

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: 77 (1894)

Vereinsnachrichten: Mathématiques, physique et chimie

Autor: [s.n.]

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: 13.04.2026

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

Sur l'invitation de la Société murithienne du Valais, acceptée par acclamations, la prochaine session de la Société helvétique des Sciences naturelles aura lieu en 1895 à Zermatt. Nul doute que les membres de la Société se feront un devoir et un plaisir d'accourir nombreux à un pareil rendez-vous.

Nous allons rendre compte maintenant des travaux présentés dans le cours de cette session en les classant suivant les branches de la science auxquels ils se rapportent.

Mathématiques, Physique et Chimie.

Président : M. le D^r HAGENBACH-BISCHOFF, prof. à Bâle.

Secrétaire : M. le D^r GRAF, prof. à Berne.

D^r Gysel. Détermination du centre de gravité d'un polygone plan homogène. — D^r Amsler-Laffon. L'alpengluhen. — D^r Kleiner. Thermoélectricité de quelques nouvelles combinaisons métalliques. — Kleiner. Sur une propriété remarquable d'un diélectrique. — Raoul Pietet. Rayonnement à basses températures et applications à la thérapeutique. — G. W. A. Kahlbaum. Mesure des tensions de vapeurs du benzène et de quelques dérivés. — Alf. Amsler. Instrument pour la mesure des vitesses de rotation. — F.-A. Forel. La fata-morgana. — Margot. Curieux phénomène d'adhérence au verre de l'aluminium et de quelques autres métaux. — H.-F. Weber. Température à laquelle les corps commencent à émettre de la lumière. — Guillaume. Même sujet. — F. Cornu. Observations des protubérances solaires. — D^r Huber. Extension du spectre ultra-violet par la photographie. — D^r de Kowalski. Dispersion d'électricité par les rayons cathodiques. — Billwiller. Les vents des vallées. — Ed. Hagenbach-Bischoff. Observations nouvelles d'électricité. — Billeter. Exposé de l'état actuel de nos connaissances sur les dissolutions. — D^r Schumacher-Kopp. Nitroglycérine projetée sur une plaque métallique chauffée au rouge.

M. le D^r J. GYSEL communique à la section les résultats d'une étude géométrique sur la *construction du centre de gravité d'un polygone plan homogène.*

Étant donné un polygone plan A_1, A_2, \dots, A_n , on se propose de construire — avec la règle et l'équerre seulement — les points M'_1, M'_2, \dots, M'_n , qui correspondent aux milieux M_1, M_2, \dots, M_n des côtés, de telle manière que les droites joignant respectivement ces points, c'est-à-dire $M_1M'_1, M_2M'_2, \dots, M_nM'_n$, passent par le centre de gravité G du polygone et s'y coupent dans le rapport constant $1 : 2$.

Si par chacun des points ainsi déterminés, M'_1, M'_2, \dots, M'_n , on mène une parallèle au côté du polygone dont le milieu correspond à ce point, on forme un second polygone A'_1, A'_2, \dots, A'_n semblable au premier dans le rapport $2 : 1$ et avec le centre de gravité G pour point de similitude intérieur.

I. Dans ce qui suit il ne sera en général, pour abrégé, question que de l'un des points M' . Le point de départ de cette étude est la propriété connue que, dans le cas du triangle, M'_1 coïncide avec A_3 , M'_2 avec A_1 et M'_3 avec A_2 .

(Pl. IV, fig. 1). Soient A_1, A_2, A_3, A_4 quatre sommets successifs du polygone à n sommets, de plus soient B' et C' les points correspondant de la façon indiquée aux milieux B et C des diagonales A_1A_3 et A_2A_4 relativement au centre de gravité du polygone à $n-1$ sommets déterminé par la diagonale respective. On voit que M'_2 , qui est le point correspondant au milieu M_2 du côté A_2A_3 relativement au centre de gravité G du polygone à n sommets, est le point d'intersection de la parallèle à A_3C' menée par A_4 et de la parallèle à A_2B' menée par A_1 .

Dans le cas d'un quadrilatère A_1, A_2, A_3, A_4 , B' coïncide avec A_4 et C' avec A_1 et par conséquent M'_2 est le point d'intersection des parallèles aux diagonales menées respectivement par A_4 et par A_1 .

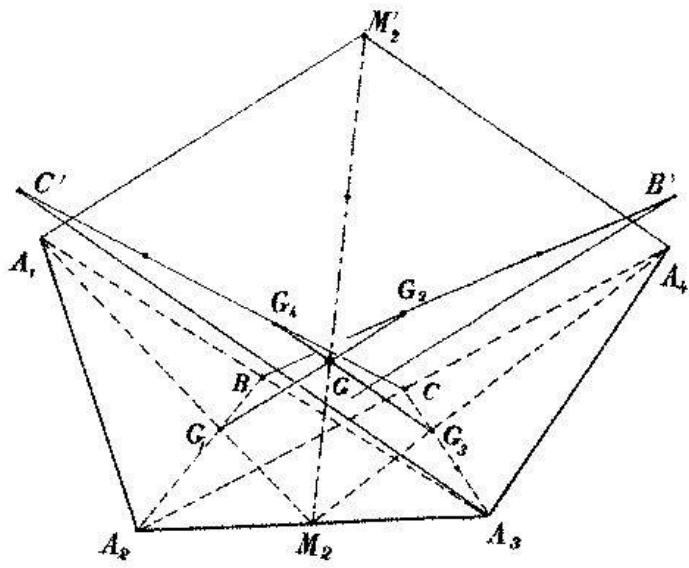


Fig. 1

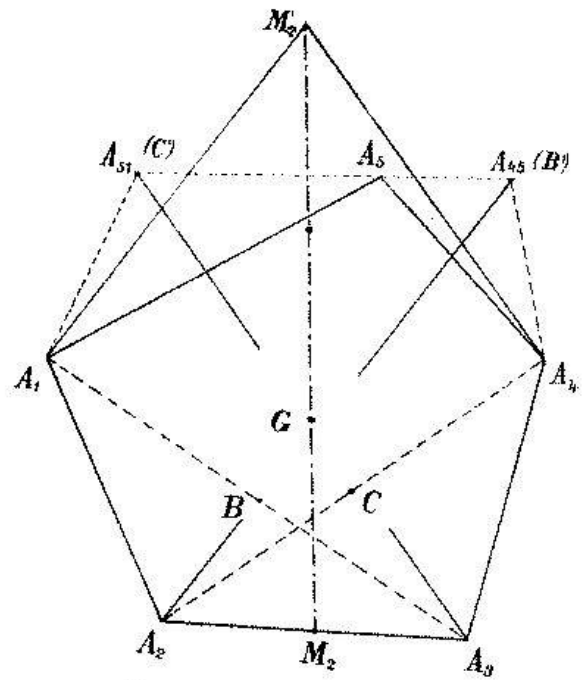


Fig. 2

Fig. 3.

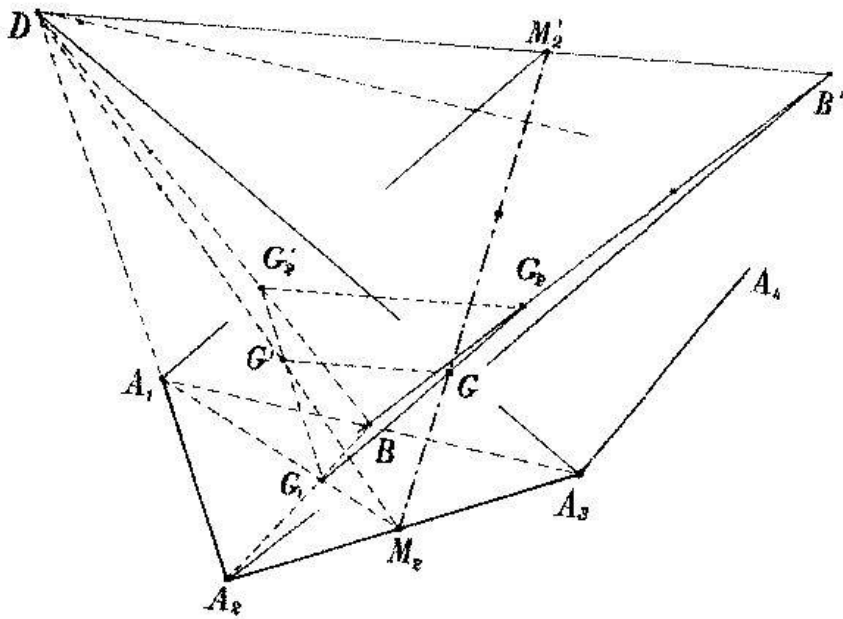
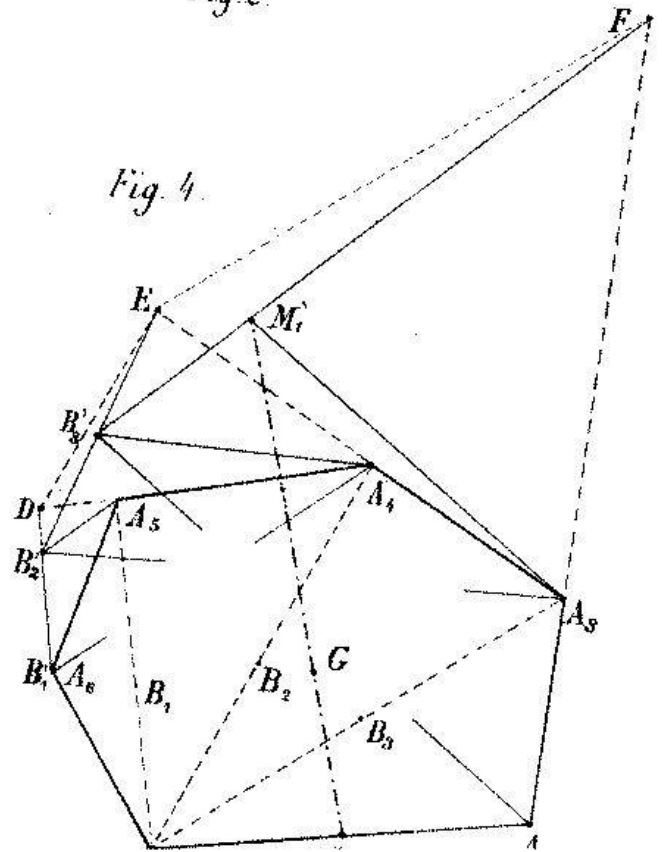


Fig. 4.



*Si donc on mène par les sommets d'un quadrilatère des parallèles aux diagonales on obtient un parallélogramme circonscrit dont les sommets sont les points M'_1, M'_2, M'_3, M'_4 .*¹

(Pl. IV, fig. 2). Pour un pentagone il faut en premier lieu mener par chaque sommet la parallèle à la diagonale qui détache ce sommet, ce qui donne les points $A_{1,2}, A_{2,3}, A_{3,4}, A_{4,5}, A_{5,1}$. Ensuite, vu que B' coïncide avec $A_{4,5}$ et C' avec $A_{5,1}$, on mène par A_1 la parallèle à $A_2A_{4,5}$ et par A_4 celle à $A_3A_{5,1}$, ce qui détermine le point M'_2 par leur intersection.

Nous renonçons ici à continuer l'étude sur l'hexagone, etc.

II. On peut encore déterminer M'_2 d'une autre manière.

(Pl. IV, fig. 3). Soit dans la fig. 1 le polygone à $n-1$ sommets obtenu par A_1A_3 transformé en un triangle équivalent A_1A_3D tel que le sommet D , se trouve sur le prolongement de A_1A_2 . On montre aisément que le point M'_2 doit être situé sur la droite $B'D$.

La même transformation peut se faire pour le polygone à $n-1$ sommets relatifs à A_2A_4 , et on obtient une seconde droite $C'E$ sur laquelle se trouve également M'_2 .

Pour le quadrilatère cette construction du point M'_2 est conforme à celle donnée dans I. On verra sans difficulté comment on y parvient dans le cas du pentagone.

III. Il s'agit de trouver *le plus rapidement possible* le centre de gravité G d'un polygone; le procédé le plus direct pour obtenir un point M' , par exemple M'_1 , est le suivant, en combinant les résultats de I et II et en prenant pour base un hexagone.

(Pl. IV, fig. 4). On mène en premier lieu les diagonales

¹ Voir E. Henry, *Revue scientifi.* T. XLVII, 1891, p. 731.

A_1A_3 , A_1A_4 , A_1A_5 , dont les milieux sont B_1 , B_2 , B_3 . Puis on transforme par les parallèles à ces diagonales, A_6D , DE et EF , le polygone en un triangle équivalent A_1A_2F . En menant par A_5 une parallèle à A_1A_6 , son intersection avec A_6D donne le point B'_1 . Le point B'_2 se trouve sur B'_1E et sur la parallèle à $A_3B'_1$ menée par A_4 , et enfin M'_1 sur B'_2F et sur la parallèle à $A_2B'_2$ menée par A_3 .

On obtient G en divisant en trois $M_1M'_1$, et on pourrait le faire sans compas par l'emploi des points A'_1 et A'_2 .

Les points auxiliaires B'_1 ou A_6 , B'_2 et B'_3 correspondent évidemment aux points B_1 , B_2 et B_3 relativement aux centres de gravité des surfaces $A_1A_5A_6$, $A_1A_4A_5A_6$ et $A_1A_3A_4A_5A_6$.

Par cette construction le nombre des opérations croît, contrairement au procédé usuel, toujours d'une même quantité, lorsque celui des sommets du polygone augmente de 1, et elle est aussi applicable aux polygones à angles rentrants.

On ne peut ici développer davantage ces considérations sur les rapports de position, qui se présenteraient en continuant l'étude.

M. le Dr J. AMSLER-LAFFON a fait à la seconde assemblée générale une communication sur *la coloration des Alpes au coucher du soleil*.

Par un temps clair les sommets des hautes Alpes prennent au coucher du soleil une belle teinte rose, laquelle, après extinction, peut, quand l'atmosphère est calme, reparaitre une seconde fois, souvent même une troisième. C'est là le phénomène désigné en allemand par l'expression « *Alpenglühen* ».

La coloration rougeâtre a reçu déjà mainte explication,

il n'en a pas été de même de la répétition du phénomène. M. Amsler en donne l'interprétation en se basant sur les phases diverses par lesquelles passent au moment du coucher du soleil la température de l'air et son état hygrométrique, partant de la réfrangibilité des différentes couches de l'atmosphère que traversent les derniers rayons solaires.

Par un temps calme et un ciel serein, la température, aussi bien que l'humidité de l'air, décroît avec la hauteur au-dessus du sol, ce qui entraîne pour les couches d'air superposées une croissance de leur indice de réfraction de bas en haut. D'après des lois connues les rayons du soleil, peu avant le coucher, ne suivront donc pas une ligne droite, mais une courbe dont la concavité est tournée vers le haut. Par suite de cette incurvation les rayons émanant du soleil n'arriveront plus à atteindre les hauts sommets à un moment cependant où pour ceux-ci cet astre est encore en réalité au-dessus de l'horizon. C'est là ce qui met fin à la première coloration.

Mais les couches inférieures de l'atmosphère qui ne sont plus traversées par les rayons solaires se refroidissent. Ce refroidissement gagnant de proche en proche et de bas en haut atteint les régions traversées par les rayons solaires et y ramène une réfrangibilité à peu près constante ou même de sens inverse à ce qu'elle était tout à l'heure. Du même coup les trajectoires des rayons solaires changent et redeviennent rectilignes ou même incurvées vers le bas. Il se produit alors à la base des hautes cimes un retour de coloration qui s'étend rapidement vers le haut, pour disparaître ensuite avec une position plus basse du soleil (seconde coloration).

Enfin l'air des couches voisines du sol resté plus

chaud, partant plus léger, malgré un refroidissement partiel, pourra arriver dans des régions plus élevées de l'atmosphère, et y produire un abaissement de l'indice de réfraction tel que les rayons solaires soient fortement incurvés vers le bas et arrivent de nouveau à atteindre les sommets neigeux (troisième coloration).

Souvent ces deux dernières phases se confondent en une seule et l'on n'observe qu'une double coloration.

M. Amsler trouve la confirmation de son interprétation dans des observations sur la coloration des Alpes faites par M. le prof. Rodolphe Wolf depuis Berne, par M. le pasteur Dumermuth depuis le Beatenberg et par lui-même de diverses stations. L'étude attentive du phénomène depuis un point suffisamment rapproché permet en effet de suivre très nettement le développement des trois phases qui viennent d'être décrites.

A. KLEINER. *Sur la thermoélectricité de quelques nouvelles combinaisons métalliques.*

Parmi les nouveaux alliages récemment découverts, le constantane, le manganine et le thermotane ont été employés comme fils de résistance grâce à leurs grandes résistances spécifiques et au peu de variation que subissent ces résistances quand la température varie. L'auteur a étudié la thermoélectricité entre ces alliages d'une part et une grande quantité d'autres métaux d'autre part ; il a étudié en même temps la variation de cette thermoélectricité en fonction des différences de température entre les soudures.

Pour la détermination des températures, l'auteur a employé pour la soudure chaude un bain d'huile porté successivement à 360° et un thermomètre à mercure. La

soudure froide était maintenue à la température constante de la chambre. Pour chaque mesure on s'assurait que la sensibilité du galvanomètre mesurant les courants thermoélectriques fût constante afin que les mesures prises dans le courant d'un semestre fussent comparables.

Les résultats de ces mesures ont été traduits par des courbes dans lesquelles les abscisses représentaient les différences de température des soudures et les ordonnées les déviations galvanométriques correspondant aux courants engendrés. Les courbes pour lesquelles l'un des métaux est le constantane montrent une allure remarquablement régulière. Elles sont presque parallèles et présentent une convexité contre l'axe des abscisses sans inflexion, tout au moins jusqu'à la température de 360° pour la soudure chaude. Des couples du constantane avec antimoine, fer, cuivre, laiton, aluminium, platine, thermotane, manganine, argent, zinc, nickel, palladium, il n'y a que celui avec antimoine et celui avec palladium qui s'écartent de l'allure générale des autres couples, la première de ces courbes présente des forces électromotrices sensiblement plus fortes et la seconde des forces plus faibles que les autres. La courbe constantane-fer est presque une droite. Ce couple convient donc très bien pour la mesure de hautes températures. La force électromotrice de ce couple est de 0,017 volt pour une différence de température de 293° . Le fait que le constantane se trouve dans la série thermoélectrique près du bismuth n'est pas sans importance, si l'on considère la grande inaltérabilité de ce métal sous tous les rapports et surtout à haute température.

A. KLEINER. *Sur une propriété remarquable d'un diélectrique.*

Parmi les isolants solides, la paraffine et la colophane présentent des propriétés excellentes et il serait désirable de pouvoir les employer dans les condensateurs comme diélectriques. On peut obtenir des plaques de ces substances par laminage ou par coulée et les employer comme condensateurs; mais les différentes manipulations que doivent subir ces plaques cassantes pour être recouvertes de métal présentent tant de difficultés, qu'il est très difficile d'obtenir des condensateurs d'une capacité un peu considérable, et il est impossible d'éviter des impuretés dans le sens électrique. Toutefois des condensateurs de ce genre ont donné des temps de charge de une à deux secondes avec de très faibles résidus. Pour obtenir ces condensateurs d'une capacité suffisante et avec de la paraffine aussi pure que possible, on a employé un système de tubes minces concentriques en cuivre maintenus par un châssis d'ébonite de façon que l'intervalle entre deux tubes successifs fût de 2 mm. Les tubes pairs étaient reliés entre eux et avec un fil d'amenée, de même les tubes impairs; tout le système était posé dans un récipient de verre rempli de paraffine fondue, puis placé sous la pompe à vide. On laissait alors la paraffine se solidifier, en ayant soin que la solidification s'effectuât de bas en haut et de l'extérieur à l'intérieur afin d'éviter une déformation du système des conducteurs qu'aurait pu entraîner la forte contraction de la solidification. Un condensateur de ce genre d'une capacité de 0,004 M. F. environ a donné d'abord, comme on pouvait s'y attendre, sous la charge de deux cents petits éléments de Volta, une durée de charge de 1" au plus, de faibles résidus et pas d'indice d'hysté-

résis électrique ; à la décharge par un galvanomètre, celui-ci a donné une déviation de 96 degrés de l'échelle.

Mais après que ce condensateur eut été chargé quelquefois non par les piles mais par un autre condensateur d'une capacité relativement grande de 1 M. F. 4, il se comporta d'une manière différente et très frappante.

En le rechargeant une première fois avec les deux cents piles, la déviation de décharge ne fut que de quelques degrés de l'échelle et il resta un résidu persistant ; mais en renouvelant les charges et décharges les déviations augmentèrent peu à peu et le résidu diminua, de telle sorte qu'après une vingtaine de charges, les propriétés primitives se retrouvèrent, le pouvoir isolant amoindri avait repris toutes ses propriétés premières.

Après quelque temps, le condensateur reperdit ses propriétés, mais les acquit de nouveau à la suite d'une série de charges et de décharges. C'est ainsi qu'on a obtenu successivement les déviations suivantes : 6, 10, 30, 35, 55, 75, 82, 82, 86, 85, 85, 85. Cette propriété du condensateur se montra encore après que la paraffine eut été refondue et persista dans la suite.

Une polarisation renouvelée ou persistante est donc capable d'augmenter considérablement le pouvoir isolant et d'améliorer les propriétés diélectriques.

D'autres condensateurs de paraffine ne montrèrent pas les mêmes propriétés, l'un d'eux chargé à quelques reprises par un gros condensateur a donné une augmentation passagère de capacité de 50 %.

Une action semblable a été observée et publiée pour la première fois par Hertz en 1883 sur un diélectrique liquide, la benzine. Hertz a observé que de la benzine soumise à des charges et décharges ininterrompues pen-

dant 24 heures, de mauvais isolant était devenue un isolant presque parfait; il attribue ce fait à une espèce de purification électrique de la substance. Pour les observations faites sur la paraffine cette amélioration s'est accomplie à la suite de 20 à 30 charges et décharges.

Pour les techniciens qui étudient les résistances de câbles, l'augmentation de la résistance de la gutta-percha sous des charges persistantes est un fait familier, toutefois ces variations sont relativement faibles.

Les observations ci-dessus expliquent une observation exceptionnelle de développement de chaleur par l'effet de polarisations alternantes. Pour des condensateurs de caoutchouc ou de cire à cacheter il a été observé dans des séries successives d'essais que les chaleurs dégagées par l'hystérésis électrique devenaient de plus en plus faibles.

Ceci semblerait coïncider avec la manière d'être ci-dessus décrite de certains diélectriques, il n'en résulte pas toutefois que l'échauffement des diélectriques des condensateurs attribué à l'hystérésis puisse être ramené à la chaleur de Joule.

M. Raoul PICTET rend compte de ses recherches *sur le rayonnement à très basses températures, et ses applications à la thérapeutique.*

Pendant ces trois dernières années nous avons été constamment occupés d'expériences nombreuses faites à basses températures; tantôt en rectifiant et distillant des produits volatils, tantôt en provoquant des synthèses chimiques, autrefois encore en observant les phénomènes de conductibilité électrique, en mesurant les constantes de résistance caractéristique pour chaque métal, ou en déterminant des chaleurs spécifiques, etc., etc., etc. D'une

façon générale chaque fois que le thermomètre indique des températures au-dessous de -70° , nous avons toujours constaté des *anomalies apparentes*, dues évidemment à une *influence spéciale* dont l'action est concommittante avec ces basses températures. Une recherche assidue des causes perturbatrices nous a montré qu'elles proviennent essentiellement du *rayonnement*. Aux basses températures tous les corps, même les métaux, deviennent plus *diathermanes*, se laissant traverser plus facilement par les ondes calorifiques et cet apport d'énergie dans les enceintes refroidies provoque des phénomènes thermiques perturbateurs, variables suivant la nature des enveloppes, l'agitation plus ou moins grande des liquides refroidis, et le degré absolu de la température. La complication de ces phénomènes est extrême, les anomalies observées sont souvent si extraordinaires qu'on pense toujours être victime de quelque erreur d'observation; le doute, l'inquiétude, l'absence de sécurité dans ce domaine nouveau et obscur expliquent le retard apporté à la publication des faits, qui connus depuis longtemps déjà, n'étaient admis jusqu'à ces dernières semaines que sous bénéfice d'inventaire.

Aujourd'hui un ensemble de résultats expérimentaux d'où se dégagent des lois générales, nous amènent à exposer ce chapitre de physique, l'un des plus captivants comme intérêt que nous ayons rencontré sur notre chemin pendant le cours de nos recherches. Nous exposerons d'abord les observations elles-mêmes, puis les expériences faites comme contrôle avec un soin qui paraît défier la critique, enfin nous donnerons une première explication de ces phénomènes appuyée sur de nouvelles expériences contradictoires.

Comme on pourra s'en convaincre aisément, cette étude n'est qu'un premier commencement d'investigations dans le domaine du rayonnement. L'*éther*, ce véhicule de l'énergie, est si peu connu, si peu abordable, qu'il maintient toujours dans toutes les explications où il joue le rôle prépondérant, les mêmes obscurités, les mêmes hésitations scientifiques.

L'étude du rayonnement à basses températures constitue un chemin nouveau pour connaître mieux ce corps hypothétique, c'est une contribution également à l'hystologie intime de la structure moléculaire de la matière pondérable sous ses trois états.

Les Faits.

Bien que nous ayons déjà publié dans divers organes scientifiques : les *Comptes Rendus*, les *Archives des Sciences physiques et naturelles*, etc., certains des faits caractéristiques dont nous avons à parler ici, nous croyons utile de les reproduire et de décrire d'une façon sommaire et précise les documents expérimentaux qui nous servent de base dans ce travail.

Comme il nous paraît absolument certain aujourd'hui, que toutes les expériences à basses températures demandent à être refaites au point de vue des *nombres exacts*, nous donnerons le moins de chiffres possible, renvoyant à une publication ultérieure les valeurs vraies des températures dans chaque cas.

Les nombres que nous donnons sont tous encore frappés d'incertitude, ils expriment seulement les valeurs lues aux thermomètres au moment des expériences.

Ces réserves faites voici d'abord une série de faits observés :

Réchauffement des réfrigérants.

Nous avons commencé par observer *la rapidité* avec laquelle nos réfrigérants de cuivre, contenant les liquides volatils, se réchauffent après qu'on les a refroidis à des températures très basses.

Nous rappellerons ici que dans notre laboratoire de Berlin nous pouvons utiliser pour ces sortes de recherches trois chutes de température.

En évaporant, par l'intermédiaire de puissantes pompes pneumatiques le liquide formé par l'association physico-chimique de l'acide sulfureux anhydre et de l'acide carbonique (liquide Pictet), nous pouvons atteindre la température de -100° à -110° dans des réfrigérants de formes très diverses.

Nous connaissons exactement le poids du cuivre constituant ces divers réfrigérants, ainsi que le poids du liquide volatil qui remplit la double enveloppe de ces appareils.

Tous ces réfrigérants sont construits sur un seul et même type; ce sont deux cylindres concentriques de cuivre de longueur et de diamètre variables suivant les cas.

Le liquide volatil est introduit dans l'enceinte circulaire, cylindrique comprise entre les deux cylindres et dans le cylindre central on place les objets, corps variés, liquides, etc., etc., à refroidir.

Ces cylindres sont tantôt horizontaux, tantôt verticaux; l'enceinte comprise entre les deux cylindres est parfaitement hermétique, le cylindre extérieur venant se souder exactement sur le cylindre intérieur.

Un thermomètre est placé dans une gaine métallique

plongeant jusque vers le milieu du manteau de liquide volatil. La lecture de ce thermomètre se fait sur une graduation placée à 700 millimètres du réservoir, soit au dehors de l'appareil.

On peut donc suivre par les indications du thermomètre placé dans cette gaine métallique les variations moyennes de la température du réfrigérant.

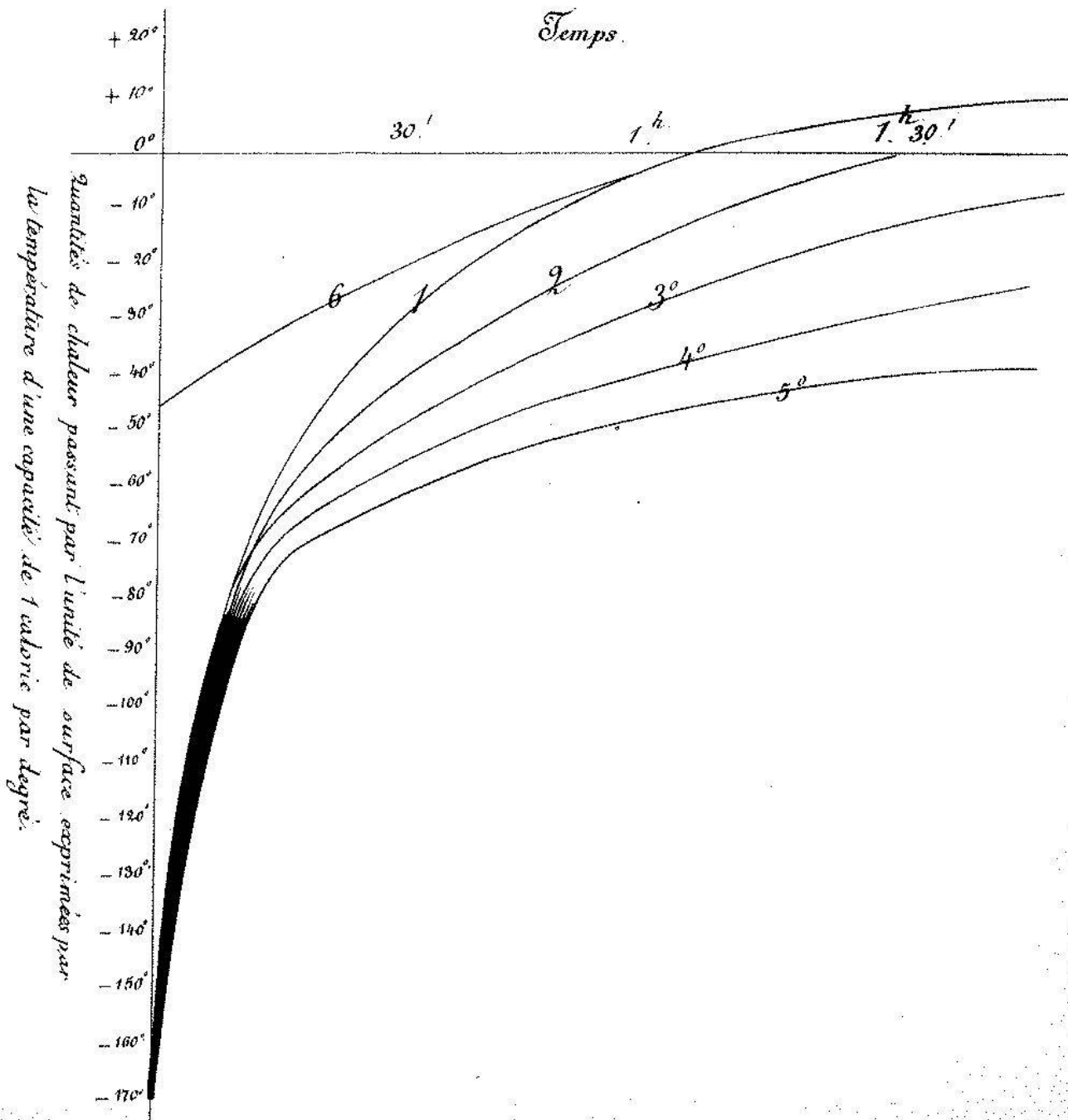
Une petite quantité d'alcool absolu, ou d'éther sulfurique, versée au préalable dans le fond de la pochette métallique qui reçoit le thermomètre, assure un parfait contact entre le réservoir du thermomètre et le liquide volatil, noyant l'autre paroi de la gaine.

Les thermomètres sont très variés comme liquide utilisé dans leur construction.

Nous employons l'alcool éthylique pur, l'éther sulfurique pur, l'alcool méthylique, l'acide sulfureux, etc., etc. Ce sont les thermomètres à alcool et à éther dont nous nous servons ordinairement, après les avoir comparés au thermomètre à hydrogène. Ce dernier est celui qui donne, sous quatre pressions différentes, la température vraie la plus probable. Dans les très basses températures nous faisons quatre lectures du thermomètre à hydrogène sous la pression de deux atmosphères, une atmosphère, $0^{\text{at}},50$ et $0^{\text{at}},1$ et nous constatons par la réduction des résultats à la loi de Mariotte et Gay-Lussac que les quatre observations concordent sans trop d'écart.

Si les variations sont trop grandes et dépassent les limites d'erreurs, compatibles avec ces sortes de recherches, on écarte l'observation.

Après avoir contrôlé ainsi tous les thermomètres à alcool et à éther sulfurique, nous nous servons exclusivement de ces derniers bien plus commodes pour l'usage courant.



Ces préliminaires établis, voici dans quel ordre d'idées nous avons fait nos premières constatations :

Nous voulions nous rendre compte de l'action préservatrice des enveloppes de coton, de bois, de laine, etc., etc., placées autour de nos réfrigérants et qui devaient avoir pour mission de retarder l'action réchauffante de la chaleur ambiante du laboratoire.

Pour opérer d'une façon rationnelle, nous avons défini exactement le poids du cuivre entrant dans la confection de chaque réfrigérant.

De même nous avons pris la mesure de la surface extérieure exposée à l'action de la chaleur et du rayonnement extérieur.

Nous connaissions exactement le poids du liquide volatil introduit dans chaque appareil en ayant soin de les remplir totalement pour chaque série d'expériences.

Réduisant *en eau* la valeur calorimétrique de chaque appareil, nous savions le nombre de calories correspondant à la pénétration de la chaleur dans l'appareil rapporté à l'unité de surface extérieure.

Pour obtenir ces nombres expérimentalement, nous commençons par refroidir le réfrigérant à -100° et -110° , puis nous arrêtons les compresseurs en prenant note du temps. La température se relevait assez rapidement et nous traçons la courbe des températures lues successivement en fonction du temps.

En comparant les courbes ainsi obtenues avec la courbe de Newton, on pouvait se rendre compte des anomalies systématiques dues aux basses températures, celles-ci agissant d'une façon *intrinsèque* sur la marche du phénomène.

Les différentes courbes étaient obtenues ainsi que suit :

1° L'appareil n'était recouvert par aucune substance protectrice.

2° L'appareil était entouré d'une mince couche de déchets de coton, suffisante pour paralyser le dépôt de la couche de givre due à la condensation de la vapeur d'eau sur les surfaces extérieures exposées à l'air du laboratoire.

3° L'appareil était entouré de 10 centimètres d'épaisseur de déchets de coton.

4° L'appareil était enveloppé de 25 centimètres d'épaisseur de déchets de coton.

5° Une enveloppe de 50 centimètres entourait de toutes parts le réfrigérant.

Dans ces quatre dernières expériences, nous avons eu soin de prendre des déchets de coton de même provenance pour ne pas introduire plusieurs variables simultanément dans ces observations.

Chaque fois l'appareil était refroidi à -100° — -110° et ensuite abandonné à lui-même; la température extérieure était soigneusement notée et nous avons expérimenté lorsque la température extérieure restait très sensiblement constante, égale à $+11^{\circ}$.

Les cinq courbes obtenues ont été tracées sur *le temps comme abscisses* et *la quantité de chaleur reçue par l'unité de surface extérieure comme ordonnées*.

Nous avons inscrit les températures qu'aurait pris un réfrigérant de *une calorie de capacité* ayant un mètre carré de surface extérieure exposée au rayonnement.

Dans la deuxième série d'expériences nous avons opéré avec un réfrigérant plus petit que dans les observations correspondant au premier cycle, seulement la température pouvait atteindre -160° à -168° .

L'évaporation du protoxyde d'azote, sous un vide presque hermétique et avec des pompes débitant 7 mètres cubes à la minute, comme volume engendré au piston, permet aisément d'atteindre ces températures extrêmement basses.

En réduisant ces deux séries d'expériences et en corrigeant la 1^{re} et la 2^{me} courbe du poids d'humidité condensée en eau, puis en givre, contre les parois, chaleur fournie directement par la vapeur d'eau en plus du rayonnement, nous avons tracé la figure de la planche III, où l'on voit 6 courbes.

La 6^{me} courbe est la courbe de Newton servant de comparaison aux cinq autres données par l'expérience.

Les paramètres de la courbe de Newton ont été choisis en laissant le réfrigérant se réchauffer de lui-même de 0° à + 11° de façon à éliminer complètement l'action spéciale des basses températures¹. Le rayonnement était la seule cause de l'élévation lente de la température. Plusieurs conséquences se déduisent immédiatement de la vue de ces six courbes :

1° De — 165 à — 100° toutes ces courbes se superposent sans qu'on puisse distinguer entre elles d'autre intervalle qu'un épâtement du trait qui les représente toutes.

2° De — 100 à — 70° on commence à distinguer un retard de réchauffement pour les surfaces protégées, mais l'action protectrice des enveloppes n'est nullement proportionnelle à leur épaisseur.

¹ La courbe de Newton a été tracée seulement pour le cas où l'appareil était nu sans enveloppe protectrice aucune; la partie de la courbe au-dessus de 0 coïncide donc avec la courbe n° 1 et cette partie-là fixe la valeur des paramètres de la courbe tracée n° 6.

Il semble que les 10 centimètres de coton déposés sur le réfrigérant protègent autant que les 40 centimètres qui s'y ajoutent à la courbe n° 5.

3° Toutes les courbes sans exception, indiquent qu'aux basses températures, l'afflux de chaleur *est très supérieur* à la courbe théorique de Newton. Cette dernière étant le résultat de l'*extrapolation* des observations faites au-dessus de 0° reste partout très écartée des cinq courbes tracées représentant les observations directes.

4° Le coefficient angulaire des cinq courbes de — 160 à — 80° est très considérable, car la courbe monte avec une brusquerie évidente. Vers — 80° la courbe s'infléchit assez subitement et tend à devenir parallèle à la courbe de Newton sans toutefois lui être jamais comparable.

5° Entre — 50° et + 20° les courbes se séparent très nettement les unes des autres.

6° Entre — 20° et + 10° les courbes sont le plus séparées les unes des autres et l'effet des parois protectrices semble devenir de plus en plus proportionnel à l'épaisseur des enveloppes protectrices.

7° Des expériences analogues faites avec de la laine, du bois, de la bourre de soie, etc., ont très légèrement modifié les paramètres absolus de ces courbes, mais seulement dans leurs parties comprises entre — 70° et 0°.

8° De — 165° à — 70° aucune différence appréciable n'a été signalée, quelle que soit la nature des parois protectrices employées, laine, coton, liège pilé, sable fin, sciure de bois, charbon en poudre, craie, cellulose, verre filé, paille, tourbe, herbe sèche, etc., etc.

Anomalies dans les phénomènes thermiques accompagnant la cristallisation du chloroforme.

Nous avons entrepris dans notre laboratoire d'utiliser les instruments spéciaux que nous possédons pour la purification la plus parfaite possible des produits pharmaceutiques. Nous leur enlevons les impuretés nombreuses qui s'y trouvent à l'état ordinaire dans le commerce, par les méthodes les plus diverses mais dont quelques-unes consistent à cristalliser ou à évaporer à très basses températures les corps traités.

En opérant ainsi sur *le chloroforme*, nous avons été mis tout à coup en face de phénomènes si bizarres, si inattendus et en opposition si directe avec tout ce que nous connaissons en physique, que nous nous sommes longtemps refusé à y croire, mettant sur le compte de quelque grave méprise, ou vice d'observation, les constatations si extraordinaires qui se trouvaient sous nos pas.

Nous allons retracer très exactement d'abord *la première observation* faite, car il est opportun de fixer l'histoire de ces phénomènes du rayonnement dont la constatation à l'origine est due uniquement à des conditions fortuites.

Après ces premières constatations la prévision de phénomènes semblables a été possible, mais nous ne voudrions pas que l'on crût ici, que nous avons été guidé dans cette première recherche par des vues théoriques préconçues. Nous regrettons de le dire, mais nous devons à la vérité d'avouer en toute franchise que cette contribution à la connaissance des phénomènes thermiques est ce qu'on est convenu d'appeler *le résultat du hasard!*

Voici le fait : j'ai deux réfrigérants côte à côte dans mon laboratoire, l'un de volume moyen, ayant environ $2 \frac{1}{2}$ litres de capacité, l'autre très sensiblement plus grand, car il a 18 centimètres de diamètre et $1^m,300$ de hauteur et a une capacité intérieure de plus de 32 litres.

Le petit réfrigérant se prête d'autant mieux à toutes les expériences qu'il fonctionne au protoxyde d'azote et permet les observations jusqu'à -160 ou -165° .

J'ai donc commencé par expérimenter dans ce petit réfrigérant sur le chloroforme de la façon suivante :

Je remplis une éprouvette en verre de 8 centimètres de diamètre et de 30 centimètres de hauteur avec du chloroforme du commerce. On peut y introduire 2 kilogrammes de chloroforme environ.

Un thermomètre à éther sulfurique à longue tige est noyé dans le milieu de l'éprouvette, il est tenu par un large bouchon qui ferme l'éprouvette dans le haut, afin d'empêcher la condensation de l'humidité de l'air sur la surface libre du chloroforme.

L'éprouvette pleine de chloroforme et le thermomètre sont descendus dans le réfrigérant dont la température est maintenue à près de -120° , -125° .

On constate d'abord un épais brouillard qui opaline le chloroforme lorsque le thermomètre marque -40 à -50° . On filtre le chloroforme et on continue l'opération. Au bout de quelque temps on voit le thermomètre s'arrêter à $-68,5$ et les cristaux de chloroforme très transparents se former contre les parois de l'éprouvette.

Lorsque les trois quarts du chloroforme sont cristallisés la température est descendue jusque vers -69 à $-69,5$ tandis que celle de l'enveloppe est restée stationnaire à -125° grâce au fonctionnement des compres-

seurs et à l'alimentation régulière du protoxyde d'azote. L'opération ainsi conduite permet de décanter et d'obtenir une masse de *chloroforme chimiquement pur*.

Il suffit en effet, de laisser fondre les cristaux de chloroforme déposés contre les parois de l'éprouvette après avoir vidé les eaux mères qui retiennent les impuretés.

C'est avec ce chloroforme que nous avons fait toutes les premières expériences de narcoses dans les cliniques de Berlin.

Les médecins et chirurgiens se sont montrés si satisfaits de ce produit que nous avons dû obtenir en grand la fabrication de cet anesthésique pur.

Au lieu de remplir le petit appareil, j'avais à côté le grand qui peut contenir pour cinq à six cents francs de produits.

Cet appareil fonctionne avec le premier cycle et peut aisément atteindre en travail — 10 à — 90°. Si d'autres réfrigérants du laboratoire sont en activité au même instant la température normale est — 79 à — 81°.

Ayant cristallisé plus de trois mois consécutivement du chloroforme à la température de — 68,5 et — 69° lus dans le chloroforme liquide du centre de l'éprouvette j'étais *bien sûr d'avance* de la cristallisation à — 79 et — 81° dans le grand réfrigérant. Cette sorte d'assurance est telle, pour toute personne qui s'occupe de physique, qu'on peut émettre cette affirmation avec une conviction totale, sans croire en rien outrepasser les méthodes scientifiques en cours.

Je remplis donc le grand réfrigérant, je mis en fonctionnement les compresseurs et j'opérai la filtration à — 50°.

Le chloroforme fut remis dans l'appareil après cette

opération et je constatai l'abaissement de la température jusqu'à $- 81^{\circ}$ sans *aucune trace de cristallisation* contre les parois du réfrigérant.

J'eus alors l'idée que le chloroforme était en *surfusion*, ce qui se produit assez fréquemment avec les liquides cristallisables.

Pour m'en assurer je fis fonctionner le petit réfrigérant, j'obtins des cristaux de chloroforme à $- 68^{\circ},5$ et je les jetai dans le grand réfrigérant plein du même chloroforme ; *à ma stupéfaction les cristaux fondirent* ! ils disparurent en peu de temps dans la capsule de verre où je les avais placés, noyés dans le chloroforme à $- 81^{\circ}$.

Je vidai le grand réfrigérant, je pensai que quelque impureté était tombée dans le chloroforme, qu'une dose anormale d'alcool avait pu être ajoutée à ce produit ; je passai en revue toutes les causes particulières qui pouvaient altérer la loi si connue de la cristallisation.

Je refis une seconde expérience : je repris du chloroforme neuf d'un envoi qui venait d'arriver de la fabrique de Mannheim.

Après avoir nettoyé à fond le grand réfrigérant, je le remplis à nouveau avec le chloroforme et au même moment je remplis l'éprouvette qui devait fonctionner dans le petit réfrigérant.

J'abaissai la température des deux appareils simultanément. Au petit réfrigérant le thermomètre indique dans le chloroforme liquide $- 68^{\circ},5$ lorsque je vois les premiers cristaux se former contre les parois de l'éprouvette ; dans le grand appareil le chloroforme s'abaisse à $- 81^{\circ}$ sans cristallisation visible ! Je plonge alternativement *le même thermomètre* dans l'éprouvette du deuxième cycle et dans le grand appareil et ce même instrument

indique — $68^{\circ},5$ dans l'éprouvette où les cristaux se forment et — 81° dans le chloroforme du grand appareil où aucune cristallisation ne s'opère !

Enfin, n'y comprenant plus rien, hésitant, ne sachant plus où j'en étais devant des faits si déconcertants, je finis par sortir du petit appareil l'éprouvette avec tout son contenu, chloroforme en cristaux, formés contre la paroi, chloroforme liquide au centre et le thermomètre baigné dans le chloroforme liquide indiquant — $68^{\circ},5$, je plongeai le tout dans le chloroforme liquide, remplissant le grand appareil et indiquant — 81° . Presque immédiatement je constatai que le thermomètre *marquait des températures de plus en plus basses* allant de — $68,5$ à — 81° tandis que les cristaux disparaissaient à vue d'œil et fondirent en totalité !

Toutes les expériences analogues répétées plusieurs fois me donnèrent toutes les mêmes résultats !

Avant de donner une première explication de ces phénomènes si bizarres nous allons narrer encore une observation très importante qui nous a mis sur la voie de l'interprétation de ces faits.

Ayant rempli l'éprouvette de chloroforme cristallisé jusqu'au point où le réservoir du thermomètre avait juste la place de se mouvoir encore dans le liquide, j'ai porté l'éprouvette et son contenu sur la balance pour une mesure de poids.

Quelle ne fut pas ma surprise en voyant le thermomètre monter à — 48° dans le sein du chloroforme liquide noyant de toutes parts les cristaux solides du même corps !

La même éprouvette fut placée au soleil et le thermomètre s'éleva très rapidement à — 34° .

Reporté à l'ombre et agité, le chloroforme liquide, indique de nouveau — 48 à — 51°.

Cette même éprouvette est introduite dans le réfrigérant du premier cycle qui fonctionne à — 50° et le thermomètre du centre marque très vite — 77° !

Tels sont les faits les plus saillants qu'il faut chercher à expliquer d'une façon rationnelle, afin d'en dégager les lois générales.

De nombreuses vérifications expérimentales doivent venir confirmer les hypothèses émises pour l'interprétation logique de cet ensemble de phénomènes.

Rayonnement et conductibilité.

Faisons-nous d'abord une idée un peu nette de la façon dont LA CHALEUR se transmet d'un corps à un autre.

Si nous restons fidèles aux hypothèses émises dans nos précédents travaux ¹, nous savons qu'au *zéro absolu* des températures la *molécule solide la plus simple* est composée d'au moins quatre molécules ou atomes gazeux réunis déjà deux à deux sous la forme de deux molécules liquides. Ces deux molécules liquides en s'associant ont constitué la première molécule solide et ont été la genèse du *cristal élémentaire*.

Au *zéro absolu* tout le *potentiel attractif physique* de ces quatre atomes est épuisé et la *force vive actuelle* est nulle.

Les quatre atomes sont attirés et maintenus dans la position d'équilibre qu'ils occupent au *zéro absolu* par l'ensemble des forces d'attraction de la matière pour la matière et de la matière pour l'éther.

¹ Voir synthèse de la chaleur, *Archives des sc. ph. et nat.* Octobre 1879 et Synthèse chimique, Janvier 1893.

Si l'on tend à rapprocher les atomes les uns des autres, l'action prépondérante de l'attraction de l'éther dans lequel ils sont noyés tend à les ramener à leur position d'équilibre. Si on les écarte, l'attraction de la matière pour la matière l'emporte sur l'attraction de l'éther et l'atome revient encore à cette position d'équilibre.

En réalité la molécule solide nous représente quatre *pendules solidaires* qui, sous l'influence de l'*énergie extérieure*, vont se remettre à osciller et parcoureront des *ellipsoïdes de révolution*. L'intégrale dynamique des quatre ellipsoïdes est équivalente à l'énergie totale fournie par les causes extérieures, si l'on admet le centre de gravité du système comme immobile dans l'espace. Chaque fois que deux atomes se rapprochent ils forment une *vague de déplacement* de l'éther intra-jacent; à l'écartement de même; de sorte que tous les mouvements de ces quatre atomes seront représentés dans l'éther environnant comme des ondes sphériques, *écho dynamique très exact* des phénomènes thermiques qui se passent dans cette molécule solide.

Si par hypothèse nous supposons cette molécule toute seule dans l'espace, et que nous lui communiquions une certaine quantité d'énergie au début, il est aisé de voir que toute l'énergie dynamique introduite dans l'éther se propagera avec une vitesse de 300000 kilomètres par seconde dans les espaces environnants et que la quantité d'énergie donnée au début à la molécule s'épuisera assez vite.

Si l'*inertie de l'éther était nulle*, les vagues de l'éther n'absorbent *aucun travail* et le *rayonnement* ne serait pas une cause de *refroidissement*.

L'*inertie de l'éther est très faible* donc le rayonnement n'enlève que *successivement* l'énergie au *corps chaud* et lui fait perdre peu à peu ses mouvements oscillatoires.

Les vagues de l'éther, écho direct des oscillations calorifiques des corps solides élémentaires, sont donc *fonction directe* de l'*amplitude des mouvements oscillatoires* et de leur *durée*.

Or la *durée* des mouvements oscillatoires est fonction directe *des forces* qui amènent le déplacement des atomes de leur position d'équilibre dans la molécule solide et de *l'inertie de cette molécule*.

Pour pouvoir développer ces considérations, maintenons nos définitions, à savoir :

1° *La température* pour chaque corps solide est l'amplitude des mouvements oscillatoires.

2° *La chaleur spécifique* est la force qui agit le long de la trajectoire de chaque atome et qui serait suffisante pour fixer *au repos* cet atome à chaque position de sa trajectoire.

Donc l'intégration *du produit des températures* (chemin parcouru) par *les chaleurs spécifiques* (force agissant sur le chemin parcouru) donne l'intégration de *la force vive actuelle* d'une molécule solide chaude.

La radiation calorifique des corps donnera donc à l'éther des vagues qui permettront de connaître les *facteurs essentiels des propriétés de la matière*.

Pour l'heure les radiations calorifiques entre le *zéro absolu* et les températures de $+ 500$ à 530° sont encore presque inconnues, faute d'analyseurs suffisamment sensibles et à cause des perturbations constantes dues au rayonnement des corps ayant la température ambiante.

Si au lieu d'une seule molécule solide, nous en supposons plusieurs dans le voisinage les unes des autres, on distingue de suite deux espèces de modes qui permettent à une molécule de communiquer ses énergies à l'autre :

Si les molécules sont assez rapprochées pour que le

mouvement de l'une agisse par *action directe* sur l'autre, au même titre que les atomes solidaires le font dans une même molécule solide, on dira que la chaleur se transmet par *conductibilité*.

On voit de suite par ce fait que dans *les cristaux* la conductibilité doit être différente suivant *les axes de cristallisation* car le groupement des molécules rend certaines directions plus intimes que d'autres.

Si au contraire les molécules sont trop loin pour agir *directement* les unes sur les autres, elles se communiquent de l'énergie par rayonnement.

Les vagues de l'éther tendent à faire vibrer à l'*unisson* les atomes de la seconde molécule et à les déplacer progressivement de leur position d'équilibre.

Lorsqu'elles *échanagent entre elles par rayonnement* des *quantités de force vive égales* elles sont à l'unisson dynamique de chaleur.

Un corps solide chaud, est toujours un assemblage de *quelques milliards* de molécules solides.

On est donc certain de pouvoir utiliser dans les mouvements si variés des molécules de ce corps les lois des corps élastiques et le théorème de Fourier.

En considérant la surface d'*un corps solide chaud*, nous verrons donc des molécules avec les mouvements les plus divers, les unes vibreront faiblement, d'autres avec force, les interférences positives et négatives donneront au rayonnement de ce corps une complexité fabuleuse et l'on pourra sans erreur accepter le rayonnement total comme la somme des rayons émis par des molécules solides dont la température varie du zéro absolu à la température actuelle du corps et même dont quelques-unes ont une température momentanée très supérieure.

Si donc nous *analysons* l'ensemble du rayonnement d'un corps chaud solide par le moyen du *prisme*, nous verrons d'abord des radiations *calorifiques à période longue qui ne seront pas ou presque pas réfractées*. Ce sont les *radiations froides du zéro absolu à -80°* .

Après cette première bande viendront se fixer sur le *spectre calorifique* les radiations plus chaudes allant de -80 à 0° centigrade.

Puis celles de 0 à $+300^{\circ}$ et enfin celles de $+300$ à $+500^{\circ}$ où le spectre commencera à indiquer le rouge naissant en *même temps* que les radiations calorifiques.

Ici, il faut noter que les vibrations ou oscillations de l'éther vont porter à nos sens deux *modalités* différentes, l'une *plus ample* que l'autre. Il est très probable que les oscillations calorifiques de l'éther présentent à une certaine intensité les *harmoniques supérieures* du mouvement vibratoire et qu'aux oscillations *larges calorifiques*, invisibles pour notre œil mais sensibles à nos mains et au tact de la peau, s'ajoutent les oscillations lumineuses plus courtes et harmoniques des premières.

Quoiqu'il en soit à partir de $+500^{\circ}$ et en élevant constamment la température, on constate *deux spectres* étroitement liés l'un avec l'autre, mais conservant leurs deux modalités très marquées. Impossible de les confondre. Le spectre calorifique est encore peu connu, faute d'appareils d'investigation suffisants; pour le spectre lumineux, qui peut rendre visibles les raies spectrales, brillantes ou d'absorption, on sait que les *propriétés élémentaires chimiques des corps* s'y révèlent par excellence.

On constate en particulier que si l'on chauffe un corps solide de plus en plus, les *radiations rouges* augmentent d'intensité au fur et à mesure que le spectre s'étend progressivement vers le violet et l'ultra-violet.

Une tige d'acier chauffée à 550° puis à 600° , 800° , 1000° , 1200° donne un rouge de plus en plus intense jusqu'à la fusion du métal.

Ainsi du *zéro absolu* à $+1200^{\circ}$ un même corps solide nous donne *deux spectres à modalités différentes*.

Le spectre lumineux n'est sensible à notre œil qu'à partir de $+500^{\circ}$.

Le spectre calorifique est presque entièrement inconnu *vers sa base et mal connu* vers le haut à partir de $+80$ à $+100^{\circ}$ jusqu'à $+1200^{\circ}$.

Nul doute que les *raies spectrales calorifiques et lumineuses, écho nécessaire des vibrations pendulaires des atomes*, ne se trouvent sur toute l'étendue de ces deux spectres encore si mal observés dans leurs régions extrêmes.

Le parallélisme absolu des phénomènes *lumineux et calorifiques* dans les régions comprises entre $+500$ et $+2000^{\circ}$ autorise, *avec ménagement*, une extrapolation dans les bases des deux spectres.

Si nous ajoutons à la connaissance spécialement des phénomènes lumineux *du rouge*, les observations des *oscillations électriques hertziennes* obtenues avec des vagues pendulaires allant de 12 mètres de longueur jusqu'à quelques fractions de millimètre, si enfin nous rappelons les travaux récents de MM. du Bois de Berlin et Aarons ainsi que ceux de MM. Rubens et Snow sur les interférences des rayons calorifiques au moyen de réseaux de fils de $\frac{1}{40}$ de millimètre, etc. il se dégage de tout cet ensemble de faits des idées générales assez précises pour permettre *un essai de synthèse* des phénomènes du rayonnement.

Nous savons que les oscillations hertziennes traversent sans difficulté tous les corps diamagnétiques, les murs, le

bois, les étoffes, les corps peu conducteurs, se laissent traverser par ces grandes vagues comme s'ils n'existaient pas, tout en déviant, par *réfraction*, la direction de ces ondes électriques.

Nous savons également que le *rouge*, *base du spectre lumineux*, donne des rayons qui traversent plus facilement l'atmosphère chargée de poussières.

Les couleurs supérieures vert et bleu, violet et ultra-violet sont absorbées par l'atmosphère en grande partie, ce qu'on peut constater au coucher du soleil par l'Alpen Glühen.

Nous pouvons donc conclure de ce qui précède que, plus l'oscillation provoquée dans l'éther *est longue ou lente*, plus facilement elle traverse les corps *non conducteurs* à texture plus *lâche* moins compacte que les métaux.

Si nous nous souvenons qu'aux basses températures, les phénomènes thermiques déplacent les atomes *de positions très voisines* de leur position *d'équilibre stable*, que toutes les mesures des *chaleurs spécifiques* sont d'accord pour montrer qu'elles augmentent *toutes* avec la *température*, on en conclura que les *oscillations calorifiques* à *basse température* doivent émettre des vagues calorifiques dans l'éther, dont la propriété caractéristique doit être de *traverser aisément les corps mauvais conducteurs de chaleur*.

Nous devons donc nous attendre à voir le rayonnement de la chaleur *aux basses températures* présenter des phénomènes fondamentalement différents de ceux qu'on observe aux températures plus élevées.

George W.-A. KAHLBAUM. *Mesure des tensions de vapeurs du benzène et de quelques dérivés.*

Les recherches qui font l'objet de la présente commu-

nication ont été faites en collaboration avec M. le Dr von Wirkner. Elles se rapportent à des mesures de tensions de vapeurs du benzène et de quelques-uns de ses dérivés, auxquels a été joint, pour certains motifs particuliers, l'alcool éthylique.

Dans mes travaux précédents, qui ont porté principalement sur le groupe des acides gras, série homologue dans laquelle tous les termes diffèrent d'une quantité constante dans leur composition chimique, j'ai cherché quelle est l'influence que cette différence exerce sur les points d'ébullition et sur l'allure générale de la courbe d'ébullition à différentes pressions. Dans la série aromatique ma tâche devait être toute autre; il s'agissait, en prenant comme point de comparaison le benzène, d'étudier un certain nombre de ses dérivés et de déterminer l'effet qui résulterait du remplacement d'un atome d'hydrogène par d'autres atomes ou radicaux.

Mes observations ont porté sur les corps suivants :

Points d'ébullition sous la pression de 760^{mm}.

Alcool éthylique	$C_2H_5 - OH$	78,0°
Benzène.....	$C_6H_6 - H$	80,3
Bromobenzène.....	$C_6H_5 - Br$	155,5
Aldéhyde benzoïque.....	$C_6H_5 - CHO$	178,3
Phénol.....	$C_6H_5 - OH$	181,4
Aniline.....	$C_6H_5 - NH_2$	183,9
Benzonitrile	$C_6H_5 - CN$	190,6
Alcool benzylique.....	$C_6H_5 - CH_2OH$	205,0
Nitrobenzène	$C_6H_5 - NO_2$	208,3
Acide benzoïque	$C_6H_5 - CO_2H$	249,0

Toutes les déterminations ont été faites par la méthode dynamique et au moyen des appareils que j'ai précédemment décrits. Elles ont été poussées jusqu'à des pressions

inférieures à 1^{mm}, sauf pour le benzène et l'alcool éthylique, dont la forte tension de vapeurs m'a empêché d'opérer à de très faibles pressions, et pour l'acide benzoïque, chez lequel, à une pression de 6^{mm} environ, le point d'ébullition vient coïncider avec le point de fusion.

Je n'ai pas besoin de rappeler que l'on a voulu récemment rétablir pour la série des acides gras l'exactitude de la loi Volta - Dalton d'après laquelle une même diminution de la pression entraînerait toujours avec elle un même abaissement du point d'ébullition: d'où résulterait que, connaissant une courbe d'ébullition, on en pourrait déduire directement toutes les autres.

J'ai montré que tel n'est point le cas; que bien plutôt, sinon absolument rigoureuse, donc d'une manière très approchée, on pourrait établir une autre règle, disant que plus élevé est le point d'ébullition d'un corps sous la pression normale, plus grand est l'abaissement de ce point d'ébullition pour une même diminution de pression.

Or, cette dernière règle, qui s'est vérifiée assez exactement, non seulement pour les acides gras, mais encore pour un certain nombre d'autres corps, est *inapplicable* aux dérivés du benzène.

Abaissements des points d'ébullition.

760-35 ^{mm}		760-35 ^{mm}	
Acides acétique	78,7°	Benzène	74,9°
» propionique	76,4	Bromobenzène	90,9
» butyrique	77,4	Aldéhyde benzoïque	95,4
» valérique	80,6	Phénol	84,5
» caproïque	83,3	Aniline	89,9
» heptylique	85,7	Benzonitrile	95,1
» caprylique	89,2	Alcool benzylique	88,0
» pélargonique	90,8	Nitrobenzène	96,5
» caprinique	91,5	Acide benzoïque	90,1

On voit par ce tableau que si la série des acides gras normaux satisfait d'une manière générale à la règle que je viens d'énoncer, il en est absolument autrement de la série du benzène et de ses dérivés. Ainsi, par exemple, pour la même diminution de pression, l'abaissement du point d'ébullition du bromobenzène ($90,9^{\circ}$) est supérieur à celui de l'acide benzoïque ($90,1^{\circ}$), tandis que le premier de ces corps bout, à la pression normale, presque 100° plus bas que le second.

Ce fait entraîne un changement complet dans les positions relatives des courbes d'ébullition. Si l'on range les corps que j'ai étudiés dans l'ordre de leurs points d'ébullition à différentes pressions, on arrive au tableau suivant :

Points d'ébullition.

à 760 ^{mm}	à 250 ^{mm}	à 33 ^{mm}	à 6 ^{mm}
Alcool éthylique 78,0°	Benzène 47,9°	Benzène 4,4°	
Benzène 80,3	Alcool éthylique 52,4	Alcool éthylique 15,5	
Bromobenzène 155,5	Bromobenzène 116,3	Bromobenzène 63,3	Bromobenzène 32,5°
Aldéhyde benzoïque .. 178,3	Aldéhyde benzoïque.. 138,5	Aldéhyde benzoïque.. 85,6	Aldéhyde benzoïque.. 53,0
Phénol 181,4	Phénol 145,5	Aniline 92,8	Benzonitrile 59,9
Aniline 183,9	Aniline 145,5	Benzonitrile 94,2	Aniline 60,5
Benzonitrile 190,6	Benzonitrile 148,6	Phénol 95,8	Phénol 65,3
Alcool benzylique 205,0	Alcool benzylique 167,1	Nitrobenzène 110,4	Nitrobenzène 76,1
Nitrobenzène 208,3	Nitrobenzène 168,0	Alcool benzylique 115,4	Alcool benzylique 83,9
Acide benzoïque 249,0	Acide benzoïque 211,5	Acide benzoïque 157,6	Acide benzoïque 121,2

Ce tableau montre que les positions relatives des courbes d'ébullition changent avec la pression. Ainsi, si on compare les deux premières colonnes, on observe tout d'abord qu'à 250 mm. les places primitives du benzène et de l'alcool éthylique sont interverties, fait qui était déjà connu. Les autres corps conservent leurs positions respectives; cependant à cette pression, le phénol et l'aniline ont le même point d'ébullition; donc, tandis qu'à 760^{mm} le remplacement de l'hydroxyle par le groupe NH₂ élève le point d'ébullition de 2,5°, ce même remplacement n'a plus aucun effet à la pression de 250^{mm}

Plus instructif encore est l'examen de l'ordre dans lequel les corps viennent se ranger à 33^{mm}, à cette pression l'aniline descend de 3° au-dessous du phénol; de même le benzonitrile vient se placer avant le phénol; le nitrobenzène et l'alcool benzylique changent de places, de telle sorte que le premier de ces corps, qui à 760^{mm} bout 3,3° plus haut que le second, bout 5° plus bas sous la pression de 33^{mm}. — Enfin à 6^{mm} le point d'ébullition du benzonitrile descend encore au-dessous de celui de l'aniline.

Ce caractère particulier que présentent les courbes d'ébullition des dérivés du benzène forme le contraste le plus frappant avec ce qui a été observé chez les acides gras. Chez ceux-ci, les courbes se rapprochent bien les unes des autres, mais elles ne se coupent jamais; cela n'a même pas lieu chez les acides *iso*, dont les courbes sont pourtant aussi rapprochées de celles des acides normaux que la courbe du phénol l'est de celle du benzonitrile à son point de départ.

Des corps nommés on connaissait déjà, ainsi que je l'ai dit, la particularité du croisement des courbes du benzène et de l'alcool éthylique, mais on n'en avait point tiré jus-

qu'à présent de déductions théoriques, et cela avec raison ; en effet l'alcool de la série grasse et l'hydrocarbure aromatique constituent deux types si dissemblables de composés chimiques qu'ils ne semblait pas y avoir lieu d'attacher de l'importance au fait du croisement de leurs courbes d'ébullition qui à 760^{mm} sont déjà à 2° seulement de distance. Mais, d'après ce que je viens de montrer, il existe certains groupes de composés dans lesquels ce croisement des courbes, bien loin d'être une exception, semble être le phénomène le plus habituel. Des 9 dérivés du benzène que j'ai étudiés, cinq le présentent ; ce sont le phénol, l'aniline, le benzonitrile, le nitrobenzène et l'alcool benzylique ; la courbe du benzonitrile coupe même celle de l'aniline et celle du phénol. On ne peut méconnaître la grande importance théorique de ce fait.

La preuve que j'ai fournie, que la loi Volta-Dalton n'est pas plus applicable aux acides gras qu'aux autres corps, vient également porter une atteinte à celle de Kopp qui dit que chez les acides, alcools, etc. de la série grasse, une différence de composition de CH_2 entraîne une différence constante de 19° en chiffres ronds entre les points d'ébullition. Il est évident, en effet, que le choix du point d'ébullition sous la pression de 760^{mm} comme point d'ébullition normal étant le résultat d'une convention toute arbitraire, la loi de Kopp, si elle n'est valable que pour cette seule pression-là, perd tout intérêt théorique. Mais, je tiens à l'ajouter, des observations du genre de celles que je viens de présenter, desquelles il résulte qu'à une pression de 760^{mm} le remplacement d'un hydroxyle par un groupe CN élève le point d'ébullition de 9°, qu'à 5^{mm} par contre il l'abaisse de 6° ; des observations après lesquelles on n'est par conséquent plus en

état de dire si par l'entrée d'un groupe dans la molécule le point d'ébullition sera élevé ou abaissé; de pareilles observations, dis-je, sont bien faites pour exercer une influence considérable sur la théorie tout entière des points d'ébullition.

D'après les études de M. Guye les courbes d'ébullition ne se coupent que si les corps sont constitués de molécules complexes. Il me restera donc à vérifier cette opinion en fixant les poids moléculaires de ces fluides d'après la méthode fameuse de MM. Ramsay et Schields.

M. le Dr Alfred AMSLER, de Schaffhouse, décrit un *Instrument pour mesurer la vitesse de rotation* construit par la maison J. Amsler-Laffon et fils.

Cet appareil est destiné à mesurer la vitesse de rotation des axes de transmissions, des parties de machines en mouvement de rotation, etc.

Les appareils de ce genre se distinguant en principe les uns des autres sont peu nombreux. Les plus connus sont ceux construits d'après le principe du pendule conique et, en général, des appareils qui mesurent la vitesse de rotation par la force centrifuge. Parmi ceux-ci, les tachomètres sont d'une construction très simple; mais ils présentent l'inconvénient que leurs constantes ne dépendent pas seulement de la mensuration des dimensions de leurs parties constituantes, mais tout autant de la distribution des masses dans les parties mobiles. Il en résulte que les constantes de ces instruments ne peuvent pas être déterminées d'avance, il faut les trouver empiriquement en s'aidant d'un compteur de tours; instrument, soit dit en passant, qui n'est pas à considérer comme un instrument pour mesurer la vitesse de rotation.

Un autre désavantage des tachomètres basés sur la force centrifuge est que, lorsqu'il y a changement de vitesse, ils dépassent le but; car leur fonctionnement ne dépend pas seulement de la vitesse, mais aussi de l'accélération de vitesse de toutes les parties en mouvement.

Ces défauts cités ci-dessus ont été évités dans l'appareil qui nous reste à décrire, appareil qui cependant ne peut pas être comparé, par rapport à la simplicité de construction avec les tachomètres mentionnés plus haut.

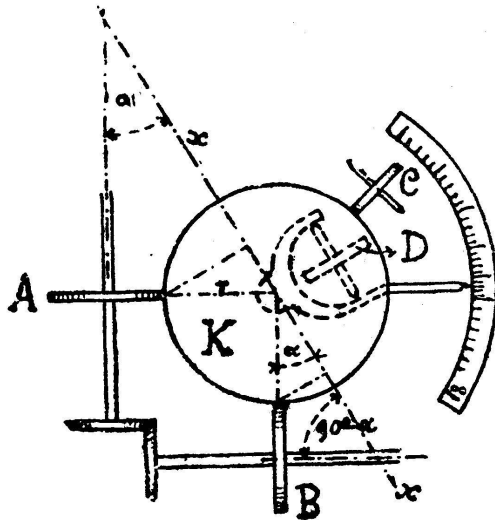
Le principe de ce nouvel appareil est le suivant :

Une sphère pouvant tourner librement dans toutes les directions, est mise simultanément en mouvement par la friction de deux disques tournants. La direction de l'axe de rotation de cette sphère dépend alors d'un moment à l'autre du rapport de la vitesse de circonférence des deux disques. Si l'on connaît la vitesse de l'un des deux disques et de plus si on a le moyen de fixer la direction de l'axe de rotation de la sphère, on est à tout moment en mesure de déduire la vitesse du second disque.

La figure schématique ci-contre indique la disposition de l'appareil en plan.

La sphère K tenue entre les disques A, B et C, repose sur un disque D. Ce dernier est porté par un cadre qui peut tourner autour d'un axe vertical et dont le prolongement passerait par le centre de la sphère. L'axe du disque A est mis en connexion avec l'arbre dont on veut mesurer la vitesse de rotation; un engrenage à friction communique le mouvement relatif de A à l'axe du disque B; la vitesse de rotation de l'axe B est maintenue constante par l'intervention d'un échappement à lame vibrante. Le disque C, par l'effet d'un ressort, presse la sphère contre les disques A et B, qui par friction mettent la sphère en ro-

tation autour d'un axe horizontal. La position de l'axe de rotation de la sphère dépend d'un moment à l'autre du rapport de vitesse entre les disques A et B, tandis que le disque D par friction contre la sphère est chassé dans le plan équatorial. Une aiguille fixée au cadre qui porte le disque D indique sur un arc de cercle divisé la position



du plan équatorial respectivement celle de l'axe de rotation de la sphère. Mais comme cette position dépend de la vitesse relative des deux disques A et B et de la vitesse relative du nombre d'oscillations de la lame chronométrique, la situation de l'aiguille indique la vitesse de rotation absolue du disque A, par conséquent celle de l'arbre dont la vitesse est à mesurer.

Lorsqu'il y a changement de position du plan équatorial, le disque D ne le suit pas instantanément, il ne s'approche que asymptotiquement, mais si vite que dans la pratique l'indication de l'aiguille peut être considérée comme instantanée. C'est précisément à cause de cet rapprochement asymptotique que le disque D ne dépasse jamais la position exacte. Entre les disques A, B et C et

la sphère il n'y a que frottement et pas de glissement. Entre le disque D et la sphère il n'y a en général que frottement, ce n'est que lorsque, par suite d'un changement de vitesse, le disque change de position, qu'il peut y avoir frottement de glissement, mais ce dernier est insignifiant par rapport au frottement de roulement.

Comme il a été dit, l'axe B est mis en mouvement par une friction douce et réglable. L'échappement chronométrique du disque B est une lame d'acier qui vibre devant les dents pointues d'une petite roue qui est mue par une série d'engrenages. Chaque vibration de la lame permet à la petite roue d'avancer d'une dent.

Cet échappement est l'invention de feu M. Hipp de Neuchâtel. Les oscillations de la lame sont constantes et leur durée peut être facilement et exactement déterminée; la vitesse de rotation du disque B est par conséquent une grandeur constante, exactement connue. La vitesse de rotation du disque A doit pour le moins être aussi grande que celle de B à marche normale de l'échappement, autrement ce dernier ne pourrait fonctionner. L'échelle devant laquelle joue l'aiguille, indique la vitesse de l'axe A en nombre de tours par minute. Les divisions sont inégales, elles commencent à 25 et finissent par l'infini ∞ , vers l'extrémité de l'échelle elles sont de plus en plus rapprochées. La marque ∞ donne le moyen de pouvoir vérifier l'exactitude et l'invariabilité de l'appareil à chaque instant. En effet, si l'on arrête le disque B tandis que A continue sa rotation, le rapport de vitesse A à celui de B est infiniment grand, l'aiguille doit par conséquent marquer ∞ . L'aiguille porte un crayon qui enregistre sur une bande de papier qui se déroule d'une manière continue au-dessous de l'aiguille, les changements de vitesse

qui surviennent. Cette bande de papier reçoit son mouvement par l'axe B. Un crayon fixe marque une ligne d'abscisses (ligne de foi).

Théorie :

soit r le rayon de la sphère,

xx l'axe de rotation de la sphère dans un moment donné,

φ la vitesse angulaire avec laquelle la sphère tourne autour de xx ,

α l'angle de A avec xx .

Lorsque les disques A et B se trouvent dans des plans passant par le centre de la sphère et que leurs axes forment un angle droit, ce qui est en effet réalisé dans cet appareil, l'angle formé par l'axe xx et l'axe B est égal à $90^\circ - \alpha$. Le cercle de contact du disque A a alors le rayon $r \cos \alpha$, celui du disque B le rayon $r \sin \alpha$ et les vitesses de circonférence des deux cercles de contact sont $\varphi r \cos \alpha$ et $\varphi r \sin \alpha$.

v_a et v_b désignant les vitesses de circonférence des disques A et B on aura évidemment

$$v_a = \varphi r \cos \alpha$$

$$v_b = \varphi r \sin \alpha$$

puisque la vitesse de surface aux points de contact de la sphère est la même que celle des disques qui la mettent en mouvement. Des formules pour v_a et v_b on tire $v_a = v_b \operatorname{Cotg} \alpha$ d'où l'on voit que la vitesse cherchée v_a peut être déduite de la vitesse constante v_b et de la direction de l'axe de rotation de la sphère. La division de l'échelle est une division en cotangente. La marque pour l'infini ∞ correspond à la valeur $\alpha = 0$.

M. F.-A. FOREL de Morges parle de la *Fata Morgana*, qui ainsi que l'a montré jadis M. Ch. Dufour, est un phé-

nomène assez fréquent sur le Léman. Elle est caractérisée par l'apparition sur la côte opposée, au niveau de l'eau, d'une bande ou zone striée verticalement, comme une gigantesque falaise, dans laquelle l'imagination des Italiens voit les palais de la fée Morgana ou les maisons d'une cité immense. On peut constater les faits suivants :

1° La zone striée de la fata-morgana n'occupe qu'une partie du tour de l'horizon ; elle se déplace lentement, dans le sens de la brise régnante.

2° La fata-morgana apparaît dans l'après-midi des jours de printemps, au milieu des réfractions sur eau froide, l'eau étant plus froide que l'air, par un temps calme, avec des brises locales.

3° La zone striée de la fata-morgana a son bord supérieur en continuation de la ligne de l'horizon apparent dans les lieux où le phénomène n'existe pas. Comme en dehors de la fata-morgana les réfractions dominantes sont du type des réfractions sur eau froide, qui soulèvent le plan de l'horizon apparent, la ligne inférieure de la zone striée est moins soulevée, ou n'est pas soulevée, ou est enfoncée.

4° La zone striée de la fata-morgana apparaît parfois à mi-hauteur de la côte opposée. Dans ce cas les parties inférieures à cette zone présentent les phénomènes du mirage du désert (réfractions sur eau chaude) caractérisés entre autres par la dépression du plan de l'horizon apparent.

Il est donc probable que la fata-morgana est causée par la superposition de deux ordres de réfraction : l'une supérieure qui soulève le niveau de la côte opposée, l'autre inférieure qui déprime la surface du lac, jusqu'au cercle de l'horizon apparent. Entre deux la zone striée est une surface sans objets en vue.

Au nom de M. Ch. MARGOT, assistant au cabinet de physique de l'Université de Genève, M. le professeur SORET rend compte de la découverte faite par lui d'une *adhérence très remarquable de l'aluminium sur le verre.*

L'aluminium possède la singulière propriété de laisser sur le verre, et, en général, sur toutes les substances à base de silice, des traces métalliques lorsqu'on se sert de ce métal en guise de crayon, traces qu'aucun frottement, aussi énergique soit-il, ni aucun lavage usuel ne font disparaître. Cette propriété se manifeste d'une façon sensible lorsque la surface frottée est humectée, ou seulement recouverte d'une légère buée de vapeur, par exemple en soufflant l'haleine sur la plaque de verre.

L'humidité n'est cependant pas indispensable pour produire l'adhérence du métal au verre, mais elle la facilite beaucoup sans qu'il soit nécessaire de recourir à une pression trop forte ou à une friction trop énergique du crayon d'aluminium. Au moyen de ce procédé on peut exécuter par décalque des dessins variés, tels que fleurs, oiseaux, inscriptions diverses aussi bien sur le verre à vitre ordinaire que sur des verres de couleur. Par la répétition de lignes tracées au moyen d'une réglette, lignes régulièrement espacées et entre-croisées diversement, on peut de même composer une sorte de damier ou de carrelage métallique d'un aspect fort joli.

La condition indispensable à la réussite de ce genre de dessin et la propreté parfaite du verre sur lequel on expérimente : les moindres traces graisseuses empêchant l'adhérence du métal, il est bon de faire subir au verre un nettoyage préalable et même de frotter le bout du crayon taillé en pointe sur une feuille de papier de verre à grain fin ; des essais peuvent donner un résultat négatif

faute de prendre ces précautions. On reconnaît d'ailleurs vite par expérience que le dessin s'effectue dans les conditions voulues à la résistance particulière qu'éprouve la main lorsque le crayon métallique « mord » bien.

L'humidité, indispensable pour le dessin exécuté à la main, dessin d'ailleurs un peu pâle et manquant de relief, est pourtant préjudiciable à la beauté du dépôt métallique; mais si l'on a recours à une petite meule en aluminium, fixée à une transmission flexible, et animée d'un rapide mouvement de rotation, l'interposition d'eau devient superflue et l'adhérence du métal au verre se fait dans des conditions de facilité extrêmement remarquables. Le métal s'attache au verre au fur et à mesure du passage de la meule avec une régularité parfaite et le trait d'aluminium ainsi formé prend un éclat métallique irréprochable et une épaisseur telle qu'il est absolument opaque lorsqu'il est vu par transparence.

Ce dernier procédé donne des résultats de beaucoup supérieurs au précédent; il se prête aisément à la reproduction des dessins les plus variés, il ne fatigue pas la main du dessinateur et n'exige de sa part qu'un peu d'adresse et d'exercice.

Le dessin exécuté de la sorte a des reflets chatoyants agréables à l'œil, d'un vif éclat, avantageux dans certains genres de travaux artistiques. On peut d'ailleurs par un polissage lui donner l'apparence d'une incrustation métallique fort belle. Ce polissage peut s'effectuer de façons diverses : le plus simple et à la portée de tout le monde consiste à recouvrir le verre d'une légère couche d'huile et à passer obliquement dessus d'une main ferme un outil tranchant en acier, lequel enlève les rugosités, sans faire de rayures au verre, tout en laissant une épaisseur

convenable de métal; l'éclat et l'opacité du trait vu par transparence subsistent encore entièrement. Ce polissage donne une idée de la ténacité avec laquelle le métal s'est attaché au verre, puisque, mécaniquement, il est difficile de le faire disparaître sans l'user dans toute son épaisseur. Nous ne pouvons comparer cette adhérence qu'à une véritable soudure aussi résistante que celle qui peut être obtenue à chaud entre un métal et un autre métal par les procédés usuels de soudure au moyen de fondants divers.

En traitant des plaques décorées à l'aluminium par l'acide chlorhydrique ou la potasse caustique en solution, on pourrait s'attendre à voir disparaître toute trace de dessin. Il n'en est rien cependant; le métal disparaît rapidement, mais non le sujet qu'il représentait, dont l'empreinte subsiste en traits déposés bien visibles comme si le verre avait été corrodé par le contact intime de l'aluminium.

Ce fait ne paraît pas résulter d'une action purement mécanique due à la rotation rapide de la meule ou à la chaleur dégagée au point de contact, car il se produit d'une façon encore plus marquée pour des dessins exécutés à la main, par simple friction, sur une plaque de verre entièrement immergée dans l'eau. La nature du verre, et aussi la manière dont la meule se comporte, influent quelque peu sur le résultat final qui peut être plus ou moins visible, mais, en règle générale, on reconnaît presque toujours une trace du dessin antérieur en plaçant la plaque de verre en bonne lumière.

Les essais faits pour constater si ce phénomène d'adhérence au verre était propre à l'aluminium ont été négatifs avec la plupart des autres métaux. L'or, l'argent, le platine, le cuivre, le fer, le nickel, etc., n'ont pas la moin-

dre tendance à laisser sur le verre par friction des traces métalliques appréciables, soit qu'on fasse l'expérience à la main avec ou sans emploi d'eau, soit qu'on la fasse au moyen d'une meule faite d'un de ces métaux et tournant rapidement. Trois métaux ont cependant, dans les mêmes conditions que l'aluminium, la propriété de se souder au verre, mais à des degrés divers. Ce sont :

1° Le magnésium, appartenant aussi à la famille des métaux terreux, possède cette propriété à un très haut degré, aussi l'emploi d'un crayon fait de ce métal permet l'écriture ou le dessin sur le verre ou la porcelaine avec plus de facilité qu'avec l'aluminium, et il suffit de la moindre humidité sur la surface frottée pour qu'on puisse y mettre une inscription avec autant de facilité qu'avec un crayon ordinaire sur une feuille de papier. Cela est si manifeste qu'il est presque possible de juger de l'état hygrométrique de l'air par le plus ou moins de difficulté qu'on rencontre dans l'exécution de cette singulière expérience.

Malheureusement l'oxydabilité du magnésium restreint les applications de ce genre qui pourraient en être faites. Le tracé au magnésium est éphémère; quelques jours parfois, quelques heures suffisent pour le faire disparaître.

Néanmoins on pourrait l'utiliser avantageusement pour l'ébauche de dessins destinés à être peints sur le verre, l'émail ou la porcelaine et qu'une goutte de vinaigre ferait disparaître ou l'oxydation naturelle au bout de peu de temps.

2° Le cadmium possède à un degré manifeste la même propriété que les deux métaux précédents; le trait fait à la meule ne manque pas d'éclat et d'analogie avec celui qui est obtenu avec l'aluminium lorsqu'il vient d'être

tracé. L'aspect en est cependant moins beau à l'envers de la plaque décorée, si c'est sur verre transparent, et ce métal ternit à la longue en se recouvrant d'une couche d'oxyde grisâtre.

3° Le zinc, le dernier de la série des métaux ayant la faculté d'adhérer au verre, mais avec bien moins de facilité que les trois premiers. Encore faut-il donner à la meule une grande vitesse et agir avec une pression très forte pour obtenir un résultat peu brillant. Plus encore qu'avec le cadmium le tracé obtenu manque complètement d'éclat à l'envers de la plaque. Avec ces deux métaux on ne peut arriver à laisser sur verre aucune trace visible s'ils sont simplement employés sous forme de crayons guidés à la main et cela pour la raison suivante.

Ainsi qu'il est dit plus haut l'emploi de l'eau, quoique préjudiciable, facilite avec l'aluminium et le magnésium l'adhérence au verre, soit à la main où elle devient indispensable, avec l'aluminium en particulier, soit à la meule où elle est alors superflue. Avec le cadmium et le zinc l'effet inverse se produit. L'interposition d'eau est un obstacle absolu à la prise du métal: il faut au contraire une surface sèche et éviter de souffler accidentellement l'haleine sur la plaque de verre. Ce fait singulier montre que pour ces deux derniers métaux le phénomène d'adhésion est d'une nature quelque peu différente.

Il était intéressant de vérifier si ces différents métaux se comportaient de même à l'égard d'autres substances n'ayant pas la silice pour base essentielle de composition.

Les essais faits dans ce sens ont donné les résultats suivants. Avec un cristal de corindon, par conséquent d'alumine cristallisée, l'adhérence de l'aluminium, du magnésium et du cadmium se fait aisément; il en est de

même avec la topaze, le rubis et l'émeraude. Le zinc, comme il fallait le prévoir, s'attache peu et plutôt plus difficilement que sur le verre. Il en est naturellement de même avec le quartz pur et ces quatre métaux. Par contre la même expérience répétée sur une facette d'un diamant a donné des résultats absolument nuls. Aucun métal essayé, pas plus l'aluminium que le magnésium ne laissent la moindre trace de leur frottement, si énergique soit-il, avec ou sans emploi d'humidité.

Ce point est intéressant, car voilà un procédé très simple pour reconnaître à la première inspection un diamant d'un strass ou de tout autre pierre employée en joaillerie. Il suffira de se servir d'un crayon d'aluminium ou mieux de magnésium en guise de pierre de touche et essayer de marquer la pierre suspecte légèrement humectée. Si c'est un diamant, le résultat sera négatif, si c'est un strass, le métal laissera sa trace indubitablement.

Une interprétation plausible de ces singuliers phénomènes d'adhérence serait prématurée, et elle ne pourrait pas être basée sur les résultats obtenus par un nombre trop restreint d'expériences faites dans ce sens jusqu'à ce jour. Y a-t-il une combinaison chimique produite par le frottement d'un de ces métaux et la substance frottée, cela est difficile à constater? ou bien une simple action moléculaire, très variable avec les corps en présence, laquelle a son analogue dans les phénomènes capillaires, si variables aussi d'un corps à l'autre, actions de telle nature que dans un cas, entre le verre et le mercure il y a répulsion, d'où dépression du liquide, et dans d'autres cas l'effet inverse se produit.

Résumé de ces quelques essais par ordre décroissant en facilité d'application.

	<i>Quartz.</i>	<i>Émeraude.</i>	<i>Topaze.</i>	<i>Corindon.</i>	<i>Diamant.</i>
<i>Magnésium</i>	Adhérence forte.	Adhérence forte.	Adhérence forte.	Adhérence forte.	Adhérence nulle.
<i>Aluminium</i>	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.
<i>Cadmium</i>	Adhérence.	Adhérence.	Adhérence.	Adhérence.	Id.
<i>Zinc</i>	Adhérence faible.	Adhérence faible.	Adhérence faible.	Adhérence faible.	Id.
<i>Argent et autres métaux.</i>	Adhérence nulle.	Adhérence nulle.	Adhérence nulle.	Adhérence nulle.	Id.

M. le professeur H.-F. WEBER de Zurich fait une communication relative à la *température à laquelle les corps commencent à émettre de la lumière*. Après avoir rappelé les résultats de ses propres expériences sur cette question M. Weber décrit les expériences que MM. A. E. Kennelly et R. A. Fessenden ont effectuées récemment.

En étudiant la variation de résistance électrique d'un fil de cuivre entre $+ 20^{\circ}$ et $+ 250^{\circ}$ centigrades, ces expérimentateurs ont été amené par extrapolation à fixer à 493° centigrades la limite à partir de laquelle ce fil émettait des radiations rouge sombre perceptibles à l'œil.

Cette température est notablement plus élevée que celle qui résulte des observations de M. Weber, confirmées d'ailleurs par plusieurs expérimentateurs. En examinant de près le dispositif des expériences de MM. Kennelly et Fessenden, M. Weber pense que cette divergence doit tenir à une erreur sur l'évaluation du coefficient de température du fil, provenant du dispositif employé.

M. CH.-ED. GUILLAUME rappelle que les observations de

M. Weber ont été confirmées à plus d'une reprise. Les mesures récentes de MM. Kennelly et Fessenden ont seules donné une température minima de l'émission lumineuse voisine de celle qu'avait indiquée Draper; mais dans ces mesures, la surface d'émission était trop étroite pour que son image couvrît, sur la rétine, la largeur d'un des cônes qui tapissent la *fovea centralis*; l'image se répartissant au point de vue de la sensation, sur la surface d'un cône entier, il est clair que les expériences de MM. Kennelly et Fessenden devaient donner une température trop élevée.

M. F. CORNU, de Bâle, décrit un procédé nouveau pour l'*observation des protubérances solaires*.

Depuis la belle découverte faite à peu près simultanément par M. Norm. Lockyer et par M. Janssen les protubérances solaires, ces amas irréguliers de matières gazeuses incandescentes, ces appendices de forme bizarre, que l'on voit émerger des bords du soleil lors des éclipses totales, ont pu être observées en dehors de ce phénomène si rare. Beaucoup d'astronomes se sont occupés dès lors de ces observations et il me suffira de rappeler ici les beaux travaux que le P. Secchi à Rome, Tacchini à Palerme et d'autres ont publié sur cette matière si intéressante au point de vue de la constitution physique et chimique de l'astre solaire.

Cependant, quoique la simple observation du disque solaire et de ses taches et facules, soit à la portée de chaque amateur, l'observation des protubérances ne lui est que difficilement accessible et est restée le privilège des observatoires bien outillés. Vouloir trouver une protubérance avec un télescope ordinaire muni d'un spec-

troscopie, est chose bien difficile; vouloir la suivre ou la retrouver est une entreprise presque impossible.

En faisant usage d'un instrument monté en équatorial, l'observation devient plus facile, toutefois si l'on veut explorer en entier le limbe solaire, l'on est obligé de procéder par tranches parallèles et la fente du spectroscopie coupant le bord solaire à angles différents, exige une correction à chaque changement.

Après m'être assuré de ces difficultés, et après avoir épuisé toute la série d'écrans que les matières colorantes mettent à notre disposition et dont quelques-unes me paraissaient présenter quelques chances d'absorber la lumière intense du soleil tout en laissant passer librement les radiations particulières aux protubérances sans mieux avoir réussi que d'autres à observer les protubérances directement et sans dispersion de lumière par des prismes, je me suis appliqué, avec le concours de l'Institut d'optique de E. Suter à Bâle à construire un appareil spectral permettant d'observer commodément le bord du soleil, sans télescope. Dans ce but, je place sur une base solide un héliostat qui renvoie horizontalement ou verticalement, par réflexion sur miroirs plans argentés, un faisceau de rayons solaires d'environ 10 centimètres de diamètre.

Ce faisceau traverse une lentille achromatique du même diamètre et de 1 m. 60 de longueur focale et vient former au foyer de cette lentille une image bien nette du soleil d'environ 15 mm. de diamètre.

Le spectroscopie lui-même se compose d'un tube collimateur à fente rectiligne et lentille pour rendre les rayons de lumière parallèles, d'un système de cinq prismes en flint de 60° d'angle chacun et d'une petite lunette d'observation grossissant environ dix fois.

Le système de prismes est fixé entre deux platines de métal; après avoir été ajustés exactement verticaux et placés de manière à ce qu'une flamme colorée de lithium ou un objet éclairé par elle apparaisse net et sans déformation au sortir du 5^me prisme, c'est-à-dire après avoir subi une déviation d'à peu près 310° , les prismes ont été fixés à l'une des platines par un enduit plusieurs fois répété de couleur à la céruse le long des trois arêtes de la base, puis enduits de même à la partie supérieure et serrés définitivement entre les deux platines par une vis centrale servant d'axe au système. Le tube collimateur et la lunette sont fixés sur le pourtour d'une boîte en métal dans laquelle le système de prismes est introduit.

Enfin le spectroscopie est fixé par le tube collimateur sur un support construit de manière à lui donner un mouvement radial et un mouvement circulaire, et selon que le faisceau lumineux réfléchi par le miroir de l'héliostat est horizontal ou vertical, ce support peut être fixé dans les deux sens.

L'appareil étant placé de manière à ce que le centre de l'image solaire corresponde à l'axe du collimateur placé au point central, il est évident qu'en ramenant par le mouvement radial cet axe sur le bord de l'image et en faisant ensuite fonctionner le mouvement circulaire il rasera le contour de l'image. Si la fente du collimateur est alors placée dans le sens radial, et suffisamment amincie, on aperçoit la bande spectrale divisée en deux parts, celle correspondant au bord de l'image solaire, brillante, avec les raies de Fraunhofer bien déliées, celle en dehors du bord, sombre et avec quelques raies de premier ordre; la ligne séparant ces deux bandes est bien tranchée, si la mise au point est exacte.

Si l'on observe ainsi, en suivant le bord solaire on aperçoit en prolongement de la raie C de l'hydrogène (de même des autres raies de cet élément) dans la bande sombre un bout brillant correspondant à l'épaisseur de la chromosphère solaire et partout où une accumulation gazeuse, c'est-à-dire une protubérance se présente, cette raie brillante dans le fond sombre comme un fil incandescent, s'allonge selon la hauteur de la tranche que laisse voir la fente du collimateur. En tournant de 90° soit à droite, soit à gauche, le spectroscope dans la douille qui retient le tube du collimateur au support, la fente devient tangente au bord solaire. Dans ce cas la raie C devient brillante sur toute la largeur de la bande spectrale et les protubérances apparaissent tantôt comme greffées sur cette raie, tantôt flottant librement à une certaine distance ou formant voûte comme un panache de feu.

L'observation peut être faite aisément sur la raie bleue F de l'hydrogène, sur la raie jaune de l'hélium, mais elle se fait avec le moins de fatigue pour la vue sur la raie C.

En terminant il me sera permis de faire quelques réflexions sur la chimie solaire. Par suite de la merveilleuse concordance qui règne entre les éléments électropositifs que l'on a découverts dans le soleil par l'analyse spectrale et ceux que notre planète renferme, il me paraît bien difficile d'admettre que le noyau de notre système solaire ne renferme pas, lui aussi, les éléments électronégatifs, l'oxygène en particulier, qui constitue une part si considérable de la terre, et cependant les observations les plus délicates, celles entre autres de Janssen sur le sommet du Mont-Blanc n'ont pas encore révélé de traces de ce corps sur le soleil.

Je crois que nous devons à priori admettre la présence des éléments halogènes sur le soleil, mais que, par suite des affinités chimiques qu'engendrent les hautes températures qui doivent régner bien au delà des dernières limites de l'atmosphère solaire; ces éléments ne s'y trouvent pas à l'état libre, mais sont combinés à l'hydrogène et aux autres éléments métalliques électropositifs, de manière qu'ils n'apparaissent pas plus à l'examen spectroscopique du soleil que dans l'analyse spectrale des combinaisons où, sauf dissociation sous l'action des pôles électriques, nous ne voyons jamais dans un oxyde ou un chlorure métallique volatilisé dans une flamme que les raies du métal, et pas de traces de celles du chlore ou de l'oxygène. Pour en dévoiler la présence, il faudra sans doute encore apporter des modifications importantes aux appareils qui ont déjà donné par l'analyse spectrale de si magnifiques résultats.

M. le prof. Dr G. HUBER à Berne fait une communication sur la *photographie des rayons de plus petite longueur d'onde*, telle qu'elle a été obtenue par M. Schumann à Leipzig, d'après ses comptes rendus à la Wiener Akademie en 1893 et d'après une communication personnelle.

M. Schumann est parvenu à prolonger le spectre ultraviolet au delà de la double ligne de l'aluminium N32 ($\lambda = 186$ et $185,2 \mu\mu$), point extrême connu en 1890. Cette partie nouvelle du spectre est deux fois plus étendue que celle comprise entre les lignes H β et Al32. M. Schumann a atteint ce résultat en employant un spectroscopie à vide avec des plaques photographiques aux sels halogénés purs de l'argent préparés par lui-même et en remplaçant le quartz de la partie optique de l'appareil par un

spath-fluor blanc. C'est le spectre ultra-violet de l'hydrogène qu'on aperçoit le plus loin, il se termine par une ligne dont M. Schumann évalue la longueur d'onde à $100 \mu\mu$. Les recherches ne sont pas encore terminées.

M. le Dr KOWALSKI, professeur à l'Université de Fribourg, traite de la *dispersion de l'électricité par les rayons cathodiques*¹.

M. BILLWILLER, directeur de l'Institut météorologique central de Zurich, fait une communication sur *l'origine des vents des vallées*.

Il fait ressortir d'abord leur grande importance pour le climat des régions élevées, importance résidant dans la circulation régulière de l'air qu'ils amènent chaque jour. Lorsqu'il ne règne aucun courant atmosphérique général, l'air reste stationnaire au-dessus de la plaine et cet air se charge alors de plus en plus de particules solides et de poussières, surtout durant la saison chaude. Aitken a prouvé par ses recherches expérimentales que la proportion de poussière de l'atmosphère dans la plaine est beaucoup plus forte que dans les régions supérieures et cela surtout dans le voisinage des villes. Or du fait de l'alternance des vents de vallées et des vents de montagne, ou autrement dit, des vents de jour et de nuit, l'air plus pur des hauteurs est amené d'en haut aux versants des montagnes et jusqu'au fond des vallées.

Comment naissent les vents de montagnes? Il n'y a pas de doute que leur cause réside, comme pour tous les courants atmosphériques, dans des différences de pression

¹ Nous n'avons reçu de l'auteur aucun compte rendu de cette communication.

barométrique. La liaison entre la distribution de la pression dans l'atmosphère et les grands courants généraux qui la sillonnent est connue depuis longtemps et ressort immédiatement de l'inspection des cartes synoptiques journalières. L'air se meut toujours des régions où règne une haute pression vers celles où la pression est faible, la direction de ce mouvement étant d'ailleurs modifiée par celle du mouvement de rotation de la terre. On n'avait fait jusqu'ici la preuve que l'origine des vents locaux réside dans des différences de pression que pour les brises de terre et de mer. Il convient de citer à ce propos l'intéressante série d'observations faite par Blanford à Calcutta et dans le golfe du Bengale.

M. Billwiller rappelle la discussion qu'il a faite précédemment des observations barométriques des stations météorologiques de Bevers et de Sils situées à 17 kilomètres de distance l'une de l'autre (voir *Meteorologische Zeitschrift*, vol. XV). En ramenant les pressions au même niveau, on constatait qu'à 4 heure de l'après-midi la pression était plus faible de 0^{mm}.3 à 0^{mm}.9 à Bevers qu'à Sils, tandis qu'à 9 h. du soir et à 7 h. du matin elle était un peu plus forte. Cela explique le vent qui descend la vallée dans les beaux jours chauds de l'été. Dans le courant de l'été 1893 il a pu établir d'une façon plus précise encore la marche diurne des différences de pression dans les stations de Maloja et de Bevers, au moyen de deux barographes Richard de grand modèle, contrôlés au moyen de nombreuses lectures directes faites à des baromètres à mercure.

Pour expliquer ces résultats il faut remonter au phénomène fondamental de la variation diurne de la pression barométrique. Cette variation présente à la fois une oscil-

lation unique diurne et une double oscillation ; la courbe qui résulte des observations ne donne que la combinaison de ces deux mouvements.

Le professeur Hann s'est, depuis quelques années, occupé activement de l'étude de ces phénomènes et a démontré que la double oscillation diurne a un caractère universel. Elle présente une amplitude maximum sous les tropiques où elle atteint 3^{mm} et où sa marche est la plus régulière ; cette amplitude diminue avec la hauteur et en se rapprochant des pôles. On n'a pas encore trouvé d'explication absolument satisfaisante pour cette double oscillation, mais il est assez probable que son origine est d'ordre cosmique. Les causes de l'oscillation simple de la variation sont, au contraire, à chercher pour la plus grande part, dans des circonstances locales et surtout dans la forme et la nature du terrain. Sur les hauts sommets, le maximum du matin est retardé par suite de l'ascension des couches atmosphériques inférieures produite par l'échauffement, et le minimum de l'après-midi devient plus faible à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau de la mer. Dans les vallées encaissées et allongées, telles que le Valais, c'est le contraire : le minimum de l'après-midi s'accuse fortement durant les jours chauds, tandis que le minimum nocturne disparaît presque complètement. Or le professeur Hann a démontré que l'on peut représenter d'une manière très complète et très fidèle la marche de la variation diurne du baromètre au moyen de la formule de Bessel appelée analyse harmonique par les Anglais. Cette formule est donc précieuse pour discuter la variation diurne et comparer son allure en divers lieux.

Soient, dans la série

$$a_1 \sin (A_1 + x) + a_2 \sin (A_2 + 2x) + \dots$$

les coefficients numériques a_1 et a_2 , les amplitudes des deux oscillations, simple et double; les angles A_1 et A_2 les époques de ces oscillations; soit de plus x le temps, variable, compté de manière que $x = 0$ à minuit. Remarquons enfin que, dans le calcul, on peut se borner aux deux premiers termes de la série parce que déjà le 3^{me} terme ne fournit plus que des oscillations de quelques centièmes de millimètre.

Voyons maintenant les résultats fournis dans la haute Engadine par la série d'observations de quinze jours seulement, du 21 juillet au 3 août 1893, dont plusieurs ont été caractérisés par un temps incertain et se prêtaient mal à faire ressortir les circonstances purement locales. On trouve pour la variation diurne de la pression barométrique: 1° à Maloja, la formule

$$0^{\text{mm}}.222 \sin (91^{\circ}33' + x) + 0^{\text{mm}}.267 \sin (140^{\circ}28' + 2x)$$

2° à Bevers, situé à 22 km. plus en aval et à 100 m. au-dessous de Maloja :

$$0^{\text{mm}}.520 \sin (65^{\circ}7' + x) + 0^{\text{mm}}.286 \sin (152^{\circ}32' + 2x)$$

On constate immédiatement que les constantes des seconds termes, qui représentent la double oscillation, concordent presque exactement dans les deux formules (la petite divergence s'explique par la différence d'altitude des deux stations.) Les constantes des premiers termes, qui dépendent de l'amplitude de l'oscillation simple, liée aux circonstances locales, diffèrent par contre beaucoup l'une de l'autre. Si l'on tient compte en outre de l'influence des variations de température de la couche atmosphérique de 100 m. d'épaisseur qui sépare les deux stations, on

obtient, pour la marche diurne de la différence de pression entre Bevers et Maloja, la formule :

$$\text{Diff.} = 0^{\text{mm}}.206 \sin (42^{\circ}3' + x) + \\ 0^{\text{mm}}.057 \sin (195^{\circ}15' + 2x)$$

Il en résulte pour les gradients barométriques calculés de deux en deux heures, les valeurs :

Minuit.	2 h. m.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.
+ 0.12	+ 0.14	+ 0.16	+ 0.17	+ 0.12	0.00
Midi.	2 h. s.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.
— 0.15	— 0.25	— 0.24	— 0.13	— 0.01	+ 0.08

Or ces gradients répondent parfaitement aux changements de direction et d'intensité des vents des vallées observés durant la saison chaude dans la haute Engadine. Le gradient atteint naturellement une valeur sensiblement plus forte dans les journées très chaudes et est monté jusqu'au chiffre de $4^{\text{mm}}.0$.

Une étude complète et détaillée de ces faits, mise en regard de la théorie du professeur Hann sur les vents des vallées, paraîtra dans l'année 1893 des *Annales de l'Institut météorologique central*.

M. le prof. HAGENBACH-BISCHOFF de Bâle fait un très bref exposé d'expériences en cours d'exécution *sur les décharges des bouteilles de Leyde et les actions inductrices qu'elles produisent*. Ces recherches n'étant pas encore achevées, leur auteur désire ne pas se départir de la plus prudente réserve sur leur signification. Il se borne à signaler quelques résultats nouveaux et assez curieux relatifs aux quantités d'électricité mises en mouvement et à la longueur des étincelles induites obtenues.

M. BILLETER, professeur à l'Académie de Neuchâtel, a

fait à la première assemblée générale un exposé d'ensemble de nos connaissances *sur les dissolutions*¹.

M. le D^r SCHUMACHER-KOPP, de Lucerne, indique que la *nitroglycérine projetée sur une plaque métallique chauffée au rouge*, ne fait pas explosion, mais brûle tranquillement.

Ce phénomène, dont la cause doit probablement être cherchée dans la production d'un état sphéroïdal, se prête à une curieuse expérience de cours. Il convient de procéder comme suit : Une faible quantité de nitroglycérine est aspirée dans une pipette dont l'écoulement peut être réglé par un tube de caoutchouc fermé à son extrémité supérieure. On chauffe ensuite au rouge une plaque de cuivre d'une épaisseur d'un millimètre environ, sur laquelle on laisse tomber le liquide goutte à goutte. On observe que chaque goutte (dont le poids ne doit pas dépasser 5 mgr) brûle tranquillement. Puis on éloigne le brûleur tout en continuant la projection de nitroglycérine; à mesure que la plaque se refroidit, il se produit alors de petites explosions, qui deviennent de plus en plus rapides et fortes, jusqu'à ce que, à une température de 185° environ, elles atteignent leur maximum d'intensité et que la plaque de cuivre soit violemment courbée en deux.

¹ Il n'y a pas lieu d'analyser ici cette communication, qui ne renfermait pas de recherches originales inédites.

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE

Fondation de la Société zoologique suisse. Pendant la réunion de la Société helvétique à Lausanne, les membres de la section de zoologie ont décidé la fondation d'une Société zoologique suisse destinée à favoriser l'étude de la faune indigène. Cette société vient d'être constituée en section de la Société helvétique des Sciences naturelles; elle a adopté le programme suivant :

1° Il est fondé une *Société zoologique suisse* dont le premier mandat est l'étude de la faune helvétique.

2° Pour faire partie de la Société, il faut être membre de la Société helvétique des Sciences naturelles : l'admission de nouveaux membres est prononcée à la majorité absolue des votants présents à l'assemblée annuelle.

3° Les membres s'engagent à développer autant que possible soit par eux-mêmes, soit autour d'eux, la connaissance de la faune suisse : un des premiers desiderata est une bibliographie zoologique suisse complète.

4° L'assemblée générale de la Société zoologique est convoquée en même temps que la session annuelle de la Société helvétique des Sciences naturelles, et pour sa partie scientifique se confond avec la section de zoologie.

5. A chaque assemblée un rapport sera présenté sur les travaux concernant la faune suisse accomplis pendant l'année écoulée; il sera publié dans les comptes rendus de la Société.

6° Au point de vue de la nomenclature zoologique, la

Société adhère aux décisions des congrès internationaux de 1889 et 1892.

BUREAU DE LA SOCIÉTÉ.

Présidents d'honneur :

Prof. Dr L. RÜTIMEYER.

Prof. Dr C. VOGT.

Président : Prof. Dr Th. STUDER.

Vice-Président : Dr V. FATIO.

Secrétaire : Dr M. BEDOT.

Membres : Prof. Dr F.-A. FOREL; Prof. Dr A. FOREL; Prof. Dr A. LANG; Prof. Dr ZSCHOKKE; Prof. Dr BLANC; Prof. Dr BUGNION; Prof. Dr BERANECK; Prof. Dr YUNG; H. FISCHER-SIGWART; Th. BÜHLER-LINDENMAYER; Dr V. MANDACH; Dr C. MÆSCH; Dr LARGUIER.

Zoologie.

Président : Dr VON MANDACH, de Schaffhouse.

Secrétaires : Prof. BÉRANECK, de Neuchâtel.

Dr VOGT, d'Iéna.

J. Nuesch. Fouilles au Schweizersbild. — Alex. Herzen. Survie après double section du nerf vague. — V. Fatio. Déplacement de couleurs dans l'espèce. — E. Yung. Phénomène de la digestion chez les poissons. — E. Bugnion. Développement des Sélaciens. — Th. Studer. et E. Bannwarth. Crania helvetica. — Th. Studer. Faune du Schweizersbild. — Dr Urech. Variation dans les couleurs du Papilio Machaon. — M. Jaquet. Vessie natatoire des loches. — Arn. Lang. Ambulacres des Échinodermes. — A. Forel. Polymorphisme des Fourmis.

M. le Dr J. NÜESCH, de Schaffhouse, fait dans la seconde assemblée générale une communication très développée sur les résultats des fouilles de la station préhistorique du Schweizersbild.