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: 80 (1897)

Vereinsnachrichten: Physique

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: 12.07.2025

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

Physique.

Président : M. le prof. Ed. HAGENBACH-BISCHOFF, de Bâle.
Secrétaire : M. le Dr Aug. HAGENBACH, de Bâle.

Eb. de Zeppelin. Les bruits mystérieux de l'atmosphère. — Raoul Pictet. Les cycles non réversibles dans les forces naturelles. — R Pictet. Les courants alternatifs dans les phénomènes de l'électrolyse. — Henri Dufour. Action des rayons Rœntgen sur les corps électrisés. — Hagenbach et Veillon. Renversement de l'action des soupapes électriques avec l'abaissement de la pression. — Ch. Dufour. Recherche de la température de l'air par la marche d'un thermomètre non équilibré. — A. Riggenbach. Précipitations atmosphériques. — Ed. Sarasin. Les seiches du lac des IV Cantons. — Prof. Arnet. Même sujet. — R. Emden. Vagues atmosphériques. — A. Soret. Réflexion à la surface d'un lac agité par les vagues. — Raoul Pictet. Réservoir pour acétylène liquide.

Le comte Eberhard DE ZEPPELIN d'Ebersberg a parlé à la première assemblée générale d'un problème de géophysique, savoir des *bruits mystérieux* qui se font entendre dans les contrées et latitudes les plus différentes de notre planète. Connus depuis longtemps, surtout en Suisse, ces bruits sont encore loin d'être suffisamment étudiés et expliqués dans leur nature et leur origine; mais tous ceux qui ont eu l'occasion de les entendre sont plus ou moins d'accord pour dire qu'ils consistent dans des sons ou coups sourds, qui se produisent soit isolément, soit en séries, à des intervalles inégaux et ordinairement dans des conditions météorologiques particulières, c'est-à-dire par des temps de chaleur comparativement grande et même intense, lorsque toute l'atmosphère est chargée d'une brume sèche blanchâtre ou que tout au moins ses couches inférieures sont remplies de brouillard. Dans nos

contrées, les bruits en question paraissent surtout au commencement d'un régime de föhn. Généralement on y voit un présage de mauvais temps, à l'exception du delta du Gange et du Brahmapoutra, où les détonations connues sous le nom de « Barisal guns » ne se produisent que quand un temps pluvieux est déjà établi. En Belgique par contre, où le phénomène porte le nom de « Mistpœffers » (rots de brouillard) et est le mieux étudié, les bruits ne se font entendre que par un temps calme et serein avec pluie consécutive.

De nos jours et dans des pays civilisés, ces détonations sont ordinairement attribuées par les indigènes à des exercices d'artillerie à la place d'armes la plus voisine, ou bien aussi à des explosions de mines et d'autres bruits artificiels de ce genre. Souvent aussi le tonnerre d'un orage lointain en est donné comme explication. Mais des recherches scrupuleuses, indispensables naturellement dans chaque cas spécial, ont démontré d'une manière indubitable pour un grand nombre de cas et dans les contrées les plus différentes, que ni l'une, ni l'autre de ces explications n'est admissible et que nous avons en effet affaire à un vrai phénomène naturel [1].

Pour l'orateur, l'existence propre de ce phénomène des détonations en question est prouvée non seulement par le caractère d'un grand nombre d'observations, mais surtout par le fait que le « peuple » croyait généralement

[1] Les lecteurs qui s'intéressent à la question trouveront un résumé d'ensemble de toutes les observations de ce phénomène connues jusqu'à présent dans les publications de M. le Dr van den Brœck de Bruxelles, dans les numéros de décembre 1895 à juin 1896, de *Ciel et Terre* (Un phénomène mystérieux du globe) et de l'orateur dans le XXVme cahier des mémoires de la société historique du lac de Constance de 1896 (*Zum sog. Seeschiessen*).

autrefois et croit encore, dans les pays non civilisés, devoir attribuer ces bruits (aussi bien que d'autres phénomènes naturels, pour lesquels il ne trouvait et ne trouve pas d'autre explication), à l'influence de spectres et de revenants et que des mythes plus ou moins concordants et remontants à l'antiquité la plus reculée s'y rattachent dans toutes les parties du monde.

Pour la Suisse particulièrement, Hugi nous relate (dans *Naturhistorische Alpenreise*, Soleure 1830, chap. 2), que jadis, d'après la croyance du peuple, c'étaient les âmes damnées des anciens seigneurs du Rotthal près de la Jungfrau ou des Bourguignons tués dans la bataille de Morat qui devaient produire les bruits qu'on entend assez fréquemment tout le long du Jura, et qui y sont connus surtout sous les noms de « tir de Morat », « tir de Rothenburg » et autres. A propos de ce dernier nom, l'orateur cite en souvenir historique quelques curieux incidents occasionnés par des cas de tir de Rothenburg lors de la guerre du Sonderbund en 1847.

Les essais d'explication du phénomène sont presque aussi nombreux que les observateurs eux-mêmes ; mais il y a surtout deux opinions principales opposées : les uns, prétendant avoir remarqué une vibration du sol accompagnant les détonations, croyent à des causes endogènes, principalement séismiques, les autres, niant catégoriquement toute trépidation, n'admettent qu'une origine purement atmosphérique. En se référant pour les détails des différentes explications aux deux publications susmentionnées, l'orateur se borne à dire que l'hypothèse sur laquelle MM. les professeurs Drs Charles Reiff de Heilbronn, et Auguste Schmidt (chef du bureau central de météorologie) de Stuttgart, ont bien voulu

appeler son attention, lui paraît avoir le meilleur fondement. D'après cette hypothèse, une perturbation quelconque de l'équilibre dans l'atmosphère donnerait naissance à des ondes d'ébranlement de longueur définie qui, en procédant selon la loi résumée déjà par le mathématicien Riemann (*Riemann's gesammelte Werke*, p. 145) dans la forme exacte de l'intégration d'une équation différentielle, doivent se rétrécir de plus en plus et finir par se condenser en des explosions proprement dites et perceptibles à notre oreille. Ces ondes d'ébranlement et de condensation, la température par exception à la règle générale ne diminuant pas avec l'altitude ou le vent aidant, trouvent moyen de se propager assez loin le long de la surface de la terre, ou bien les ondes sonores arrivent à suivre une courbe concave vers la terre au lieu de leur courbe régulièrement convexe[1].

L'orateur termine en souhaitant que les naturalistes suisses veuillent bien profiter de l'excellente occasion que leur fournit leur pays et prêter leurs lumières à l'étude du problème.

M. Raoul Pictet, de Genève, a fait à la deuxième assemblée générale une communication sur les *cycles non réversibles dans les forces naturelles.*

Outre les moulins à eau, les moulins à vent et les

[1] Récemment une nouvelle explication a été publiée par M. Lieckfeldt dans les *Annales d'Hydrographie et de Météorologie maritime* (organe de la deutsche Seewarte à Hambourg) n° VII de 1897, p. 308, etc. Cette explication, qui est en tout cas très ingénieuse, serait plausible si toutefois l'examen ultérieur de la question prouvait comme elle l'admet que les détonations mystérieuses ne se produiraient qu'au-dessus de nappes aqueuses ou de terrains imbibés d'eau.

machines fonctionnant sous l'action des marées, on ne connaît guère aujourd'hui de machines motrices dont la puissance soit sans cesse reconstituée par les forces naturelles.

Tous ces moteurs fonctionnent en cycle non réversible, c'est-à-dire qu'ils abandonnent l'élément qui agit sur les organes en mouvement dans des conditions qui ne sont pas identiques à celles du point de départ. Il est donc impossible de leur appliquer le second principe mécanique de la chaleur.

On peut se demander si les trois utilisations des forces naturelles que nous venons d'indiquer sont les seules que l'homme ait à sa disposition.

La communication de ce jour a pour but d'en indiquer une quatrième, l'air sec, représentant un potentiel d'énergie considérable, capable de produire des effets de même ordre que les moteurs cités plus haut.

Pour bien faire entendre ce sujet, qui demanderait un très grand développement, surtout pour les applications industrielles, nous n'indiquerons ici que le principe de l'application de l'air comme force motrice.

Supposons que nous soyions près du Nil, dans un pays où l'air étant toujours chaud et sec, la température ambiante peut atteindre de 40 à 50 degrés de chaleur. Si nous faisons entrer dans un cylindre de machine à vapeur de l'air sec sur les deux tiers de la course, par exemple, et que nous laissions tomber dans cet air sec, à ce moment, une certaine quantité d'eau du Nil supposée à la même température, dès qu'elle aura pénétré dans l'air sec elle se vaporisera partiellement, ajoutant à la tension de sa vapeur la pression de l'air sec. Si au moment de l'introduction de l'eau on a fermé le cylindre et si on l'a

plongé dans un réservoir ayant la même température que celle de l'intérieur, l'évaporation de l'eau à l'intérieur du cylindre absorbera une certaine quantité de chaleur empruntée à la chaleur ambiante, sans que le thermomètre puisse indiquer un refroidissement, le phénomène pouvant se passer aussi lentement qu'on le désire. La poussée dans l'intérieur du cylindre représentera une poussée supérieure à la pression atmosphérique de toute la valeur de la tension de la vapeur d'eau. Le piston deviendra donc moteur et emmagasinera dans le volant le travail de la masse des gaz qui se détendront jusqu'à la pression atmosphérique. En retournant en arrière, le piston évacue librement à la pression atmosphérique l'air chargé d'humidité. Cet air humide est envoyé dans l'atmosphère sous la pression sous laquelle il est entré. Après l'évacuation, on peut introduire de nouveau une certaine quantité d'air sec qui se trouve abondamment dans la région où est ce moteur, puis encore une certaine quantité d'eau, et ainsi à chaque révolution, en ajoutant de l'eau à l'air sec et en évaporant cette eau dans l'air sec à une température constante, on augmente artificiellement et sans dépense la pression de l'air sec, qui se détend chaque fois en communiquant au volant une certaine quantité d'énergie.

Ce moteur marche à température constante.

Pendant l'introduction de l'air dans le cylindre, pendant la vaporisation de l'eau dans l'air, pendant le travail de dépense de ces masses agissant sur le piston et le volant, enfin, pendant l'évacuation de ces gaz à la pression atmosphérique au dehors, la température est restée constante par l'afflux de la chaleur ambiante à l'intérieur du cylindre et grâce à la conductibilité complète qu'on peut admettre pour les parois du cylindre.

Ce serait donc un moteur thermique fonctionnant avec de l'air sec et de l'eau à une seule température et qui produit une certaine quantité d'énergie utilisable au dehors.

Le cycle n'est pas réversible, puisqu'on aspire de l'air sec et de l'eau et qu'à la fin de l'opération on jette dehors de l'air humide sans eau. Ce sont les déserts qui chauffent l'eau et l'air descendus des hautes régions de l'atmosphère, où l'eau s'est déposée sous forme de neige et où l'air refroidi et sec redescend dans la partie inférieure du pays.

Les forces naturelles ferment le cycle.

Le second principe mécanique de la chaleur ne saurait donc s'appliquer à ce moteur, et l'on peut réellement sortir de la force motrice par la simple adjonction d'eau à l'air sec.

Ces considérations générales nous ont conduit à l'étude d'un moteur qui a pour but de donner une grande quantité d'énergie en utilisant le mélange d'air sec et de vapeur d'eau.

Ce moteur est particulièrement destiné à remplacer les machines à vapeur qui fonctionnent sans condensation, et qui, par leur principe même, rejettent toujours dans l'atmosphère de la vapeur d'eau à 100 degrés de chaleur, à cause de la tension maxima de la vapeur d'eau faisant équilibre à la pression atmosphérique.

En comprimant par un cylindre auxiliaire une certaine quantité d'air à une pression donnée, égale à celle de la chaudière à vapeur, en faisant barboter cet air dans l'intérieur de la chaudière de telle sorte que l'air et la vapeur d'eau entrent simultanément dans le cylindre du moteur, on peut calculer le cylindre moteur de telle sorte

que l'air atmosphérique chauffé à la température supérieure de la vapeur et même à une température plus élevée, si l'on adopte la surchauffe, remplisse les deux tiers ou les trois quarts du cylindre, de manière à ce que le poids de la vapeur d'eau entraînée à chaque coup soit le tiers ou le quart de ce même poids si le cylindre était rempli uniquement de vapeur d'eau. Dans ces conditions, le moteur fonctionne comme si la température inférieure du cycle qui se termine au dehors de la machine était à la tension maxima de la vapeur d'eau dans le cylindre au moment de la sortie, c'est-à-dire de un tiers ou de un quart d'atmosphère.

Ces conditions permettent à une machine fonctionnant avec l'air et l'eau d'atteindre le rendement d'une machine de même puissance fonctionnant à condensation, et même davantage. Ce sont les forces naturelles hors de la machine qui se chargent de fermer le cycle en condensant la vapeur et en reconstituant l'eau sous forme liquide.

Le calcul appliqué aux moteurs d'automobiles où les appareils sont nécessairement de grande dimension pour pouvoir produire aux rampes un travail sept ou huit fois plus considérable qu'en palier, utiliseront avec avantage l'application simultanée de l'air et de l'eau, car dans la marche ordinaire en palier, ces moteurs fonctionneraient presque uniquement à l'air avec une dépense très faible de combustible, tandis que fonctionnant à l'eau seule, ils devraient remplir chaque fois leur cylindre de vapeur d'eau en n'utilisant qu'une très petite partie de la puissance de cette vapeur.

Ainsi, l'adjonction de l'air à l'eau dans les moteurs place d'une façon fondamentale leur rendement économique.

En faisant fonctionner entre la pression atmosphérique et une pression de 9 atmosphères un mélange d'eau et de vapeur porté à une température de 350 degrés, et en l'abandonnant à la pression atmosphérique dans un échangeur qui utilise une partie de la chaleur d'échappement, — ce qui est impossible avec les machines à eau pure dans les mêmes proportions, — on obtient un rendement de près de 42 °/₀ de la chaleur totale produite par le combustible, et l'on peut alimenter un moteur de 3 ½ chevaux avec environ 7 kilos d'eau par heure.

Dans un travail en voie de préparation, nous donnerons tous les éléments du calcul et la théorie complète de ces nouveaux moteurs.

A la séance de la section de physique, M. Raoul PICTET présente une *étude des courants alternatifs dans les phénomènes de l'électrolyse.*

Une erreur très répandue en physique aujourd'hui a fait considérer les courants alternatifs comme incapables de produire les phénomènes de l'électrolyse, le courant détruisant dans chaque période l'effet produit dans la phase précédente. Les électrolyses dans les liquides semblent donner raison à cette manière de voir : de là une généralisation trop rapide à laquelle on est arrivé sans apporter à ce problème une attention et une critique suffisantes.

Lorsque est apparu le carbure de calcium sortant du four électrique, on a constaté qu'on obtenait ce corps aussi bien avec le courant continu qu'avec le courant discontinu. Immédiatement, on a appliqué la loi, et on a dit : puisque les courants discontinus produisent le carbure de calcium, ce corps n'est donc pas le résultat de

l'électrolyse, mais il est dû à l'élévation de température considérable produite par l'arc électrique. Cette conclusion est erronée. Le carbure est produit par une action électrolytique très réelle.

Reste à expliquer comment il est possible qu'un courant alternatif puisse produire une action électrolytique.

Tout d'abord, pour démontrer que l'élévation de température seule est incapable de produire du carbure de calcium, nous avons chauffé par tous les moyens possibles un mélange de chaux et de charbon, employant même puissance du chalumeau oxhydrique : nous n'avons rien obtenu, bien que plusieurs brevets pris par des inventeurs fallacieux fussent fondés sur ces moyens. Même en associant la chaux et le charbon à des réducteurs aussi puissants que le sodium métallique, nous n'avons jamais pu arriver à la décomposition de la chaux et à l'union du calcium métallique et du charbon. Même en chauffant le mélange de chaux et de charbon au centre d'une baguette de charbon traversé par un courant électrique qui la porte au ramollissement, et par conséquent à une température voisine de celle de l'arc électrique, la combinaison n'a pas pu être obtenue. Par contre elle a lieu instantanément dans l'arc électrique soit par un courant continu, soit, tout aussi bien, par un courant alternatif.

Voici comment nous interprétons ces phénomènes : Lorsque le courant électrique passe d'une pointe de charbon à une autre pointe de charbon, il change nécessairement la ligne de plus grande conductibilité, et l'on peut voir dans le mélange de chaux et de charbon placé entre les deux électrodes comme une infinité de circuits, courants dérivés dont la somme représente le courant total. Que le courant passe dans un sens ou dans l'autre, ces

conducteurs infiniment petits restent à peu près les mêmes.

Le conducteur solide de chaux et de charbon est constitué par une série de molécules immobiles, vu l'état solide de ce conducteur. La polarisation de ces molécules, c'est-à-dire leur orientation par rapport aux électrodes est donc impossible. Ce sont, comme nous venons de le dire, des molécules fixes que traverse le courant.

Par le calcul des probabilités, on peut démontrer que le nombre des molécules orientées, comme si la polarisation électrique avait eu lieu, est absolument le même quel que soit le sens du courant. Mais, dès que la réaction a eu lieu, la combinaison du calcium et du charbon produit un corps liquide meilleur conducteur que le corps solide, par contre, il s'échappe immédiatement en coulant dans la partie inférieure du creuset. La résistance que le courant éprouve dans le carbure de calcium une fois constitué est trop faible pour que l'électrolyse se produise, que le courant soit continu ou non.

Ainsi, à chaque période, le courant va chercher dans le corps solide qui fait la résistance principale du courant des éléments qu'il dissocie quel que soit son sens ; ces éléments dissociés se recombinent par l'énergie électrique quel que soit le sens du courant, et dès que la réaction moléculaire s'est produite, la molécule liquide s'écoule, traversée par des courants qui l'échauffent, mais ne la décomposent plus. Ce mécanisme explique parfaitement que les courants alternatifs peuvent dissocier la chaux électrolytiquement et céder leur énergie au calcium pour permettre sa réaction chimique avec le charbon.

On peut vérifier ces faits en suivant les ampèremètres et les voltmètres placés à côté des fours. Avant que la réac-

tion se soit produite, le voltage correspond à la résistance que le courant rencontre dans la chaux et le charbon mélangés; mais dès que la réaction a eu lieu, on voit le voltmètre descendre avec une rapidité considérable, indiquant la chute de la résistance, tandis que l'ampèremètre augmente en proportion. La fabrication de carbure est moins bonne avec cet abaissement de voltage; la réaction faite, le courant qui traverse ce corps l'échauffe en pure perte sans produire aucun effet utile.

C'est en observant ces phénomènes que nous avons été amené à fabriquer le carbure d'une manière continue, en évitant absolument le maintien du carbure fondu en contact avec l'arc électrique. Au fur et à mesure que la réaction s'est produite, le liquide s'échappe et coule de lui-même. Le rendement d'un four semblable est infiniment supérieur à celui des fours où le carbide reste en contact avec l'arc.

Dans les corps solides traités électrolytiquement, on obtiendra des phénomènes semblables toutes les fois que le nouveau corps, résultat de l'électrolyse des conducteurs primitifs, sera assez bon conducteur pour échapper à une électrolyse nouvelle qui le décomposerait au fur et à mesure de sa formation. Dans ces conditions, l'électrolyse peut avoir lieu au moyen des courants continus aussi bien que des courants alternatifs.

M. Henri Dufour, décrit quelques expériences nouvelles qu'il a faites pour démontrer que les *rayons Röntgen modifient les propriétés isolantes des diélectriques solides.* Ces expériences confirment celles publiées en juin 1896, dans les *Archives*[1], elles démontrent que les corps tels

[1] *Archives des Sc. phys. et nat.* 1896, t. II, p. 91.

que l'ébonite et la paraffine perdent leurs propriétés isolantes sous l'action des rayons X ; et que les corps médiocres conducteurs tels que le bois sec et le liège deviennent plus conducteurs.

M. le prof. Ed. HAGENBACH-BISCHOFF, de Bâle, expose la suite de ses expériences sur le *renversement de l'action des soupapes électriques dans des tubes à gaz de plus en plus raréfiés*. Les nouvelles recherches dont il rend compte à la section ont été faites en collaboration avec M. le Dr H. VEILLON. Tandis qu'auparavant on faisait passer le courant d'induction d'une bobine de Ruhmkorff au travers du tube à décharge et qu'on en mesurait ensuite l'intensité, en dernier lieu on faisait passer à travers le tube le courant induit produit par une seule interruption du courant primaire et on mesurait la quantité d'électricité transmise. On obtint de cette manière des résultats beaucoup plus réguliers, par le fait que le fonctionnement irrégulier de l'interrupteur était éliminé et que l'interruption du courant primaire était produite toujours exactement de la même manière par la chute d'un poids donné d'une hauteur constante.

Avec cette nouvelle disposition des expériences, on a obtenu des résultats tout à fait concordants avec ceux qui avaient été obtenus d'abord, à savoir que pour des pressions très faibles l'électricité positive passe plus facilement du disque à la pointe, tandis que pour des pressions plus élevées, elle passe plus facilement de la pointe au disque. Parmi de très nombreuses expériences, M. Hagenbach ne cite que la suivante :

Le tube à décharge avait 135 mm. de longueur et 41 mm. de diamètre. L'une des deux électrodes était for-

mée d'un disque de platine de 30 mm. de diamètre, et l'autre d'un fil de platine appointi. La distance de la pointe au disque était de 60 mm. L'intensité du courant primaire était de 10 ampères. Les pressions sont données en millimètres de mercure, les quantités d'électricité en degrés d'une échelle de 11,1 microcoulombs. Lorsqu'il n'y avait point de tube intercalé, la quantité d'électricité transmise correspondait à une déviation de 169 degrés à l'échelle. En intercalant le tube de décharge on obtint les résultats suivants :

Pression.	Déviation, l'électricité positive va du disque à la pointe.	de la pointe au disque.
0,0002	26	5
0,012	16	16
0,23	27	84

La limite à laquelle il passe la même quantité d'électricité dans les deux sens est à des pressions différentes pour différents tubes. Néanmoins le changement de sens de la soupape a toujours coïncidé avec l'apparition des rayons X; avec des pressions croissantes, l'action sur des plaques photographiques sensibles et sur des écrans fluorescents cesse aussitôt que l'électricité passe plus facilement de la pointe au disque.

Ce renversement de l'action de la soupape électrique fut constaté encore d'une autre manière, et cela en mesurant, à l'aide d'une étincelle introduite en dérivation, le potentiel de décharge nécessaire pour le passage à travers le tube.

Les résultats de ces expériences sont en accord avec la manière de voir d'après laquelle l'apparition des rayons cathodiques provient de l'écoulement de l'électricité né-

gative de la cathode et montrent toujours dans cette supposition que cet écoulement est grandement favorisé par la forme en pointe de la cathode.

M. Ch. Dufour, professeur à Morges, a fait des *recherches pour déterminer la température de l'air d'après la marche d'un thermomètre non équilibré ;* en partant de l'idée que lorsqu'un corps se réchauffe ou se refroidit, si les temps varient en progression arithmétique, les différences de température de ce corps avec celles de l'air ambiant varient en progression géométrique[1].

Les calculs sont bien simplifiés par l'emploi d'un théorème d'algèbre que M. Dufour a trouvé en faisant cette recherche. Ce théorème est le suivant :

Si dans une progression géométrique on prend 3 termes équidistants, que l'on multiplie l'une par l'autre les deux différences premières et que l'on divise le produit par la différence seconde, on obtient le terme intermédiaire.

Ainsi, soit r la raison d'une telle progression; 3 termes équidistants seront par exemple :

$$r^{n+a} \ldots r^{n} \ldots r^{n-a}$$

Les différences premières seront :

$$(r^{n+a} - r^{n} \text{ et } (r^{n} - r^{n-a}).$$

La différence de ces différences ou la différence seconde sera :

$$(r^{n+a} - r^{n}) - (r^{n} - r^{n-a}).$$

Or il est facile de démontrer que

[1] Voir le mémoire de M. Dufour sur ce sujet. *Archives*, 1897 t. IV, p. 344.

$$\frac{(r^{n+a} - r^n)\ (r^n - r^{n-a})}{(r^{n+a} - r^n) - (r^n - r^{n-a})} = r^n$$

En désignant les 3 termes équidistants par x, y *et* z; la différence $x - y$ par a, et la différence $y - z$ par b, on démontre aussi que l'on a :

$$x = \frac{a^2}{a - b} \text{ et } z = \frac{b^2}{a - b}$$

On a déjà vu que $y = \frac{ab}{a - b}$.

Donc, si l'on connaît seulement les différences qu'il y a entre le premier et le deuxième terme, puis entre le deuxième et le troisième, il est facile de calculer les trois termes.

Ainsi, en observant un thermomètre à trois intervalles équidistants, on a les différences a et b, il est facile d'en conclure les trois termes, x, y et z. Ce sont les quantités qu'il faut ajouter ou retrancher aux températures observées pour connaître celle de l'air ambiant.

M. Ch. Dufour avait fait des recherches pareilles à Morges avec un thermomètre ordinaire, les résultats avaient été bons.

Mais, au mois de février dernier, les *Météorologische Zeitschriften* ont rendu compte de recherches analogues faites par M. Hartmann.

Celui-ci n'est pas arrivé aux mêmes formules que M. Ch. Dufour, mais il a fait des expériences avec un très gros thermomètre, qui donnait les 0,01 de degré et qui était équilibré seulement au bout de 61 minutes. M. Ch. Dufour a vérifié ses formules avec les observations de M. Hartmann, et il a obtenu les résultats les plus satisfaisants.

Exemple: Prenons les observations faites à ce gros thermomètre aux 10, 15 et 20 minutes. On a:

à la 10e minute t. = 15°.54
» 15e » t. = 17°.04
» 20e » t. = 18°.00

Ici les différences premières sont 1.50 et 0.96. La différence de ces différences ou la différence seconde est 0.54.

La correction à apporter à la première observation est donc :

$$\frac{1.50^2}{0.54} = 4^\circ.17$$

La correction à apporter à la deuxième observation est :

$$\frac{1.50 \times 0.96}{0.54} = 2^\circ.67$$

La correction à apporter à la troisième observation est :

$$\frac{0.96^2}{0.54} = 1^\circ.71$$

Il est indifférent de faire l'une ou l'autre de ces trois corrections ; car dans les trois cas on trouve pour résultat final 19°.71.

Or à la 61e minute le thermomètre paraît arrêté à 19°.70.

Erreur 0°.01.

On voit donc que ce procédé peut rendre des services, si l'on emploie de bons instruments, et que l'on observe avec soin les degrés et les fractions de degré avec toutes la précision possible.

M. le prof, A. Riggenbach, de Bâle, rend compte des observations de *précipitations atmosphériques* qu'il a faites à Bâle de 1888 à 1896 au moyen d'un pluviomètre enregistreur de la fabrique de M. Usteri-Reinacher à Zurich. Cet instrument permet de déterminer, pour chaque chute de pluie, le moment où elle commence, celui où elle finit et la quantité d'eau tombée.

M. Riggenbach a d'abord étudié à part les *pluies violentes (Platzregen)*, en entendant sous ce nom les chutes d'eau qui durent plus de 5 minutes et produisent au moins 20 millimètres à l'heure. La pluie violente la plus intense a eu lieu le 28 juillet 1896 et a fourni, en 5 minutes, 22,3 mm. d'eau, ce qui correspondraità une chute horaire de 267,6 mm. La pluie de plus longue durée, une vraie pluie diluvienne (*Wolkenbruch*) a duré 55 minutes, produisant une hauteur d'eau de 53,0 mm.; elle est tombée le 14 juillet 1893. La grande majorité des pluies violentes ne dure pas plus de 20 minutes. Il y en a, en moyenne, cinq par année. En général, les averses de courte durée sont plus violentes que celles de longue durée. 60 °/₀ des pluies violentes se produisent durant les heures de l'après-midi, de 1 h. à 7 h. 87 °/₀ tombent dans les mois de juin à septembre.

Les observations des années 1890 à 1896 ont servi à M. Riggenbach à calculer la marche diurne et annuelle de la pluie : la *durée moyenne annuelle* de la pluie est de 532 heures. Le minimum, de 400 heures, se trouve en 1893, le maximum, de 666 heures, en 1896. La probabilité de la pluie présente deux maxima : 0,067 en mai et 0,101 en octobre. Les minima sont de 0,036 en février et de 0,045 en août. L'*intensité moyenne* se maintient à peu près à 2,1 mm. par heure du mois de juin au

mois d'août et à 0,85 mm. de novembre à avril. On peut démontrer de différentes manières que les pluies d'été présentent plutôt le caractère d'averses courtes (*Schauer*) et les pluies d'hiver celui de pluies persistantes (*anhaltende Landregen*). En effet, une journée de pluie comporte en été une durée de 2,7 heures et en hiver une durée de 4,2 heures. La durée moyenne d'une chute d'eau isolée, qui est de 0,9 heure de juin à août, monte à 1,7 heures d'octobre à janvier. Si, par analogie à ce que l'on appelle « jour de pluie, » on désigne par « heure de pluie » tout intervalle de temps d'une heure commençant à l'heure précise et durant lequel il est tombé de l'eau, on trouve que, en été, 55 °/₀ en moyenne de chaque heure de pluie correspond à une chute d'eau réelle, tandis qu'en hiver la proportion s'élève à 70 °/₀.

M. Riggenbach a calculé séparément pour l'été et pour l'hiver la durée de la pluie, la quantité d'eau tombée et l'intensité de la précipitation. Il les a représentées par des moyennes horaires.

La durée de la pluie présente, été comme hiver, un maximum entre 6 et 8 heures du matin et un minimum peu accusé entre 7 et 8 heures du soir.

Pour la quantité de pluie, on constate, en hiver, un maximum principal entre 7 et 8 heures du matin et un maximum secondaire entre 5 et 6 heures du soir ; un minimum après minuit. En été, le maximum du matin subsiste, mais devient secondaire, un maximum plus accusé a lieu entre 5 et 6 heures du soir et le maximum principal vers minuit. Ce dernier maximum prouve que c'est au milieu de la nuit que, en été, les conditions sont le plus favorables à de fortes chutes d'eau. Le maximum de l'après-midi doit son existence à une averse violente

isolée. La comparaison des résultats sur la fréquence des orages dans ces 7 années et dans une période de 71 années, rend probable que ce maximum se rapprocherait des heures du milieu du jour, si l'enregistrement de la pluie se prolongeait durant un plus grand nombre d'années. Le minimum principal tombe, en été, entre 2 et 3 heures du matin; des minima secondaires ont lieu entre 9 et 10 heures du matin et 8 et 9 heures du soir.

L'intensité varie, en hiver, entre des limites assez étroites. Son maximum a lieu entre 9 et 10 heures du soir puis elle tombe rapidement du 20 °/₀ de sa valeur, et reste toute la nuit presque au niveau du minimum qui a lieu entre 9 et 10 heures du matin. La marche diurne de l'intensité en été reproduit assez exactement la marche de la quantité de pluie. Il faut faire cependant une exception pour le maximum du matin, qui ne se manifeste pas ; l'intensité se maintient assez constante de 2 à 8 heures du matin.

Si l'on détermine la marche diurne de la pluie par rapport à ce que l'on a défini plus haut comme « heure de pluie, » on constate que la fraction d'« heure de pluie » pendant laquelle il pleut réellement, varie de valeur durant la journée. En été, la pluie tombe d'une façon plus continue au moment du minimum de température; et les $^2/_3$ de l'« heure de pluie » sont réellement remplis par une chute d'eau. Au moment où la température atteint son maximum, les précipitations prennent un caractère plus sporadique et la fraction de l'« heure de pluie » où il pleut réellement n'atteint pas la valeur d'une demie. La même remarque s'applique à l'hiver, seulement les différences sont moindres et les fractions sont $^3/_4$ et $^3/_5$.

M. Riggenbach a enfin constaté que l'emploi de la mé-

thode de M. Köppen des vérifications horaires donne des résultats absolument concordants, pour la marche diurne de la durée de la pluie, avec ce que l'on obtient en utilisant les données complètes fournies par l'enregistrement continu de toutes les chutes d'eau.

M. Ed. Sarasin, de Genève, informe la section qu'à la demande de la Commission du lac des Quatre-Cantons il a entrepris récemment l'étude des *seiches* de ce lac, à l'aide de son limnimètre enregistreur transportable. La forme irrégulière de ce lac et sa division en plusieurs bassins rendra cette étude difficile et forcément longue. Pour trouver la loi de ses mouvements de balancement, il faudra évidemmeut les étudier sur un grand nombre de points le long de ses rives. Pour commencer, M. Sarasin a pris Lucerne même. Grâce à l'appui bienveillant qu'il a rencontré auprès des autorités de la ville, auxquelles il adresse ici l'expression de sa reconnaissance, il a pu installer son appareil sur la rive droite de la Reuss, tout près de l'endroit où elle sort du lac et cela dans une cabane adossée au vieux pont de bois (« Kapellbrücke »). Ce point semble particulièrement favorable comme étant placé tout à fait à l'extrémité du lac et devant présenter un maximum de mouvements oscillatoires.

L'installation de l'appareil dans cette station a été achevée le 14 juillet dernier et il a fonctionné régulièrement depuis lors sous la surveillance obligeante de MM. les prof. Arnet et Bachmann et de M. le Dr A. Steiger.

Comme on devait s'y attendre, les mouvements présentent une assez grande irrégularité et revêtent rarement la forme de balancement rythmique de période un peu prolongée.

Les premiers tracés font apparaître trois périodes différentes : une période de 45 à 50 minutes qui ne s'est jamais montrée encore en série suffisamment longue pour donner une mesure exacte; une période de 24,25 min. à 24,35 min. qui est de beaucoup la plus accentuée et la plus fréquente avec des amplitudes allant jusqu'à 10 cm. et plus; enfin une période de 10,5 min.

Il serait téméraire de vouloir voir dès à présent dans la première l'uninodale du lac et dans la seconde la binodale. Les observations ultérieures sur d'autres points permettront seules d'éclaircir ce point.

Quoiqu'il en soit, les tracés de l'enregistreur confirment d'une manière éclatante les résultats obtenus par leprof. Arnet de Lucerne à l'aide de patientes et nombreuses lectures faites par lui, il y a plusieurs années, soit au limnimètre de la ville de Lucerne, soit avec le plémyramètre de M. Forel et qui lui avaient déjà révélé ces mêmes périodes.

M. le prof. Arnet, de Lucerne, comme suite à cette communication, montre à la section les graphiques de ses observations au nombre d'environ cinquante *séries de seiches* qu'il avait obtenus dans les années 1875, 76 et 77 soit au plémyramètre de M. Forel, soit au limnimètre de la ville de Lucerne, placé à droite du pont neuf du lac, soit par la lecture de l'échelle fluviale de la Reuss près du théâtre, soit avec un étiage-manomètre transportable, construit spécialement dans ce but. M. Arnet avait choisi de préférence pour ses observations des jours ou une perturbation barométrique ou le fœhn régnant sur le lac d'Uri lui faisait prévoir des mouvements exceptionnellement marqués. Les courbes obtenues présentent pour la plupart un caractère ondulatoire très régulier avec des

amplitudes allant de 1 jusqu'à 12 cm. et avec des périodes de 10 à 11, de 22 à 25, de 43, 43 $^2/_3$ et 46 minutes, et une seule fois près de Vitznau avec la courte période de 4,6 min.

Les périodes de 22 à 25 minutes étaient de beaucoup les plus nombreuses, peu fréquentes les périodes pures de 10 à 11 minutes, et celles de 43, 43 $^2/_3$ et 46 minutes n'ont été observées que trois fois, chacune une fois, et seulement au nombre de 2 ou de 3 demi-oscillations par fois. M. Arnet se félicite de voir ses résultats d'observations de seiches qui lui ont coûté beaucoup de peine et de temps confirmés par l'inscription directe des seiches au limnimètre enregistreur de M. Sarasin.

M. le Dr. R. Emden communique une mesure de la longueur d'onde des *vagues atmosphériques de Helmholtz* [1], mesure qu'il a pu faire lors d'une ascension en ballon, le 7 novembre 1896. On pouvait déterminer ce jour-là avec la plus grande certitude qu'au-dessus de Munich, la station de départ, se trouvait une couche d'air immobile présentant une température de 2°,7. Au-dessus, à une altitude de 200m, passait un courant atmosphérique plus chaud, avec une température de 9°,2, qui se dirigeait de l'ouest à l'est avec une vitesse d'environ 12m 5 à la seconde. Dans la matinée du 6 novembre le temps était très brumeux ; à 10 h. 7 m. (17 m. après le départ) en regardant en arrière du côté de Munich, d'une altitude de 550m au-dessus d'Aschheim, on voyait nettement que la ville de Munich et ses environs étaient recouverts d'une calotte de brouillard. Ce brouillard ne présentait pas une structure homogène mais se composait d'une série d'amas

[1] Helmholtz. Ueber athmosphärische Bewegungen II. Œuvres complètes III. p. 309.

cylindriques. Ces cylindres ou rouleaux reposaient sur le sol à égales distances les uns des autres et étaient orientés perpendiculairement à la direction du vent. L'épaisseur de ces rouleaux dépassait 100 mètres et leur distance, soit la longueur d'onde des vagues atmosphériques qui produisaient évidemment ce phénomène, mesurait 540 mètres. En effet, sur un espace de sept kilomètres et demi, on comptait quinze rouleaux successifs. On obtient ainsi, pour une différence de température de 6°,5 et une différence dans la vitesse du vent de 12^m, 5, une longueur d'onde des vagues atmosphériques de 540^m. Helmholtz calculait une longueur d'onde de 550^m pour une différence de température de 10° et pour une différence de vitesse de 10^m. La concordance entre la théorie et l'observation est donc complète.

M. le prof. Ch. Soret, de Genève, communique les résultats de quelques calculs qu'il a faits à la demande de M. Forel, pour déterminer l'*influence que les vagues exercent sur la quantité de lumière réfléchie par la surface d'une nappe d'eau.* Il trouve qu'en admettant des vagues sinusoïdales ayant une hauteur égale à $^1/_{40}$ de leur longueur et en se bornant aux incidences pour lesquelles la lumière ne subit qu'une réflexion, l'agitation de l'eau produit toujours une augmentation de la lumière réfléchie. Cette augmentation, inappréciable pour des rayons verticaux, peut atteindre, sous l'incidence de 60°, $\frac{1}{76}$ lorsque le plan d'incidence est parallèle aux crêtes des vagues, et $\frac{1}{21}$ lorsqu'il leur est perpendiculaire.

M. R. Pictet montre un petit *réservoir à acétylène liquide,* muni d'un robinet spécial qui permet un réglage parfait de l'écoulement du gaz et en assure le transport et l'emploi sans aucun danger.