr Robert WEBER, professeur à Neuchâtel, présente à la section une *sirène électrique* de son invention.

La démonstration de l'origine du son et la détermination du nombre de vibrations correspondant à chaque son sont de la plus haute importance pour l'étude des rapports entre les différents sons, aussi bien au point de vue de l'acoustique qu'à celui de la théorie de la musique. Cette étude a été faite soit par des méthodes acoustiques, soit par des méthodes optiques ; les résultats ne sont plus sujets à aucun doute.

Un appareil tendant à constater ces résultats n'aura donc plus guère de valeur, à moins qu'il ne donne quelque chose de nouveau.

La sirène décrite ci-après diffère des appareils analogues, essentiellement en ce que : 1. le milieu mis en vi-

bration, et le mode de le mettre en vibration, sont nouveaux; et 2. la cause et l'effet sont à une distance arbitraire. Elle fournit une preuve expérimentale des lois et de la nature des sons résultants, étudiés par M. *Helmholtz*. Comme les sirènes connues, celle-ci donne à volonté un ou plusieurs sons et l'intervalle des sons peut être fixé à l'avance. Quant à l'inconvénient de toutes les sirènes de ne pas maintenir rigoureusement le même son, cette nouvelle sirène y est moins soumise, ensuite d'une modification convenable de l'appareil.

Sous sa forme la plus simple, la sirène se compose essentiellement des parties suivantes : une roue dentée *R* (fig. 5, pl. II) est fixée sur un axe *A* autour duquel se fait la rotation. Sur le bord de la roue vient appuyer un ressort *L*, dont une des extrémités est fixée et en communication avec un fil métallique, et dont l'autre extrémité touche alternativement une dent et un creux rempli d'une substance isolante. Le fil, relié au ressort, va à l'un des pôles d'une pile *P*; l'autre pôle est en communication avec un téléphone *T*. Le circuit électrique partant de la pile *P* passe par le téléphone *T*, par l'axe *A*, puis par la roue *R*, et va par le ressort *L* à l'autre pôle de la pile. Si la roue dentée *R* est en rotation, le circuit est par conséquent fermé ou ouvert, suivant que le ressort *L* appuie sur une dent ou sur un creux isolant; il y aura dans le téléphone une série identique d'attractions et de relâchements de la plaque vibrante d'où résultera un son.

La hauteur du son est donc directement proportionnelle 1. au nombre de dents de la roue *R*, et 2. à la vitesse de rotation de l'axe.

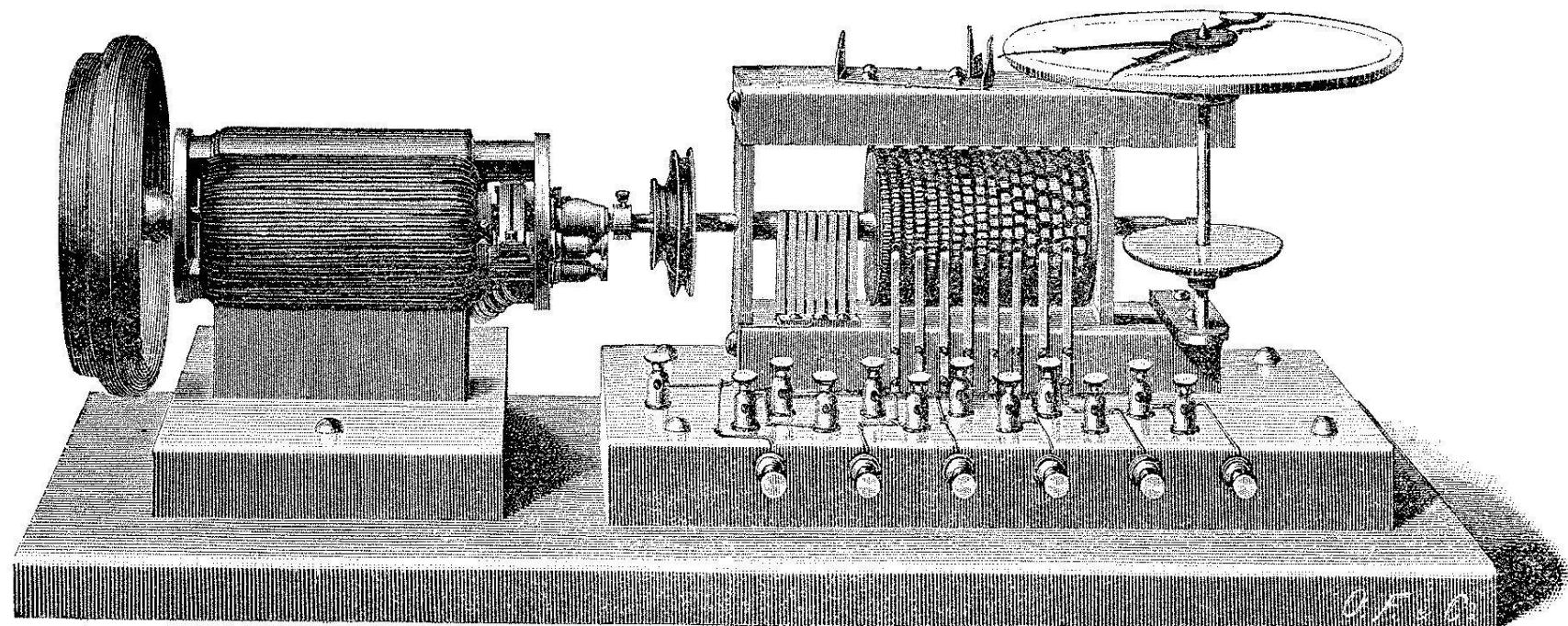
L'intensité du son, l'amplitude des vibrations de la plaque du téléphone, est une fonction de l'intensité du

courant électrique, et variable d'un téléphone à un autre.

Le timbre, soit le nombre, la hauteur et l'intensité des sons qui s'ajoutent au son principal, dépend de la constance de la pile, de la perfection de la roue *R* et du ressort *L*, et de la qualité du téléphone.

La *Sirène multiple à courants primaires* telle que M. Weber l'a fait construire, se compose de quinze roues dentées, toutes fixées sur le même axe. Elles ont toutes le même diamètre de 4 cm. et se trouvent à égale distance les unes des autres, soit à 3 mm. Le nombre de dents varie d'une roue à l'autre : il est de 24 pour la première roue, de 27 pour la deuxième, de 30 pour la troisième, et ainsi de suite, chacune des suivantes ayant un nombre de dents correspondant aux notes successives d'une même gamme jusqu'à la quinzième. L'espace laissé entre les différentes roues et entre les dents est rempli uniformément d'une masse très dure et isolante. La surface du cylindre ainsi formé a été soigneusement tournée, pour ne présenter aucune aspérité. La surface seule des dents des roues est visible et chacune coïncide avec la surface du cylindre.

Une traverse, qui joint en outre les supports dans lesquels tourne l'axe de ce cylindre, porte les 15 ressorts. Chacun des ressorts est dirigé dans le plan de la roue correspondante, et appuie par suite avec une de ces extrémités alternativement sur la dent et sur le creux de cette roue. Un nombre de fils égal au nombre des ressorts établit la communication de ceux-ci avec le même nombre de serre-fils disposés sur la planchette qui porte le tout. Un ressort à balai permet de faire arriver le courant dans l'axe du cylindre ; il est appuyé contre celui-ci d'une part et communique d'autre part avec le seizième serre-fil fixé sur la planchette.



**La Sirène électrique** (avec moteur de M. Robert Weber).

C'est à ce serre-fil qu'aboutit l'un des fils venant du téléphone, l'autre allant à la pile. La disposition la plus commode de la pile est la suivante : le nombre d'éléments est égal au nombre des roues (ou à l'un de ses multiples) ; leurs pôles négatifs, par exemple, sont en communication et reliés au fil venant du téléphone. Le pôle positif de chaque élément (ou de chaque série d'éléments), au contraire, est relié chacun avec un serre-fil *S* et par lui à un seul des ressorts *L*, correspondant à une seule des roues *R*. Suivant que l'on veut faire parler ou non une quelconque des roues, on établit ou non par le serre-fil *S* le circuit indiqué.

Il est évident que le nombre d'éléments dont il faut disposer peut être plus petit que celui des roues, et égal au nombre maximum de roues que l'on veut faire parler à la fois. Mais une réduction de ce genre nécessite à chaque changement de roue un changement correspondant dans la communication des fils. La disposition schématique des roues, des ressorts, des éléments et du téléphone est indiquée par la fig. 6.

Dans certains cas, surtout si la résistance dans le circuit est grande, il est avantageux de faire parler le téléphone par les courants induits. Dans ce but, on place près de la sirène et de la pile une bobine d'induction, dont la bobine primaire se trouve dans un même circuit avec la batterie et avec la sirène, tandis que la bobine secondaire n'est reliée qu'au téléphone.

Pour compter le nombre de vibrations qui correspondent à un certain ton dans un temps donné, on peut procéder de différentes manières. Mais il est indispensable de connaître, outre le nombre de dents de la roue respective, le nombre de tours de l'axe et le temps correspondant.

En suivant la méthode ordinaire, on peut se servir d'un compteur de tours quelconque, facile à mettre en mouvement par l'axe de la sirène, et permettant un ajustage et un retrait instantanés.

M. Weber a choisi une méthode en quelque sorte inverse de celle qui vient d'être décrite. A cet effet, l'axe de la sirène porte une vis sans fin, dans laquelle vient engrener une roue portant 150 dents, par exemple. Le même axe, qui porte cette roue, en porte une autre, placée plus haut.

Cette roue (disque) *D* est divisée sur son pourtour en 400 parties égales, de sorte que deux divisions et demie correspondent à un tour de l'axe de la sirène. Les chiffres marqués sur le disque *D* indiquent le nombre de tours faits par cet axe. L'axe de ce disque *D* porte deux aiguilles indépendantes, plus longues que le rayon du disque, et placées l'une au-dessus de l'autre. Une plaque *P* qui dépasse en hauteur le disque *D*, arrêtera ordinairement les aiguilles, quand l'axe vertical tournera. Mais une découpure convenable, faite dans cette plaque *P*, permettra à un mouvement très simple de libérer l'une des aiguilles, soit au commencement d'une seconde voulue. Un certain nombre de secondes s'étant écoulé, on peut ensuite faire marcher la seconde aiguille, sans modifier en rien la marche du cylindre de la sirène, car une seconde découpure dans la plaque *P* permet facilement de dégager cette seconde aiguille. La différence des chiffres indiqués par les deux aiguilles et le nombre de secondes qu'a duré l'observation fournissent encore tout ce qu'il faut connaître pour pouvoir calculer le nombre de vibrations correspondant au son donné.

Le mouvement de rotation de l'axe de la sirène peut

lui être imprimé par un moteur quelconque. M. Weber s'est servi à l'ordinaire du volant d'une machine. A cet effet, l'axe porte à l'extrémité opposée à celle du comp-teur une poulie sur laquelle passe la courroie venant du volant.

Le mouvement de rotation peut s'obtenir encore par un petit moteur électro-dynamique de M. *Hipp*, construit sur un modèle américain, dont la force est suffisante pour faire marcher une machine à coudre. Côte à côté et l'axe de l'une sur le prolongement de l'axe de l'autre, les deux machines sont fixées sur une même planchette. Une espèce de fourchette, qui fait pièce avec l'axe du moteur, entre dans la poulie fixée sur l'axe de la sirène.

Enfin un volant, fixé sur ce même axe, régularise le mouvement de rotation.

Le moteur électrique est accouplé à la sirène.

Cette sirène a été construite par M. le D<sup>r</sup> *Hipp*, directeur de la Fabrique de télégraphes à Neuchâtel, qui est disposé à en construire d'autres sur commande.

Comme il a été dit plus haut, ce sont les dents qui établissent le circuit et les creux remplis de substance isolante qui arrêtent le courant. L'espace plus ou moins grand occupé par la dent ou le creux entraîne un contact ou une interruption plus ou moins longue. Ce n'est évidemment que le rapport des deux espaces qui entre en ligne de compte ; c'est pour cela que M. Weber a fait tailler quatre roues de même diamètre, ayant chacune le même nombre de dents, soit quarante. Les espaces occupés par la dent et par le creux isolant sont dans le rapport de 1 à 12 dans la première roue, de 3 à 12 dans la deuxième, de 6 à 12 dans la troisième et de 9 à 12 dans la quatrième.

Ces différentes roues ont rendu, toutes circonstances égales d'ailleurs, des sons identiques quant à la hauteur et à l'intensité, mais différents quant au timbre. Pour les quatre roues, le son était bon et agréable, mais plusieurs sons harmoniques viennent s'ajouter au son fondamental.

Ainsi, au son de la quatrième roue, qui produit l'impression d'un son fort et bas, vient s'ajouter son octave et sa double octave, c'est-à-dire des sons dont les nombres de vibrations sont avec le nombre de vibrations du son fondamental dans les rapports de 1 : 2 : 4. C'est surtout l'octave, le premier son harmonique, qui est intense.

Au son produit par la troisième roue sont venus s'ajouter le premier et le deuxième son harmonique (1 : 2 : 3), et c'est la quinte (1 : 3) qui est plus intense que l'octave (1 : 2). Le ton est plus clair que le précédent.

Au son fondamental produit par la deuxième roue s'ajoutent les sons harmoniques suivants : l'octave (1 : 2), qui est très faible ; la quinte de l'octave (1 : 3), qui est plus intense ; l'octave (1 : 4) est facilement saisie, de même que ses tons harmoniques 1 : 5, et 1 : 6, et 1 : 8.

La première roue donne un son plus faible que les trois autres, en même temps il semble être plus haut. On n'entend pas son octave ; mais, d'autre part, la double octave (1 : 4) est facilement perceptible.

M. Weber a pu vérifier ces résultats par la méthode optique. A cet effet, il s'est servi d'un téléphone de grandes dimensions, à aimant en forme de fer à cheval, donnant un son intense. Sur le bord de l'embouchure, il a ajusté une capsule manométrique semblable à celle proposée par M. Koenig pour l'étude des vibrations de l'air. Les

flammes, vues au miroir tournant, prennent des formes très caractéristiques, très marquées et tout à fait différentes pour les sons produits avec les différentes roues.

Un groupe de dents se détachait toujours nettement, soit le groupe qui correspond au son fondamental. Ordinairement, ce groupe se composait de quatre dents moins tranchées, qui avaient des longueurs différentes suivant la roue à laquelle elles correspondaient. La première roue donne des dents toutes de même hauteur, de même valeur ; il n'y a donc, outre le ton fondamental, que le ton (1 : 4). En faisant jouer les autres roues, ces dents de second ordre prennent des longueurs différentes : la première et la troisième plus longues que la deuxième et la quatrième ; la deuxième et la troisième plus grandes que la première et la quatrième, la quatrième est la plus grande.

Ainsi, en résumé, les roues à dents larges donnent des sons plus forts et moins purs que les roues à petites dents.

Disposant la sirène, les piles et le téléphone comme il a été dit plus haut, le téléphone rend facilement le son correspondant à une roue quelconque, et les sons hauts avec la même facilité que les sons bas.

En établissant le circuit pour deux ou plusieurs roues, le téléphone donne le nombre correspondant de sons.

Si, en fermant le circuit sur deux ou plusieurs roues, on envoie dans le téléphone deux ondulations électriques de différente longueur d'onde, ces ondulations électriques interféreront comme les vibrations le font en général. Il y aura donc, à côté des ondes principales, une série d'ondulations de second ou troisième ordre, résultant justement de ces interférences. Elles agiront toutes sur la

plaqué de fer doux du téléphone, pour donner naissance à des vibrations sonores correspondantes. On prévoit qu'on doit obtenir ainsi les sons résultants, étudiés surtout par M. *Helmholtz*, et divisés par lui en *sons différenciels* et en *sons additionnels*.

En effet, avec un téléphone de grandes dimensions et un courant provenant de 3 à 4 Daniells par roue, on arrive à produire des sons fondamentaux assez intenses pour entendre facilement quelques-uns des sons résultants. La perception est plus facile encore quand on choisit les sons fondamentaux de telle manière que les sons résultants se trouvent dans la région moyenne des sons perceptibles, et qu'en outre, les sons résultants sont dissonants avec les sons fondamentaux. Avec un peu d'exercice, on acquiert la faculté de saisir également le reste des sons résultants.

Si nous désignons par un chiffre romain le numéro de la roue de la sirène et par les chiffres ordinaires, écrits au-dessous, le nombre des dents de cette roue, nous aurons les correspondances suivantes :

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
24	27	30	32	36	40	45	48	54	60	64	72

et les

ut, ré, mi, fa, sol, la, si, ut, ré, mi, fa, sol,

auront un nombre de vibrations qui sera un multiple quelconque des nombres de la série précédente. Soit  $p$  ce multiple.

Voici quelques-uns des résultats qu'on obtient facilement :

1. Les roues I et III donnant les sons fondamentaux

$ut_1 = p.24 = n_1$ , et  $mi_1 = p.30 = n_2$ , donnent naissance aux sons résultants suivants :

$$\begin{aligned} ut_1 &= p.6 = p(n_2 - n_1) \\ sol_0 &= p.18 = p(2n_1 - n_2) \\ ré_2 &= p.54 = p(n_1 + n_2) \\ la_1 &= p.40 \end{aligned}$$

2. De même, les roues I et VII, donnant

$ut_1 = p.44 = n_1$  et  $si_1 = p.45 = n_2$ ,  
ont les sons résultants

$$\begin{aligned} (la\sharp_0) &= p.21 = p(n_2 - n_1) \\ (sol\sharp_2) &= p.69 = p(n_1 + n_2) \end{aligned}$$

3. Les roues III et VII donnent

$$mi_1 = p.30 = n_1 \text{ et } si_1 = p.45 = n_2$$

et en outre

$$\begin{aligned} mi_0 &= p.15 = p(n_2 - n_1) \\ sol\sharp_2 &= p.75 = p(n_1 + n_2) \end{aligned}$$

4. Les roues V et VIII donnent d'abord

$$sol_1 = p.36 = n_1 \text{ et } ut_2 = p.48 = n_2$$

et en même temps

$$\begin{aligned} ut_0 &= p.12 = p(n_2 - n_1) \\ ut_1 &= p.24 = p(2n_1 - n_2) \\ (la\sharp_2) &= p.84 = p(n_1 + n_2) \end{aligned}$$

## 5. Les roues I et IX donnent

$$ut_1 = p.24 = n_1 \text{ et } ré_2 = p.54 = n_2,$$

et les sons résultants

$$\begin{aligned} mi_1 &= p.30 = p(n_2 - n_1) \\ ut_1 &= p.6 = p(n_2 - 2n_1) \\ (la_2^{\flat}, la_2) &= p.78 = p(n_1 + n_2) \end{aligned}$$

## 6. Les roues I et X donnent

$$ut_1 = p.24 = n_1 \text{ et } mi_2 = p.60 = n_2,$$

et en outre les sons

$$\begin{aligned} sol_1 &= p.36 = p(n_2 - n_1) \\ ut_2 &= p.48 = \\ (la_2^{\sharp}) &= p.84 = p(n_1 + n_2) \end{aligned}$$

## 7. Les roues X et XI donnent

$$ut_1 = p.24 = n_1 \text{ et } fa_2 = p.64 = n_2,$$

et comme sons résultants

$$\begin{aligned} la_1 &= p.40 = p(n_2 - n_1) \\ ut_2 &= p.48 \\ (si_2^{\flat}, si_2) &= p.88 = p(n_2 + n_1) \end{aligned}$$

## 8. Les roues I et XIII donnent

$$ut_1 = p.24 = n_1 \text{ et } la_2 = p.80 = n_2,$$

et encore

$$\begin{aligned}
 (\text{ré}_2, \text{ré}_2^{\sharp}) &= p.56 = p(n_2 - n_1) \\
 \text{fa}_1 &= p.32 = p(n_2 - 2n_1) \\
 \text{ut}_2 &= p.48 = p\{n_2 - (n_2 - 2n_1)\} \\
 \text{la}_1 &= p.40 = \\
 (\text{ut}_3^{\sharp}, \text{ré}_3) &= p.104 = p(n_2 + n_1)
 \end{aligned}$$

9. Les roues I et XIV donnent

$$\text{ut}_1 = p.24 = n_1 \text{ et si}_2 = p.90 = n_2,$$

et en outre

$$\begin{aligned}
 (\text{fa}_2) &= p.66 = p(n_2 - n_1) \\
 (\text{la}_1^{\sharp}) &= p.42 = p(n_2 - 2n_1) \\
 \text{sol}_0 &= p.48 = p(n_2 - 3n_1) \\
 (\text{ré}_3^{\sharp}, \text{mi}_3^{\flat}) &= p.114 = p(n_2 + n_1)
 \end{aligned}$$

10. Les roues I et XVI donnent

$$\text{ut}_1 = p.24 = n_1 \text{ et ré}_3 = p.108 = n_2,$$

et encore les sons résultants

$$\begin{aligned}
 (\text{la}_2^{\sharp}) &= p.84 = p(n_2 - n_1) \\
 \text{mi}_2 &= p.60 = p(n_2 - 2n_1) \\
 \text{sol}_1 &= p.36 = p(n_2 - 3n_1) \\
 (\text{fa}_3^{\sharp}) &= p.132 = p(n_2 + n_1)
 \end{aligned}$$

11. Les roues I et XVII donnent d'abord

$$\text{ut}_1 = p.24 = n_1 \text{ et mi}_3 = p.120 = n_2$$

et les sons résultants

$$\begin{aligned}ut_3 &= p.96 = p(n_2 - n_1) \\sol_2 &= p.72 = p(n_2 - 2n_1) \\ut_2 &= p.48 = p(n_2 - 3n_1)\end{aligned}$$

## 12. Les roues XIV et XVII donnent

$$ut_3 = p.96 = n_1 \text{ et } mi_3 = p.120 = n_2$$

et le son résultant

$$ut_1 = p.24 = p(n_2 - n_1).$$

Les sons fondamentaux n'ont été que faibles quand la vitesse de rotation était la même que dans les cas précédents ; mais, d'autre part, le son de différence de premier ordre a été très intense, plus intense même que les sons fondamentaux.

Au lieu d'étudier les sons résultants de deux sons fondamentaux, cette sirène permet d'étudier les sons résultants de trois ou plusieurs sons fondamentaux.

Une expérience préliminaire fait connaître que les sons résultants deviennent très nombreux et très intenses, et que les sons fondamentaux, au contraire, deviennent plus faibles.

M. Weber se réserve de reprendre peut-être cette partie de son étude plus tard, s'il peut réaliser les conditions nécessaires pour les expériences.

Les physiologistes se sont disputés longtemps sur la question de savoir si les sons résultants ont une existence réelle, physique, en dehors de l'organe de l'ouïe, ou s'ils ne sont qu'une perception du sens de l'ouïe ayant pour cause un certain trouble dans les parties de l'organe qui transmettent les vibrations.

M. Helmholtz a donné en 1856, dans les Annales de

Poggendorff<sup>1</sup>, une théorie des sons résultants, indépendante de questions physiologiques, et il a ajouté à cette théorie une preuve expérimentale de l'existence physique de ces sons résultants, en démontrant qu'une membrane convenablement tendue résonne à l'unisson avec ces sons résultants.

Les expériences faites avec la sirène, dont nous avons donné le résumé sous n° 8, fournissent une preuve nouvelle et meilleure de l'exactitude de l'idée de M. *Helmholtz*; car, si un son résultant est entendu au téléphone, c'est bien par la vibration réelle de la plaque du téléphone et de l'air que nous l'entendons.

M. E. WARBURG, professeur à l'Université de Fribourg en Brisgau, présente quelques remarques sur *la phosphorescence des tubes de Geissler*. Lorsqu'ils contiennent certaines compositions gazeuses spéciales suffisamment raréfiées, les tubes de Geissler possèdent la propriété bien connue de luire encore plusieurs secondes après que la décharge électrique a cessé de passer. L'étude approfondie de ce phénomène a été faite par Morren<sup>2</sup> et a été reprise plus tard par M. Édouard Sarasin<sup>3</sup> et par d'autres observateurs.

M. Warburg a recherché si cette phosphorescence peut-être expliquée par des décharges secondaires entre les parois de verre chargées par le courant. L'expérience qu'il a faite et qu'il décrit écarte cette interprétation. Ayant un tube de Geissler dont le contenu gazeux raréfié est doué de cette propriété, M. Warburg l'ouvre à

<sup>1</sup> Helmholtz, *Pogg. Ann.* t. XCIX, p. 497 à 540.

<sup>2</sup> *Annales de Chimie et de Physique*, 4<sup>me</sup> série, 1865, t. IV, p. 293.

<sup>3</sup> *Archives des Sciences phys. et nat.*, 1869, t. XXXIV, p. 243.

une de ses extrémités et y fait pénétrer l'air extérieur, pendant que se produit le phénomène de la phosphorescence. La lueur refoulée continue à se produire alors et avec un assez grand éclat encore à l'autre extrémité du tube. La matière phosphorescente est donc comprimée à ce bout de tube tout en continuant à luire. Cette expérience qui s'explique facilement en admettant que la phosphorescence tient à une transformation chimique ou physique du contenu du tube indépendante des actions extérieures, ne peut pas en revanche être interprétée dans l'hypothèse des courants électriques entre les parois du tube.

M. le professeur F. KRAFFT de Bâle communique la suite de ses recherches sur *les corps gras à molécule multiple, et sur leurs points de fusion comme températures de comparaison*. Les alcools synthétiques,  $C_nH_{2n+2}O$ , décrits précédemment par l'auteur, et dont l'alcool cétylique brut renferme, outre l'hexadécylalcool  $C_{16}H_{34}O$ , principalement encore l'octadécylalcool  $C_{18}H_{38}O$  furent utilisés par lui pour la préparation de quelques nouvelles séries de dérivés. Ils donnent par réduction les *paraffines* normales  $C_nH_{2n+2}$ , décrites déjà il y a deux ans. La préparation des *oléfines* supérieures réussit facilement lorsqu'on éthérifie ces alcools en les chauffant avec du chlorure de palmityle  $C_{16}H_{34}OCl$  et qu'on distille à une basse pression les éthers ainsi obtenus. Il se produit alors de l'acide palmitique et un homologue de l'éthylène  $C_nH_{2n}$ . En mélangeant ensuite ces oléfines avec du brome on obtient leurs produits d'addition bien cristallisés  $C_nH_{2n}Br_2$ . Ceux-ci traités à  $120^\circ$  par de la potasse alcoolique perdent  $2BrH$  et donnent ainsi une troisième série de carbures d'hydrogène nouveaux appartenant à la série de l'acétylène  $C_nH_{2n-2}$ .

Il y a deux ans l'auteur avait fait sur 19 paraffines normales l'observation qu'au moment de leur fusion des volumes égaux de ces corps présentent à peu près le même poids. Par exemple, à son point de solidification, qui est à  $-26^{\circ}5$ , un litre d'undecan liquide  $C_{11}H_{24}$  pèse 774 grammes tandis qu'un litre de pentatriacontan  $C_{35}H_{72}$  fondu pèse 781 gr. à son point de solidification qui est à  $+74^{\circ}7$ . Sur les 23 paraffines homologues comprises entre ces deux types, 17 ont été étudiées au même point de vue et les observations faites sur elles démontrent que toutes possèdent à très peu près la même densité à leur point de solidification. Ce fait singulier était d'abord tout à fait isolé, mais comme il s'y attendait M. Krafft l'a vu se reproduire dans ses nouvelles séries d'oléfines et d'acétylènes. Il cherche à l'expliquer provisoirement par cette considération que ces hydrocarbures présentent des proportions presque identiques de leurs deux constituants (par exemple  $C_{11}H_{24}$  contient 84,61 % C, et 15,39 H,  $C_{35}H_{72}$  contient 85,37 C et 14,63 H) et une constitution (normale) tout à fait analogue. Pour évaluer l'influence du poids moléculaire

M sur le volume moléculaire  $\frac{M}{S}$  on déduit ce dernier du poids spécifique S de la substance à son point de fusion et de son poids moléculaire M ( $H_2=2$ ). On observe ainsi dans les groupes ci-dessus qu'à chaque nouvel apport de  $C_2H_4$  correspond une augmentation constante du volume moléculaire égal à 35,7. C'est ce que montre le tableau suivant :

LIQUIDE	Poids spécifique S	Poids moléc. M	Volum. moléc. M S	Différence.
Undecan . . . . . C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	$d_{-26.5} = 0.7745$	156	201.4	$>71.8 = 2 \times 35.9$
Pentadecan . . . C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	$d_{+10} = 0.7758$	212	273.2	$>71.5 = 2 \times 35.7$
Nonadecan . . . . C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	$d_{32} = 0.7774$	268	344.7	$>71.5 = 2 \times 35.7$
Tricosan . . . . . C <sub>23</sub> H <sub>48</sub>	$d_{47.7} = 0.7785$	324	416.2	$>71.5 = 2 \times 35.7$
Heptacosan . . . . C <sub>27</sub> H <sub>56</sub>	$d_{59.5} = 0.7796$	380	487.4	$>71.2 = 2 \times 35.6$
Hentriacontan . C <sub>31</sub> H <sub>64</sub>	$d_{68.1} = 0.7808$	436	558.4	$>71.0 = 2 \times 35.5$
Pentatriacontan C <sub>35</sub> H <sub>72</sub>	$d_{74.7} = 0.7816$	492	629.4	$>71.0 = 2 \times 35.5$

La même loi s'applique aussi à d'autres séries homologues des acides gras supérieurs, des cétones, des alcools et des nitriles. On en peut tirer pour la première fois cette conclusion que pour des séries étendues de liquides le point de solidification constitue un point de comparaison parfaitement caractéristique.

M. Édouard SARASIN de Genève présente un court rapport sur les travaux de la Commission spéciale nommée par la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève pour l'étude de la transparence de l'eau du lac Léman<sup>1</sup>. Il décrit les expériences préliminaires faites dans le port de Genève pour déterminer la distance à laquelle est transmise dans l'eau la lumière d'une lampe électrique qui y est plongée. La principale cause qui fait varier la transparence de l'eau est la présence en plus ou moins grande quantité de poussières en suspension qui absorbent et diffusent la lumière. Il s'est trouvé que la lumière ainsi diffusée se propage, dans tous les cas, à une distance approximativement double de celle à laquelle on cesse de

<sup>1</sup> Voyez sur ce sujet Archives, 1884, t. XII, p. 158.

voir le point lumineux et qu'on peut appeler distance de vision nette. Ces limites ont beaucoup varié suivant les jours d'observation de 24<sup>m</sup> à 38<sup>m</sup>,50 pour la vision nette, de 43<sup>m</sup>,80 à 82<sup>m</sup>,80 pour la lumière diffuse.

D'autres expériences ont été faites par la Commission dans la région des plus grands fonds du lac en avant d'Évian pour déterminer, à l'aide de l'action produite sur des plaques photographiques au gélatino-bromure d'argent, à quelle profondeur la lumière du jour pénètre dans l'eau. L'appareil employé avait été imaginé par M. le prof. Fol, il consiste en un châssis photographique en laiton s'ouvrant automatiquement à une profondeur voulue sous l'action d'un plomb de sonde. Il n'a été fait encore que des essais préliminaires desquels il résulte que vers 170<sup>m</sup> de profondeur l'intensité est réduite à peu près à celle d'une nuit claire sans lune. Ces expériences seront reprises par la Commission en vue de déterminer la limite extrême à laquelle pénètre la lumière.

Le Dr E. SCHUMACHER-KOPP, chimiste cantonal à Lucerne, présente quelques faits observés par lui dans sa pratique analytique.

Il parle d'abord de quelques cas d'empoisonnement par l'arsenic et de l'avantage que présentent les méthodes du prof. Dr A. Kaiser de St-Gall pour la recherche de l'arsenic (décomposition par l'acide sulfurique des matières organiques, transformation de l'arsenic en chlorure d'arsenic et traitement de ce dernier dans l'appareil de Marsch).

Il attire l'attention sur l'importance qu'il y a dans la recherche de taches de sang à examiner au microscope les objets eux-mêmes ; il a pu ainsi déterminer

exactement la forme de la lame d'un couteau qui avait été essuyé sur une blouse, la tache ayant été cependant lavée et conclure à la possession d'un couteau par l'examen de la pelote de fibres de tissus trouvée dans la poche du criminel, qui niait en avoir eu un en sa possession.

Relativement à la fabrication des fromages et de recherches sur les causes d'infériorité de certains laits, il attire de nouveau l'attention sur le danger de traire les vaches nymphomatiques, dont le lait renferme des amas cellulaires suspects et généralement aussi des bactéries.

Il relate enfin ses recherches sur les eaux potables du canton de Lucerne, qui lui ont permis de découvrir et de supprimer la cause de plusieurs foyers d'épidémie typhoïde.

A propos d'expertises sur des écrits où il s'agit de savoir s'ils ont été faits à la même époque et avec la même encre, M. Schumacher relève l'importance en dehors de l'action des agents chimiques, d'examiner le pouvoir d'imbibition du papier.

Plusieurs procès relatifs à des vins trop plâtrés ont donné occasion à M. Schumacher d'étudier des vins de Sicile naturels, obtenus grâce à l'obligeance du prof. Dr Ricciardi à Catane. Ces vins restent au-dessous de la moyenne généralement admise de 2 gr. de sulfate de potasse par litre, par conséquent l'influence du sol volcanique mise en avant par les vendeurs est nulle ; le plâtrage excessif auquel ils se livrent est fortement blâmé par le prof. Ricciardi, ainsi que l'habitude de soufrer trop fortement les tonneaux, ce qui en partie aussi augmente la teneur du vin en sulfates ou sulfites. L'asti mousseux qu'on importe en grande quantité d'Italie, renferme avec 12,43 % de matières extractives seulement 3,69 % en

poids d'alcool au lieu d'environ 5 % que doit contenir tout bon vin, cette faible proportion d'alcool ne provient pas d'addition d'acide salycilique ou borique, ce qui aurait eu pour effet d'empêcher la fermentation, mais bien de la filtration du moût, ce qui le prive en partie de ses fermentations.

M. le Dr Robert WEBER, professeur à Neuchâtel, rend compte d'une *étude expérimentale sur le mouvement gyrateur des corps solides à la surface des liquides*.

Le mouvement gyrateur de corps solides à la surface des liquides est connu depuis longtemps. Le premier cas observé paraît avoir été celui du camphre sur l'eau. *Frankenheim*<sup>1</sup> signale outre le mouvement du camphre sur l'eau et le mercure, celui du phosphore, de l'iode, du nitrate de mercure, du nitrate de cuivre et de l'acide benzoïque sur le mercure froid, des métaux très fusibles sur le mercure chaud.

MM. Matteucci<sup>2</sup>, P. Du Bois-Reymond<sup>3</sup>, Dutrochet<sup>4</sup>, B. Prévost<sup>5</sup>, Venturi<sup>6</sup> et Joly<sup>7</sup> ont fait de ce phénomène une étude spéciale, mais ne sont point d'accord sur la cause qui le produit.

La première question qui se pose est celle de savoir quels sont les corps qui présentent le phénomène de gyration. M. Weber a opéré presque exclusivement sur

<sup>1</sup> *Frankenheim, M. L., Lehre von der Cohäsion.* 1835.

<sup>2</sup> *Matteucci, Annali delle scienze del Regno Lombard-Ven.* 1833. III, p. 194.

<sup>3</sup> *P. Du Bois-Reymond, Poggendorff's Annalen,* CIV, p. 193.

<sup>4</sup> *Dutrochet, Comptes Rendus* des 4, 11 et 18 janvier 1841.

<sup>5</sup> *B. Prévost, Annales de chimie,* t. 21.

<sup>6</sup> *Venturi, Annales de chimie,* t. 21.

<sup>7</sup> *N. Joly, La Nature,* 1884.

des sels d'aniline et des couleurs dérivées du goudron de houille ; le liquide employé a été l'eau dans la plupart des cas.

L'appareil et la méthode d'observation sont des plus simples :

Pour une première observation générale du phénomène, on prend une assiette en porcelaine blanche, dans laquelle on dispose une couche de liquide plus ou moins épaisse sur la surface de laquelle on projette une ou plusieurs particules du corps servant à l'étude. Pour mieux voir les détails du mouvement, M. Weber projetait le phénomène sur un écran, avec un grossissement linéaire d'environ quarante. Dans ce cas, le vase qui contenait le liquide et le solide à étudier était formé par une plaque de verre sur laquelle était collé un anneau en métal ayant environ un centimètre de hauteur. Ces projections se faisaient ordinairement avec la lumière du soleil et ce sont elles qui ont le mieux révélé la nature et la cause du phénomène. Celui-ci affecte deux types différents, course rapide en divers sens avec mouvement de rotation et étalage de la substance à la surface du liquide.

Le tableau qui suit donne une liste des principales substances reconnues comme possédant cette propriété. Une vingtaine d'autres substances analogues ont été soumises au même examen.

Les substances employées provenaient des deux fabriques de couleurs d'aniline et de produits dérivés du goudron de houille de MM. Bindschedler, Büsch et C°, à Bâle, et de M. J.-R. Geigy, à Bâle.

NOM, COMPOSITION	SOLUBILITÉ	CRISTALLISATION	MOUVEMENT GYRATOIRE			MOUVEMENT D'ÉTALAGE
			DOMAINE	VITESSE	DURÉE	
Chlorhydrate d'aniline.....	très grande	feuilles	grand	très grande	grande	
Sulfate d'aniline.....	petite	aiguilles	Id.	petite	moyenne	
Vert solide, sel double de zinc.....	moyenne	colonnes	Id.	grande	grande	
Vert solide BB, sel double de zinc, pré- paré avec du benzaldéhyde chloré....	petite	grains très petits	moyen	moyenne	petite	
Vert solide, oxalate.....	très grande	feuilles minces	grand	très grande	Id.	
Vert solide, dérivé éthylique, sulfate....	grande	grains très petits	moyen	Id.	Id.	
Vert de méthyle, sel double de zinc.....	Id.	gr. tr. pet. imparf.	quelq. grains	moyenne		
Vert de méthyle, cristaux bruns.....	Id.	grains et colonnes	moyen	grande		rapide et grand
Violet 5 B, benzylisé, en poudre .....	faible	amorphe	petit	petite		
Violet 5 B, benzylisé.....	grande	aiguilles	moyen	moyenne	grande	
Violet 5 B, non benzylisé.....	Id.	gr. et col. imparf.	grand	grande	Id.	
Violet B, sel double de zinc.....	moyenne	grains très petits	petit	petite	petite	
Violet de méthyle B, en morceaux .....	Id.	cassure concoïde	grand	moyenne	grande	lent et peu étendu
Violet hexaméthylé, chlorhydrate.....	très grande	aiguilles	Id.	grande	Id.	
Violet hexaméthylé, chlorhydrate .....	grande	imparf. (fondu)	petit	petite	petite	
Violet 6 B, chlorhydrate.....	très grande	Id.	moyen	Id.	Id.	
Violet B, chlorhydrate .....	grande	imparfaite	grand	moyenne	moyenne	rap. p'r la partie non cristal.
Safranine.....	Id.	amorphe	petit	très petite	petite	grand en étendue et vitesse
Orangé <sup>1</sup> .....	Id.	Id.	très petit	Id.	Id.	énergique
Orangé N .....	très petite	pet. feuil. minces	petit	petite	Id.	faible et peu étendu
Auramine .....	grande	grandes feuilles	grand	grande	grande	
Bleu de méthylène, chlorhydrate.....	très lente	amorphe		nulle		guère
Bleu alcalin 2 B, sel sodique <sup>2</sup> de l'acide sulfoconjugué .....	très petite	cassure concoïde	petit	petite	Id.	petit

Bleu de rosaniline <sup>3</sup> .....	grande moyenne lente	grains très petits grains très petits .	petit moyen quelqu. crist.	petite grande Id.	petite grande petite	lent
Chlorhydrate de monométhyl rosaniline.	grande Id.	cristaux cassés très petits	petit grand	faible grande	Id. moyenne	faible
Ethyléosine. ....	petite grande	imparfaite amorphe très petits Id.	moyen quelq. partic. petit	moyenne grande	petite courte moyenne	rapide
Safrosine <sup>4</sup> , sel sodique de la nitro-bromo-fluorescéine. ....	très grande Id.	amorphe				rapide
Diméthylphényle safranine .....	faible	Id.				énergique
Sel potassique de la tétrabromorésorcine-chlorphthaline.....	moyenne grande	Id.				rapide
Sel potassique de l'éosine .....	très grande	amorphe				Id.
Vert dér. de la para-nitro-benz-aldéhyde <sup>5</sup> .	Id.	Id.				Id.
Chrysoïdine, chlorhydrate.....	Id.	Id.				Id.
Orangé acidé, sel sodique de l'acide sulfo-conjugué. N° 19.....	Id.	Id.				énergique
Phosphine, azotate.....	Id.	Id.				faible
Crocéine 3 B, sel sod. de l'ac. sulfoconj.	Id.	Id.				lent
Ponceau RR.....	Id.	Id.				rapide
Purpurine .....	faible	Id.				faible
Chlorydr. de tétra méthyl para rosaniline.	Id.	Id.				Id.
Sel potassique du vert Helvetia.....	moyenne	Id.				rapide
Sulfate de diamido triphénilmétane.....	petite	Id.				faible
Sel potassique de la méthyléosine .....	très petite	très petite		nulle		

<sup>1</sup> Parfois il se trouve une agglomération qui se dissout de plusieurs côtés et présente alors un phénomène rappelant les polypes.

<sup>2</sup> Cette substance se dissout lentement par une série de petites explosions, et révèle de cette façon la cause du mouvement gyrate.

<sup>3</sup> Le mouvement est dû à des cristaux de nature étrangère.

<sup>4</sup> Les « polypes » du N° 19 se retrouvent plus prononcés.

<sup>5</sup> Le mouvement de cristaux présente un aspect tout différent de celui du « vert solide. »

En ce qui concerne l'influence de la constitution du corps, l'examen des corps énumérés nous apprend que *ce sont les corps cristallisés qui donnent le phénomène d'un mouvement de gyration rapide ; que les corps à structure cristalline ont le mouvement de gyration et d'étalage, et que les corps non cristallisés ne font que s'étendre.*

Si l'on réduit le chlorhydrate d'aniline en poudre fine, en broyant les cristaux, et si l'on met de cette poudre sur la surface de l'eau, on retrouve le phénomène de gyration comme pour les cristaux, à cette différence près que cette fois le phénomène ne dure qu'un instant.

Le vert solide, en feuilles, n° 5, qui a un mouvement de gyration de grande vitesse et de grande durée, ne présente plus ce phénomène que pour quelques petites particules, le reste donnant le phénomène d'étalage, dès que ce corps est pulvérisé, c'est-à-dire dès qu'il est dans un état très imparfait de cristallisation. Un même corps a un mouvement gyratoire d'autant plus rapide qu'il est plus parfaitement cristallisé. Comme exemple, on peut citer le « vert solide » n°s 4 et 5 ; le « violet 5 B, » n°s 9, 10 et 11 ; le « violet hexaméthylique, » n°s 14 et 15.

Pour se rendre un compte plus exact de l'influence et de l'importance de cette constitution, M. Weber a entrepris une série d'expériences avec des cristaux de grande dimension. Son étude a porté sur l'influence des différentes faces naturelles du cristal et de ses sections artificielles, sur la question de savoir si la solubilité des cristaux est différente suivant les axes du cristal.

Pour savoir si les différentes faces et sections d'un cristal sont inégalement dissoutes par l'eau, l'auteur a fait quelques essais avec le ferrocyanure de potassium.

En exposant une surface d'environ 6 cm<sup>2</sup>, *clivée* parallèlement aux axes égaux, la quantité de sel dissoute par

centimètre carré et par minute a été de 9,2 milligr. Cette quantité est la moyenne des trois quantités 9,2 mg., 8,5 mg., et 9,8 milligrammes.

Une autre face, *artificielle* et taillée avec une lime parallèlement à la face naturelle du cristal, cérait à l'eau, pour les mêmes unités, un poids de 19 milligrammes.

Une troisième face, *naturelle, face du cristal*, présentait à l'eau environ  $1 \text{ cm}^2$ , 4 et cérait à celle-ci en moyenne par centimètre carré et par minute, 17 mg., 9. Les quatre quantités, dont celle-ci est la moyenne, montrent en outre, comme les précédentes, que la quantité de sel dissoute par minute est d'autant plus grande que le cristal est exposé plus longtemps à l'effet du dissolvant. Ce fait est facile à comprendre quand on observe que les faces deviennent de plus en plus irrégulières, à mesure que la solution se prolonge.

Les trois quantités moyennes de 9 mg., 2, de 17 mg., 9 et de 19 mg. correspondant aux faces clivée, naturelle et artificielle, nous prouvent assez que *la solubilité est différente suivant les différentes faces d'un cristal*.

Les figures de solubilité étudiées par F. Exner<sup>1</sup>, ainsi que les expériences faites par Lavizzari<sup>2</sup>, en exposant les faces de spath calcaire à l'action de l'acide azotique concentré, conduisent au même résultat.

Une différence de solubilité dans les divers points des substances colorantes cristallisées et non cristallisées peut en outre provenir d'une très faible couche de résine qui s'y est déposée, reste de substances résineuses que la fabrication en grand ne peut guère enlever. Une pareille

<sup>1</sup> F. Exner, *Akademie der Wissenschaften*. Wien, B. LXIX. 1874.

<sup>2</sup> Lavizzari, *Nouveaux phénomènes des corps cristallisés*. Lugano, 1865.

couche se trouve en effet sur la plupart des corps énumérés qui, sont tous purs au point de vue de la technique.

La question qui se présente ensuite le plus naturellement, c'est celle de savoir quelle est l'influence du liquide sur lequel les cristaux se meuvent et sur le mouvement lui-même. En examinant toujours le vert solide (oxalate), M. Weber a obtenu les résultats suivants :

1<sup>o</sup> Sur l'*eau*, le mouvement est énergique et de longue durée; la solubilité est grande.

2<sup>o</sup> Sur l'*alcool*, le mouvement est nul, la solubilité est très grande, le corps tombe sans arrêt à travers la surface dans l'intérieur du liquide.

3<sup>o</sup> Sur l'*éther sulfurique*, ce ne sont que les toutes petites particules qui se meuvent, et encore le mouvement n'est que de courte durée et peu énergique. La plupart des particules traversent immédiatement la surface. La solubilité est minime et lente.

4<sup>o</sup> Le *sulfure de carbone* permet un mouvement oscillatoire au sein du liquide pour autant que le corps tombe; mais ce mouvement est évidemment dû à la forme (feuilles) du cristal. La solubilité est nulle.

5<sup>o</sup> *Benzine*. Point de mouvement; solubilité nulle.

6<sup>o</sup> *Essence de térebenthine*. Pas de mouvement; solubilité minime.

7<sup>o</sup> *Huile d'olive*. De même.

8<sup>o</sup> La *fuchsine* dans l'*alcool* ne donne point de mouvement; la solubilité est très grande; point d'arrêt à la surface.

*Le mouvement ne semble donc avoir lieu que quand le corps est soluble dans le liquide et que la tension superficielle du liquide est assez grande pour retenir le corps.*

On obtient, par les essais mêmes, une solution de plus en plus concentrée du corps qui se meut à la surface. Il

suffit que cette solution soit très peu concentrée pour que le mouvement gyratoire devienne de plus en plus faible et qu'il finisse par s'arrêter complètement.

Dans une solution concentrée de sel de cuisine, le mouvement du « vert solide » est très lent. La solubilité est beaucoup plus petite que dans l'eau. On voit presque chaque molécule du corps se séparer du corps principal. La séparation est tellement violente qu'on croit voir des explosions. Les deux parties du corps se meuvent en sens opposés. Sous cette forme de l'expérience, il est facile de reconnaître que la solution a lieu du côté opposé à celui où le corps se dirige. Pour aviver ce mouvement, on n'a qu'à se servir d'une solution non concentrée.

Ce mouvement pulsateur, qui révèle, à ce qu'il semble, la seule cause du mouvement gyratoire, se retrouve dans les deux substances peu solubles du « bleu alcalin 3 B » et du « bleu de rosaniline. » A l'œil nu et sans grossissement, on peut suivre le mouvement des petits morceaux, le moment où quelques petites particules s'en détachent d'un côté ou de l'autre, et le rapport approximatif des masses et des vitesses relatives.

Dans un mélange non homogène, non agité d'eau et d'une solution concentrée de sel de cuisine, le phénomène est moins énergique et, pour cette raison, plus instructif. Au moment même où le corps arrive à la surface, on voit (et surtout en projection) le mélange de sel et d'eau s'effectuer à l'aide de mouvements qui ont lieu au sein même du liquide. Des stries colorées, séparées par des couches transparentes, partent du point où se trouve le corps. Ces stries sont le plus minces du côté du corps; elles sont mieux développées et plus stables quand le corps lui-même reste en place, collé ou retenu contre la paroi du vase, par exemple. Dans cette position, on

voit ensuite l'eau du fond se mouvoir contre le corps, s'approcher plus vivement de lui, pour partir ensuite le long de la surface dans une direction quelconque. Le sens de ces courants de liquide est donc de l'intérieur vers la surface et le long de celle-ci.

Une augmentation de l'énergie avec laquelle le dissolvant attaque le corps semble devoir augmenter la vitesse du mouvement gyratoire. En effet, le tétraméthyl-diamido-triphénylméthane (Leukobase) n'a qu'une vitesse faible pour autant qu'elle se trouve sur l'eau, mais dès qu'on ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique à cette eau, le mouvement devient plus rapide.

La nature de la surface, la tension superficielle du liquide, doit être de la plus grande importance pour le phénomène que nous étudions. Nous avons déjà vu que le mouvement gyratoire s'arrête dès qu'une quantité relativement petite se trouve en solution à la surface du liquide. Cette quantité aura très probablement modifié les propriétés de la surface. Le fait que le liquide mouille de plus en plus le corps à mesure qu'il se dissout agit aussi dans le sens d'une modification de la tension superficielle.

On reconnaît du reste facilement que la petite quantité de matière colorante, suffisante pour ne plus permettre le mouvement gyratoire, est également suffisante pour changer l'adhésion.

De ces observations, M. Weber déduit l'explication du phénomène de gyration des petits corps solides à la surface des liquides.

Il voit la cause du mouvement à la fois dans *la constitution des corps, et dans le pouvoir dissolvant que le liquide exerce sur eux.*

Le liquide attaque et dissout le corps avec des intensités différentes sur les diverses faces. Cette solution ne

s'opère pas paisiblement; mais, au contraire, avec une grande rapidité, de sorte qu'en certains points l'équilibre moléculaire du solide est altéré sous l'influence des forces moléculaires (chimiques) du liquide. Cette destruction de l'équilibre, comparable à celle qui se produit dans les « larmes bataviques, » entraîne une petite explosion, qui projette la masse principale du corps dans une direction opposée à celle dans laquelle s'éloignent les plus petites particules.

« En se mouvant, le corps se dissout en arrière surtout. » Les lois de la mécanique nous apprennent que les vitesses du mouvement des parties projetées sont inversement proportionnelles à leurs masses et proportionnelles à la force explosive. Un même solide en mouvement à la surface d'un même liquide donnera naissance à des forces explosives égales; les plus petites particules seront détachées et séparées par des forces égales en quantités sensiblement égales; la réaction sur le corps principal produira pour celui-ci une vitesse d'autant plus grande qu'il sera plus petit. L'énergie potentielle, donnant lieu aux explosions, est variable d'une substance à une autre.

Les différentes formes de trajectoire s'expliquent par la variation du point d'application de la force explosive (le centre de solubilité) et par des directions différentes de cette force par rapport au centre de gravité du corps, soit à la forme du corps. Le changement de direction dans le mouvement est la conséquence d'un changement du centre de solubilité ou d'un changement dans l'intensité relative des différents centres qui existent à la fois.

Pour ce qui est du cas particulier du camphre, il se meut à la surface de l'eau avec une vitesse assez grande et pendant un temps relativement très long. La direction

n'a rien de fixe ; la vitesse est inversement proportionnelle à la grandeur du morceau qui se meut. Le mouvement s'arrête assez vite si la surface de l'eau est petite, et plus vite encore si l'on couvre le vase avec une plaque de verre, par exemple. Mais ce qui distingue le camphre des corps dérivés du goudron de houille, c'est qu'il conserve son mouvement gyratoire sur le mercure. Ici, il est vrai, il n'est que très faible et d'une très courte durée. Le camphre, de structure cristalline, est peu soluble dans l'eau (une partie dans cent parties d'eau) et s'évapore dans l'air.

Sur un mélange d'eau et d'alcool, le mouvement du camphre est plus rapide qu'il ne l'est sur l'eau pure.

Si l'on ajoute à l'eau un tiers ou un quart d'une solution concentrée de sel de cuisine, sans en faire un mélange homogène, et si l'on y ajoute ensuite une substance colorante, « vert solide, » on reconnaît facilement quel est l'effet du camphre. La substance colorante dissoute ou non dissoute est déplacée par le camphre ; elle s'éloigne de celui-ci ; au contraire, depuis le bas de l'intérieur du liquide on voit l'eau et la substance colorante s'approcher du camphre. Ainsi, il se forme des courants continus, partant tous du morceau de camphre. Le camphre même se meut sur l'eau dans une direction opposée à celle du courant. En général, le mouvement du camphre sur l'eau présente les mêmes phénomènes que, par exemple, celui du « vert solide. » La cause du mouvement sera analogue à celle que nous connaissons pour le vert solide.

Sans avoir pu pousser jusqu'au bout la vérification de ces faits, M. Weber pense donc qu'une partie du camphre, en contact avec l'eau, se dissout à la surface de l'eau, s'y étale, soit par adhésion, soit par répulsion, et entraîne la partie de l'eau qui est à la surface ; la

partie solide se transporte du côté opposé. Plus l'étalage du camphre liquide sur l'eau est rapide, plus le mouvement du solide le sera aussi. En empêchant l'évaporation de la couche de camphre liquide, on empêche une nouvelle quantité de se détacher du solide, l'eau n'ayant plus de prise sur lui; c'est-à-dire que si l'on couvre le vase, le mouvement se ralentit.

Pour expliquer le très faible mouvement du camphre sur le mercure, on peut admettre la formation d'une couche mince de camphre liquide sur une étendue restreinte, formée soit par condensation seulement, soit par condensation et dissolution.

M. le professeur KUNDT fait une seconde communication et traite cette fois *de la double réfraction des liquides dans le champ électrique*. Il rappelle tout d'abord la découverte de M. Kerr relative à la double réfraction des liquides électrisés et expose les différentes hypothèses à l'aide desquelles on peut chercher à l'expliquer. Il entreprend ensuite de démontrer qu'elle peut-être interprétée comme résultante de toutes les doubles réfractions produites dans le liquide par les mouvements qui naissent dans son sein pendant qu'il est électrisé. Ces mouvements consistent essentiellement en un va - et - vient entre les deux plaques métalliques servant à électriser le liquide. Par suite du frottement intérieur du liquide celui-ci devient anisotrope en ses différents points. Les axes de la double réfraction qui se produit alors se trouvent en chaque point à  $45^\circ$  de la direction du mouvement. Mais l'ensemble des particules liquides anisotropes traversé par les rayons lumineux dans l'expérience de Kerr donne, comme le montre l'auteur, une double réfraction dont les axes correspondent à la direction génér-

rale du mouvement et lui sont perpendiculaires. L'auteur voit une preuve en faveur de son interprétation dans ce fait que la double réfraction électrique ne s'observe que dans les liquides et pas dans les solides, et de plus dans cet autre fait, reconnu par M. Röntgen, que les phénomènes optiques observés entre deux prismes de Nicol croisés, dans un liquide électrisé, peuvent être notablement modifiés par l'intervention d'un jet liquide latéral.

### Géologie.

*Président : M. le professeur Alph. FAVRE.  
Secrétaire : M. Édouard Greppin.*

M. le professeur HEIM traite dans la première assemblée générale *des conditions climatériques du phénomène des glaciers*. En les comparant dans les différentes régions de notre globe, il en résulte que l'humidité a une influence bien plus grande pour la formation des glaciers qu'un froid très intense. Les zones arctiques n'ont des glaciers que dans les régions frappées par des courants chauds.

La région des neiges est une zone climatérique, qui a une limite inférieure et qui n'est pas répandue sur toute la surface de la terre; dans l'Amérique du Sud nous la rencontrons à une hauteur où la température moyenne de l'année est de 3°, tandis que dans les régions du nord elle n'existe pas à celle de — 16°.

A la première assemblée générale, M. A. FAVRE démontre la *Carte du phénomène erratique et des anciens*