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: 76 (1893)

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: 11.07.2025

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

Physique.

Président d'honneur . M. Gariel, prof. à Paris.
Président : M. H. Dufour, prof. à Lausanne.
Secrétaire : M. Bührer, pharmacien à Clarens.

R. Pictet. De l'emploi méthodique des basses températures en biologie. — Amsler-Laffon. Niveau à pression d'air. — L. de la Rive. Transmission de l'énergie par un fil élastique. — C. Dufour. Mesure du grossissement des lunettes. — Gariel. Même sujet. — Kleiner. Développement de chaleur dans les diélectriques sous l'action des courants alternatifs. — Riggenbach. Relation entre la chute de la pluie dans une station et le relief du terrain. — Kahlbaum. Distillation des métaux dans le vide. — C. Galopin. Déplacement d'un corps sonore. — C.-E. Guye. Calcul des coefficients d'induction. — Chiaïs. Climats de localité. — Dutoit. Nouveau baromètre anéroïde.

M. Raoul Pictet, de Genève, fait dans la première assemblée générale une communication très développée qui tient à la fois de la physique et de la physiologie, relative à *l'emploi méthodique des basses températures en biologie.*

Après avoir examiné dans ses traits généraux le rôle des basses températures en physique et en chimie, nous avons voulu fixer les caractères spécifiques des mêmes facteurs thermiques en *biologie,* soit dans l'ensemble des phénomènes concernant les êtres vivants.

Il importe, pour préciser ce champ d'investigations, de donner, dans la limite des connaissances actuelles, la définition de ce que l'on entend par *la vie,* par *phénomène vital* par opposition à un phénomène de l'ordre mécanique pur, se passant dans les corps inorganiques. Cette définition, sous forme succincte, est bien difficile, elle a

été vainement tentée par nombre de physiologistes ; nous ne pouvons pas voir en raccourci une pareille masse de phénomènes caractéristiques, le profil fuyant leur ôte toute netteté et pour être concis on devient incomplet et peu clair.

Nous allons donc grouper une série de *faits généraux* que nous retrouvons dans tous les êtres vivants, sans exception. La somme de ces caractères servira utilement de définition.

1° Tous les êtres vivants, *plantes* ou *animaux*, nous apparaissent sous la forme de *types spéciaux* appelés *espèces*. Le nom de l'espèce doit accompagner n'importe quel être connu, vivant ou mort.

L'étude des transformations successives des espèces, ou le darwinisme, ne fait qu'illustrer ce fait général.

2° Chaque *individu* représente toujours une *unité* ayant une *valeur intrinsèque*.

3° La *conscience* de sa propre existence par l'individu n'est pas *nécessaire* ; chez les animaux supérieurs et chez l'homme en particulier, elle est le fait normal.

4° Les phénomènes physico-chimiques qui se passent dans la profondeur des tissus des êtres vivants paraissent constituer comme résultante un *état d'équilibre stable* qui correspond à la vie normale des êtres et garantit leur *individualité* contre la somme des forces extérieures.

5° La vie normale des êtres représente toujours trois phases : *la naissance et la croissance* jusqu'à l'âge adulte, la *vie normale*, la *vieillesse* se terminant par la *mort*.

6° Les *maladies*, dans le sens le plus général du mot, sont produites par toutes les influences quelconques qui troublent l'*équilibre stable* des phénomènes vitaux, au delà des limites qui peuvent être assignées comme *normales*.

7° Les *phénomènes vitaux* eux-mêmes, ramenés à leur expression la plus simple, sont toujours caractérisés par des *phénomènes chimiques* et pas *physiques.*

Pour les *plantes* on trouve la *cellule* absorbant sous l'influence de la lumière l'acide carbonique de l'air ou de l'eau et le décomposant en *carbone fixé* et en *oxygène* rendu à l'extérieur.

Pour les *animaux*, on distingue aussi la *cellule* absorbant l'*oxygène* de l'air et le fixant aux substances qui s'introduisent dans cette même cellule par *endosmose.*

La *nutrition* et la *respiration* des cellules, voilà les deux phénomènes constants chez tous les êtres vivants.

Tous les mouvements volontaires ou non, toutes les perceptions sensorielles dus au système nerveux, sont des caractères variables et peuvent complètement faire défaut sans que *la vie* puisse être considérée comme *absente* ou *éteinte.*

Après avoir rappelé, dans ce qui précède, les faits qui nous paraissent dominer la *biologie* et qui doivent partout et en toute occasion se manifester pour qu'on puisse dire avec certitude, *il y a là un phénomène vital,* nous allons voir de quelle façon on peut organiser les recherches sur l'*influence spéciale* des basses températures sur les phénomènes vitaux.

A. *Expériences sur les animaux vivants.*

On choisit des spécimens *bien normaux* des différentes espèces d'animaux : mammifères, mammifères hibernants, oiseaux de différents climats, batraciens, ophidiens, insectes, infusoires, microbes, etc., etc. Ces animaux sont d'abord bien étudiés dans leur vie normale, nourriture,

respiration, travail musculaire, sécrétions de toutes espèces.

Cela fait, on plonge brusquement un de ces individus normaux dans le *puits frigorifique* décrit précédemment et qui se compose d'une enceinte assez spacieuse, dont les parois, à double enveloppe, sont maintenues à une température basse variant à volonté entre +10° et —165° ou —200° par l'emploi des liquides volatils y compris l'air atmosphérique liquéfié. L'animal est ainsi influencé par son propre rayonnement, il perd sa chaleur et l'on observe alors l'effet, sur l'ensemble de l'organisme, de ce *facteur perturbateur*.

On note :

la respiration, sa fréquence;

le pouls, ou la fréquence des battements du cœur;

la température, à différentes parties du corps;

les sécrétions diverses, des reins, etc.;

les variations apparentes dans la sensibilité et la mobilité des membres.

En un mot on prend un schéma complet de tout l'ensemble des phénomènes vitaux qui sont la résultante de l'état normal, modifié par un facteur puissant agissant subitement sur cet organisme.

Avant de donner les résultats obtenus ainsi sur quelques animaux, nous continuerons ce programme d'expériences que nous suivons actuellement dans nos recherches.

Les expériences faites à plusieurs températures différentes permettent de constater l'importance des désordres organiques apportés par l'abaissement de température et la réponse spontanée que la nature oppose à cette influence qui menace l'existence de l'individu.

On connaît ainsi l'étendue de la zone où l'équilibre stable est possible et dans quelles limites il peut être maintenu ou modifié.

Inutile d'ajouter qu'une analyse rigoureuse des gaz absorbés par la respiration de l'animal, avant et pendant l'expérience, permet de connaître avec précision la fixation en poids de l'oxygène par le sang et les muscles.

Après avoir examiné l'effet du froid sur tout l'organisme, on peut étudier l'*action locale* soit sur les *muscles*, soit sur le *système nerveux*, soit enfin sur le *système glandulaire*.

La valeur des sécrétions et la plus ou moins grande rapidité des phénomènes d'assimilation et de désassimilation sont sous l'influence directe des changements de la température ambiante.

En observant ces effets, si divers, si variés des grands froids, nous avons été amené à faire *in anima vili* une expérience bien involontaire sur les brûlures par le froid.

Lorsqu'un contact, même de courte durée, vient à s'établir accidentellement entre les parois métalliques du puits frigorifique *au-dessous de —80°* et la main ou un point quelconque du corps, on ressent une douleur vive, comparable à la piqûre d'une guêpe. Il est rare que la brûlure soit très petite, elle occupe généralement au minimum un centimètre carré de surface, souvent plus.

Nous avons constaté, *sans aucune exception*, que ces brûlures *par le froid* présentent une allure dans la guérison toute différente des brûlures *par le chaud*.

Les accidents survenus ainsi, soit à moi, soit à quelques-uns de mes assistants, nous ont permis d'étudier les brûlures à *deux degrés*.

Dans le *premier degré*, la peau rougit fortement et se

violace le lendemain. La tache augmente du double généralement dans les jours suivants.

On ressent une démangeaison des plus pénibles sur la tache rouge et sur tous les tissus environnants. Il faut plus de *cinq* à *six* semaines pour que la tache disparaisse définitivement.

Si la brûlure a été plus grave, avec un contact plus prolongé, ou rendu plus parfait par de l'alcool, de l'éther ou de l'air atmosphérique liquide, etc., etc., la brûlure est du *second degré.*

La peau se détache très vite et toutes les parties refroidies agissent comme des corps étrangers.

Ils provoquent la suppuration ; celle-ci est longue, opiniâtre et ne semble pas accélérer la reconstitution des tissus.

Ces plaies sont toujours de *forme maligne,* elles cicatrisent très lentement, jamais d'une façon analogue aux plaies dues aux brûlures par le feu.

Le caractère spécifique de ces plaies réside justement dans la perte du pouvoir de reconstitution des tissus gelés. *La vie* semble s'être retirée de la partie refroidie. Tandis que j'avais une fois, à la main, une plaie de second degré, due à une gouttelette d'air liquide, je me suis écorché assez sérieusement la même main. L'écorchure était guérie en dix, douze jours, tandis que six mois plus tard la plaie de la brûlure par le froid était encore ouverte.

Dans toutes les expériences sur l'action des basses températures sur les animaux vivants, nous préconisons presque, à l'exclusion de tout autre système, l'emploi du rayonnement dans *l'air sec.* Les bains, ou immersion dans les liquides froids, sont des moyens si brutaux et à

action si traumatique qu'ils paralysent les effets spécifiques que l'on veut étudier.

Comme je faisais un jour des essais avec un bain concentré de chlorure de calcium à — 30° ou — 35°, un chat de taille moyenne tomba accidentellement du toit ouvert dans ce bain; il s'y congela tellement vite les pattes que toutes les griffes sortirent raides au dehors; l'animal est mort presque subitement.

On sait que les animaux peuvent respirer l'air sec chaud dans une étuve portée à + 100 et + 110° sans mourir ni même être brûlés.

De même dans les puits frigorifiques, l'air à — 100 ou — 130 peut être respiré par les mammifères sans accident autre que les influences caractéristiques que l'on désire observer.

Ainsi, dans cette première série d'expériences, on enregistre avec soin l'effet immédiat produit par le *milieu froid* sur l'animal vivant, et cela pour tous les types des espèces animales connues.

Ces expériences bien dirigées, lorsqu'elles seront complètes et accompagnées de toutes les analyses chimiques concernant les sécrétions obtenues sous l'influence des variations de températures, pourront peut-être conduire à des méthodes thérapeutiques nouvelles de certaines maladies.

On sait déjà se servir des refroidissements locaux par les bâtons d'acide carbonique solide, pour la guérison des *sciatiques*.

D'après certains résultats obtenus aujourd'hui, je pense que plusieurs genres de maladies d'estomac et de paresses de digestion et de sécrétion peuvent s'amender sous l'action méthodique des basses températures convenablement utilisées.

Dans les expériences progressives du froid sur la série des différentes espèces animales il faudra noter l'*ordre* dans lequel les principales fonctions se modifient.

Pour les êtres supérieurs on devra en particulier enregistrer avec soin :

1° L'état mental, l'action de la volonté, de la mémoire, les perceptions diverses, la vitesse des mouvements réflexes, la valeur de l'erreur personnelle pour l'homme, les variations dans l'intensité des sensations, les limites du pouvoir musculaire, l'anesthésie progressive de la peau, etc., etc.

2° Pour les êtres chez lesquels le contrôle des phénomènes psychiques est impossible, il faut surtout s'attacher aux mouvements observables des différents éléments mobiles : cils vibratiles, mouvements réflexes dus à la douleur et aux excitations électriques, dilatation de l'iris, mobilité des membres, mouvements péristaltiques de l'intestin, etc., etc.

3° Autant que possible, il faudra aussi enregistrer les effets produits par le *même milieu refroidi* au *même degré* sur le même type d'animal pris dans les trois phases caractéristiques de sa vie, *jeunesse, âge mûr, vieillesse.*

On constatera ainsi les *points faibles* de chaque phase et l'action spécifique des basses températures sur l'organisme s'accentuera encore plus.

4° Au fur et à mesure que l'on descend dans la série des êtres, les mouvements vitaux se simplifient pour en arriver aux *actions chimiques élémentaires* des cellules. On touche aux infusoires et aux microbes.

Leur développement sous l'influence des basses températures doit être surveillé avec tout le soin que comporte aujourd'hui la micro-biologie; l'effet du froid

sur une longue série d'êtres, tous soumis à ces influences perturbatrices, peut être entrepris, grâce à l'extraordinaire rapidité de la reproduction de ces germes, bacilles et microbes.

Les spores, les diatomées desséchées, les foraminifères, et tous ces êtres qui jouent un rôle analogue à celui des graines dans le règne végétal, peuvent donner lieu aux expériences les plus concluantes sur certains problèmes de la vie, que nous exposerons comme conclusion de ce mémoire.

B. *Expériences sur les végétaux vivants.*

De même que pour les animaux, nous devons tracer le cadre des expériences concernant les plantes et tous les végétaux.

Pour chaque plante, depuis le sommet de l'échelle, avec les dicotylédones, les marronniers, les chênes, au bas de l'étage des cryptogames et des algues, il faut examiner avec précision les variations des phénomènes vitaux dus au refroidissement.

Dans cette catégorie d'êtres on trouve les mêmes règles et les mêmes faits que pour les animaux :

Les plantes munies de leurs feuilles et en pleine floraison sont aussi frileuses, si ce n'est plus, que les mammifères les plus délicats !

Si on les plonge, même un peu de temps, dans l'atmosphère glacée, elles périssent avec une vitesse effrayante.

Il est donc nécessaire de graduer le froid et son intensité avec non moins de précautions que pour les animaux.

L'observation simultanée de l'action de la lumière du soleil sur la chlorophylle et celle de la chlorophylle sur

l'acide carbonique *au même instant*, est de la plus haute importance, car c'est le phénomène capital caractérisant la vie végétative des plantes. L'observation des effets du froid sur les *racines*, les *bourgeons*, les *fleurs*, l'*évaporation*, etc., etc., devra être consignée pour les différents états d'âge des végétaux. Enfin une étude toute spéciale de l'action des grands froids sur les *graines* permettra de rapprocher dans une même série d'observations les *végétaux* à leur origine et les *animaux* en germes.

Nous venons de tracer dans ses traits principaux le programme que nous avons adopté pour les recherches biologiques dans notre laboratoire.

Il suffit de la simple lecture pour voir d'emblée que plusieurs années de travail, la vie même d'une série d'observateurs, ne suffiraient pas à le remplir et à l'épuiser.

Nous voulons donc simplement glaner quelques résultats, encore égrenés, puisés dans la première serie d'expériences, ayant pour objet une vue d'ensemble prise un peu au hasard au milieu de cet immense domaine.

J'ai pensé qu'il convenait, avant d'attaquer ces problèmes en coupe réglée, de faire ce que l'on fait pour les mines, on fore des puits de sondage en différentes places pour connaître la puissance du filon; ensuite on ouvre les galeries.

En tête du *questionnaire* que chaque homme porte comme bagage, toute sa vie durant, on trouve toujours quelque question ayant un caractère philosophique, sur le confin de la métaphysique et de la science pure. Une de ces interrogations puissantes est celle-ci : Qu'est-ce que la vie? d'où vient-elle? Est-ce quelque principe spécial tombé, on ne sait d'où, *spontanément* sur terre et qui, tout à coup, a organisé la matière, créé ces types spé-

ciaux, donné à chaque être ce pouvoir mystérieux de procréer lui-même de nouveaux êtres semblables à lui?

La vie peut-elle être appelée *spontanément* dans la matière inerte?

La vie a-t-elle pour emblème ce *feu sacré des vestales* brûlant toujours sur l'autel?

Si ce feu vient à s'éteindre, comment le rallumer?

Ce problème de la vie est un des plus anciens, il reste toujours un des plus modernes; on peut dire cependant que la solution a fait un pas en avant sous l'influence des basses températures et de leur emploi méthodique en chimie et en biologie.

Nous allons d'abord exposer les résultats généraux obtenus durant des recherches qui remontent déjà à bien des années et s'échelonnent de 1869 à 1891. Une partie de ces expériences ont été faites en collaboration avec MM. Casimir de Candolle, Édouard Sarasin et E. Yung, du Bois-Reymond, Bertin, Susani, etc., etc.

D'autres, toutes récentes, complètent quelques termes de la série.

Résultats expérimentaux.

Mammifères supérieurs. Le chien a été l'animal choisi pour quelques recherches.

Un chien de taille moyenne pesant 8 kilogrammes et demi environ, à poils ras, est placé dans le puits frigorifique refroidi à — 90°, — 100°. Les appareils fonctionnent de telle sorte que cette température est constante.

Le chien est placé sur son fond de bois garni d'un sac de toile. Sa queue et son museau ne touchent pas les parois métalliques du puits, tendues à l'intérieur d'un

cylindre de toile formé par les parois d'un grand sac relevées tout autour de l'animal.

Dans cette expérience un thermomètre est fixé dans l'aîne du chien, dont la patte de derrière est solidement fixée contre l'abdomen avec plusieurs doubles de flanelle.

La peau ayant été rasée, un excellent contact est établi entre le réservoir du thermomètre, ayant une forme cylindrique, et la circulation générale de la bête, la flanelle et la position du chien font que le réservoir du thermomètre occupe à peu près la position centrale du puits frigorifique et qu'elle se trouve très protégée contre le rayonnement. La tige du thermomètre est assez longue pour permettre des lectures continues à 35 centimètres au-dessus du chien.

Voici maintenant les observations générales recueillies. Nous ne donnons pas de chiffres de détails, nous en tenant seulement à la marche des phénomènes.

La température du chien étant normale et l'animal ayant mangé deux heures avant le début de l'expérience, on introduit le chien dans le puits refroidi à — 92°.

Dès la première minute on observe une augmentation progressive de la rapidité de la respiration et de la fréquence du pouls.

Ces accélérations vont en s'accusant pendant 12 à 13 minutes, à mon étonnement je constate d'abord au thermomètre une augmentation de température d'environ *un demi-degré.*

L'animal donne des signes d'agitation.

Après 25 minutes, la température est lentement revenue à son point de départ.

Le chien mange *avec avidité* du pain qu'il refusait péremptoirement avant le début de l'expérience.

La respiration est toujours très active, fréquente et profonde.

Après 40 minutes, les extrémités des pattes sont très froides, mais la température s'est maintenue à peu près constante, oscillant avec deux à trois dixièmes de degré près autour de + 37°.

Après 1 heure 10 minutes, le chien ne marque plus d'agitation sensible, mais respire fort et tend à faire quelques mouvements avec les pattes maintenues par les cordes, efforts suivis de calmes complets, sauf la respiration.

La circulation est un peu plus rapide que précédemment, on sent les pulsations du cœur bien nettes à l'artère carotide.

Les extrémités se refroidissent encore plus.

Pendant la demi-heure suivante la bête a mangé environ 100 grammes de pain et les conditions générales indiquées plus haut ont peu varié. La température s'est abaissée d'un demi-degré tout au plus.

Tout à coup, en quelques instants, la respiration se ralentit, le pouls devient fuyant et la température s'abaisse avec rapidité.

Vers 22° on retire l'animal sans connaissance du puits et tous les soins pour le rappeler à la vie sont inutiles.

L'extrémité des pattes est déjà gelée.

Le chien est mort en moins de deux heures par rayonnement de sa chaleur, et par les effets perturbateurs causés par ce refroidissement excessif.

D'autres animaux, chiens et cochons d'Inde, ont toujours manifesté, dès leur entrée dans le puits frigorifique, cette augmentation dans la fréquence de la respiration et des battements du cœur; dans les cas observables, une

légère élévation de la température intérieure s'est toujours produite.

Nous pouvons conclure de là que l'*équilibre stable* des mammifères vivants provoque dans l'organisme normal, en face de ce facteur subit, une réaction formidable. Lorsque l'*individu menacé* perd sa chaleur par rayonnement avec une telle énergie, il semble que la conservation automatique de l'animal provoque une absorption d'oxygène plus que normale; les fonctions de la digestion repartent avec vigueur et, à la menace des effets du froid, les organes répondent par un travail inverse : une surproduction de chaleur et d'énergie.

Probablement que les tissus connectifs, les graisses, etc., se réabsorbent rapidement pour donner au sang les principes hydro-carburés attaqués par l'oxygène; l'apparition de la *faim* a toujours été signalée après un quart d'heure d'expérience.

Lorsque la déperdition de chaleur devient toujours plus considérable, l'*individu organisé inconscient* fait le sacrifice des membres périphériques. La circulation s'arrête dans toutes les extrémités, elles sont mortes les premières.

Puis, presque tout à coup, la circulation centrale s'arrête elle-même, lorsque l'abaissement de la température est à 8° à 10° au-dessous de la normale. La chute finale brusque indique et prouve l'énergie du combat engagé par l'*individu vivant* contre le facteur qui vient perturber l'*équilibre vital.*

Une étude approfondie de ces phénomènes reste à faire, car elle est d'un enseignement capital relativement à certaines fonctions du système nerveux central, et sur les causes de la combustion lente dans la circulation sanguine.

Refroidissement d'un organe.

J'ai essayé sur moi-même l'effet du refroidissement de la main par rayonnement.

J'ai plongé le bras nu jusqu'au-dessus du coude dans le puits frigorifique maintenu à — 105° sans toucher les parois métalliques. On sent sur toute la peau et dans toute l'épaisseur des muscles une impression tout à fait caractéristique et spéciale qu'aucune description ne peut faire entendre. On éprouve une sensation, pas désagréable d'abord, mais qui le devient peu à peu et dont le siège a l'air d'être l'os central ou le périoste.

Le mot « *se refroidir jusqu'à la moelle* » semble prendre une signification nouvelle et vécue. Au bout de 3 à 4 minutes la peau du bras est un peu violacée, mais la douleur devient forte et gagne surtout les parties profondes. Au bout de 10 minutes, après avoir sorti le bras du puits frigorifique, on éprouve en général une forte réaction avec cuisson superficielle de la peau.

En maniant longtemps de la neige avec les bras nus, la réaction cutanée subséquente ressemble, en plus affaibli, à cette cuisson qui apparaît à la fin de l'expérience décrite.

Nous avons déjà parlé des brûlures par le froid au premier et au second degré, nous n'y reviendrons pas ici.

Expériences sur les Poissons.

Les poissons rouges, les tanches et généralement les poissons d'étangs d'eau douce peuvent être complètement gelés puis dégelés sans mourir. L'expérience demande cependant à être faite avec ménagement.

Si l'on congèle lentement, dans une atmosphère de — 8° à — 15°, des poissons de cette catégorie, en ayant eu la précaution de laisser ces poissons quelque vingt-quatre heures dans de l'eau à 0°, on peut former un seul bloc compact de cette eau et des poissons qu'elle contient.

En brisant une partie de la glace et mettant à nu un de ces animaux, on constate qu'on peut le casser en petits morceaux comme s'il était lui-même fait de glace.

On peut donc admettre que tous les poissons du même bloc ont la même apparence intérieure et qu'ils sont tous gelés au même degré.

En laissant lentement fondre cette glace et les poissons qu'elle renferme, on voit ceux-ci nager après comme avant, sans aucun signe de malaise apparent.

Au-dessous de —20° l'expérience ne réussit plus avec les poissons rouges et les tanches.

Nous n'avons pas examiné encore la série des poissons à cet égard.

Expériences sur les Batraciens.

Les grenouilles subissent un refroidissement et une congélation de — 28° sans crever.

A — 30° et — 35° la plupart cessent de vivre.

Expériences sur les Ophidiens.

J'ai refroidi un serpent commun des champs, appelé vulgairement lanwoui, à — 25°, il a survécu, mais, refroidi une seconde fois à — 35°, il est mort.

Expériences sur les Scolopendres.

J'ai refroidi à — 40° trois scolopendres qui ont par-

faitement résisté au traitement et ont vécu une fois dégelés.

Soumis à — 50° il ont aussi résisté.

Refroidis une troisième fois à — 90° ils sont morts tous les trois.

Expériences sur les escargots.

Ayant refroidi trois escargots, fournis par M. le prof. E. Yung de l'Université de Genève, dont deux présentaient quelques fissures à la plaque fermant leur coquille, nous les avons refroidis à — 110° à — 120° pendant bien des jours.

Les deux escargots légèrement fendus sont morts, celui qui était intact a survécu au traitement et a échappé à la mort.

Expériences sur les œufs d'oiseaux.

Tous les œufs d'oiseaux refroidis au-dessous de — 2° à — 3° meurent et ne peuvent être couvés; si on ne les refroidit que jusqu'à — 1°, ils survivent.

Expériences sur les œufs de grenouille.

Ces œufs, refroidis lentement à — 60°, peuvent revivre et donner éclosion aux têtards. Si le refroidissement est brusque ils meurent. Il est très essentiel de mettre au minimum plusieurs heures pour obtenir l'abaissement complet de la température.

Expériences sur les œufs de fourmis.

Ces œufs, pris pendant la saison chaude, sont très sensibles au froid.

Suivant l'état d'avancement de la larve de l'insecte dans l'œuf, le refroidissement peut être plus ou moins grand.

Entre 0 et —5° tous les œufs ont été tués. Nous avons eu aussi des œufs avancés tués par une température de +5° maintenue quelques heures.

Expériences sur les œufs de ver à soie.

Nous avons fait un très grand nombre d'expériences grâce à une installation industrielle que nous avons organisée en Italie septentrionale pour la conservation des graines de ver-à-soie.

Ces œufs sont assez résistants, surtout si dès la ponte ils n'ont jamais eu de commencement de développement. Lorsque ces œufs pondus sont placés immédiatement dans la chambre froide, on peut les refroidir à —40° sans leur faire perdre leur pouvoir de développement. Il se passe même dans ce cas un phénomène intéressant : les œufs refroidis, puis soumis aux conditions de température normale pour leur éclosion dès que le printemps a garni les mûriers de leurs feuilles, ne présentent presque jamais les maladies si fréquentes aux œufs de vers-à-soie abandonnés à eux-mêmes et subissant plusieurs mois durant les fluctuations des températures ambiantes.

Les parasites de toutes espèces, vrais microbes des œufs du ver, ne trouvent pas dans ces conditions un terrain favorable à leur culture et la chenille sort indemne de tous ces accidents si redoutables pour elle et si redoutés par toute l'industrie de la soie.

Le refroidissement artificiel des œufs de ver-à-soie est entré dans la grande industrie, vu ces avantages bien positifs.

Expériences sur les Infusoires.

Des rotifères, et toute la série ordinaire des infusoires qui se développent normalement par le séjour de quelque durée de végétaux dans l'eau stagnante, ont été gelés dans l'eau où ils pullulaient, puis abaissés à — 80° et — 90°. A cette température, maintenue pendant près de 24 heures, une grande partie des habitants sont morts.

A — 60°, au contraire, ils ont tous vécu, autant que leur dénombrement était possible.

Une dernière expérience faite à — 150°, — 160° n'a plus laissé dans l'eau dégelée que des cadavres.

Expériences sur les protozoaires, les microbes et les graines, les diatomées, etc., etc.

Grâce à l'obligeance de M. Casimir de Candolle et de quelques autres naturalistes, j'ai pu me procurer à différentes reprises des graines sèches en bon état d'une foule de plantes diverses.

De même, grâce à quelques naturalistes : MM. Fol, Miguel, E. Yung, MM. Pasteur et Roux de Paris, M. le prof. Koch de Berlin, etc., etc., j'ai pu rassembler une collection complète de microbes, de diatomées, de microcoques, de bacilles, de spores, dont la nomenclature serait ici fastidieuse.

Plus de 30 à 35 microbes, un plus grand nombre de graines, de diatomées, etc., etc., ont été soumis, dans une série d'expériences, à des températures de plus en plus basses.

Une partie de ces recherches ont déjà été publiées dans les *Archives*, les dernières expériences faites à Berlin sont encore inédites.

Dans toutes ces recherches, sans exception aucune, les refroidissements les plus excessifs et les plus prolongés ont donné des *résultats négatifs;* c'est-à-dire que les germes, graines. microbes, spores, bacilles, diatomées, microcoques, etc., etc., se sont tous développés après ces refroidissements comme ils le font normalement, sans aucune différence appréciable. Les spores ont donné naissance à toute la série de leurs bacilles, les diatomées ont émis leurs filaments protoplasmiques ou pseudopodes, les graines ont germé et poussé des bourgeons et des plantes vigoureuses, etc., etc. En un mot, les graines et les œufs des animaux, qui leur servent de parallèles dans l'autre règne, semblent défier les froids les plus intenses.

Dans la dernière série d'expériences, les graines et les bacilles ont été placés à près de — 200° dans l'*air liquéfié* et se sont développés de la même façon que les mêmes graines et germes conservés aux températures extérieures.

Les *cils vibratiles* du palais des grenouilles soumis aux mêmes expériences ont cessé de vibrer lorsque le froid a dépassé — 90°. Jusque-là, une fois réchauffés et dégelés, ils recommençaient à exécuter leur mouvement pendulaire.

Les vaccins seuls et les cultures connues sous le nom de ptomaïnes, à l'exception de toutes les substances organisées, semblent beaucoup souffrir des grands froids. Les vaccins deviennent stériles. On sait du reste que les vaccins ne contiennent pas de microbes ni de spores. L'influence des basses températures trace ainsi une ligne de démarcation intéressante entre ces grandes classes de substances virulentes : les microbes et les vaccins.

Conclusions.

Il se dégage de cette première série d'observations, encore bien incomplète et remplie de lacunes, quelques conséquences générales que nous essayerons de résumer ici.

1° Il est certain que plus on prend les phénomènes vitaux à *leur origine*, dans les organismes les plus simples et les plus primitifs, plus le refroidissement peut être poussé loin, sans amener plus tard de modifications appréciables dans le développement des individus refroidis.

2° En formant une échelle des êtres, depuis les plus inférieurs jusqu'aux mammifères, on constate qu'une échelle analogue établit les *températures minima* que ces êtres peuvent supporter. Au fur et à mesure que l'organisation se complique, les froids intenses deviennent plus à redouter pour l'individu.

3° Chez les animaux supérieurs le refroidissement brusque dans un bain d'air froid provoque une réaction énergique, très caractéristique et qui pourra peut-être conduire à des méthodes thérapeutiques utiles à l'homme dans certaines maladies.

4° Enfin une conclusion d'un ordre philosophique se dégage de cet ensemble de faits relativement aux idées générales qu'on peut se faire sur *la vie*.

Nous avons démontré qu'aux basses températures voisines de — 100° tous les *phénomènes chimiques* sans aucune exception sont anéantis et ne peuvent plus se produire. Donc les actions chimiques qui, *par principe même* et *définition*, doivent se manifester dans la profondeur des tissus, pour que nous puissions y reconnaître la pré-

sence de la vie, *sont supprimées ipso facto* à — 200° dans tous les germes, graines, spores, etc., etc.

Nous nous trouvons ainsi au moment où *l'on réchauffe* ces organismes refroidis à — 200°, dans d'excellentes conditions pour caractériser un des côtés principaux de la vie, à savoir si elle prend naissance *spontanément* dans un *organisme mort préexistant.*

Si la vie, semblable au feu des vestales, devait disparaître à jamais de l'organisme une fois qu'on l'aurait laissée s'éteindre, ces germes une fois morts (et ils le sont à — 200°) devraient *rester morts!* Au contraire, *ils vivent,* ils se développent comme si ce refroidissement n'avait pas eu lieu.

Donc *la vie* est une manifestation des lois de la Nature au même titre que la *gravitation* et la *pesanteur.* Elle est toujours là, elle ne meurt jamais, elle demande pour se manifester l'*organisation préexistante.* Celle-ci obtenue, *chauffez, mettez l'eau, la lumière,* et de même qu'une machine à vapeur dans ces conditions se met à fonctionner, *le germe vivra* et *se développera.* On sait que jusqu'à ce jour, ni *spontanément,* ni *artificiellement,* l'homme n'a jamais vu sous ses yeux se former ce *premier organisme* où la vie jaillit comme d'un puits artésien. Pour créer *cet organisme,* il faut jusqu'à ce jour s'adresser à *la vie,* et voilà pourquoi le cercle est encore vicieux, la question reste ouverte.

Si l'on pouvait créer *de toutes pièces* une *structure organisée morte,* les conditions physico-chimiques suffiraient pour y développer tous les *phénomènes vitaux* de la *vie végétative.*

Ajoutons immédiatement que tous les phénomènes de l'*ordre psychique* ne sauraient jamais être produits ni

expliqués par le seul mouvement de la *matière organisée.*

L'étude des phénomènes vitaux par l'emploi méthodique des basses températures permet donc de faire *rentrer la vie* au nombre des *forces constantes* de la Nature.

Dans la séance de la section de physique, M. AMSLER-LAFFON décrit *un niveau à pression d'air* de son invention. Les méthodes permettant de mesurer avec exactitude et rapidité les hauteurs des niveaux des eaux intéressent à la fois les sciences physiques et l'art de l'ingénieur. La mesure directe de la hauteur du niveau au moyen d'une règle plongée dans l'eau ou touchant sa surface est employée souvent dans la pratique, mais elle est très incertaine à cause du mouvement des vagues. Lorsqu'il s'agit d'étudier la pente superficielle d'une rivière, pente qui souvent est inférieure à $0,1^{mm}$ par mètre, on se voit forcé de mesurer la différence de niveau entre les deux extrémités d'un assez long parcours, puis on se sert de la hauteur moyenne pour calculer le débit au moyen d'un profil transversal qu'on a établi pour un point intermédiaire du cours de la rivière. Les résultats sont souvent erronés, parce que l'on n'a pas tenu compte de plusieurs causes d'erreur dans les observations qui ont servi à construire les formules usuelles pour le calcul du débit. L'auteur signale plusieurs de ces causes, entre autres qu'on est forcé, faute de moyens exacts de nivellement, de choisir l'écartement des profils transversaux trop grand pour qu'on puisse considérer la pente observée égale à la pente cherchée correspondant à un profil intermédiaire ; que la surface du fleuve sur une coupe transversale est souvent en réalité une ligne convexe, et non pas droite comme on

le croit généralement. Ou bien encore la masse du fleuve oscille dans un sens perpendiculaire à son cours, et le niveau se trouve monter tantôt contre la rive droite, tantôt contre la rive gauche.

On peut mesurer très exactement la différence de niveau d'un cours d'eau par le moyen suivant :

Deux tubes flexibles AB, A'B', longs de 20 à 40 mètres, plongent chacun par une de leurs extrémités A, A' dans la rivière, où elles sont maintenues par un poids creux sous les verticales des deux points *a* et *a'* dont on veut connaître la différence de niveau. Les autres extrémités B et B' sont fixées à deux tubes de verre verticaux reliés en haut par une branche horizontale munie d'un robinet. On aspire l'eau à travers les tubes par le robinet, et il est évident que l'eau se tiendra dans les deux tubes de verre à des hauteurs différentes. L'écart entre les deux colonnes mesurera la différence de pression aux extrémités plongeant dans la rivière, et par conséquent aussi la différence de niveau entre *a* et *a'*.

On pourra ainsi, en déplaçant en tous sens les extrémités immergées, construire en quelque sorte par points toute la surface du cours d'eau. Dans un nivellement, on pourra plonger un des tubes dans un vase d'eau placé sur la rive en un point d'altitude connue.

Dans les stations d'observations permanentes, surtout au bord des mers et des lacs, on observe le niveau, non pas directement, mais dans un puits creusé dans la côte et relié au bassin par un canal. Plus le canal se trouve placé bas et plus il est étroit, plus la surface de l'eau dans le puits est tranquille. Mais, sans compter les frais d'établissement qu'ils nécessitent, ces puits présentent un grave inconvénient. Si le vent porte la mer à la côte, l'eau du

canal reçoit des chocs, et la force vive qui lui est ainsi communiquée le transforme en une sorte de bélier hydraulique : le niveau s'élève alors dans le puits, la simple pression hydrostatique n'ayant pas le temps de ramener l'équilibre pendant l'intervalle qui sépare deux chocs.

A cause de cette action dynamique, on trouverait vers le voisinage des côtes exposées aux vents un niveau moyen supérieur au niveau réel du large. L'auteur a soutenu déjà[1] que c'était de cette cause que provenait le manque d'accord entre les résultats du nivellement de précision et ceux des mesures faites au bord de la mer.

L'appareil que présente M. Amsler-Laffon tient compte de ces difficultés; il peut être employé sans nécessiter de coûteuses installations préliminaires, et ses indications sont indépendantes du choc des vagues.

Voici le principe de l'appareil de M. Amsler-Laffon : un tuyau de plomb aboutit par une de ses extrémités, s'ouvrant dans une cloche large et pesante, en un point assez profond pour que l'effet des vagues sur la pression de l'eau ne se fasse pas sentir. L'autre extrémité arrive à la côte et se termine par un syphon à moitié rempli de mercure. Par une branche latérale on exerce une pression d'air jusqu'à ce que toute l'eau soit refoulée hors du tuyau, qui se trouve ainsi rempli d'air ainsi que la cloche qui le termine sous l'eau. Il s'établit un équilibre, et la différence des niveaux du mercure dans les deux branches du syphon mesure la pression de la colonne d'eau qui pèse à l'extrémité du tuyau dans la cloche. Un flotteur enregistre les niveaux du mercure dans la branche ouverte. Les fuites, ou diminutions quelconques de

[1] Lors de la mesure de la base à Aarberg.

volume de l'air dans la cloche, sont compensées par l'artifice suivant : le socle de l'appareil enregistreur est constitué par un réservoir à air comprimé, et, grâce à une distribution lente et automatique, l'air est remplacé dans le tuyau à mesure qu'il vient à manquer. La capacité du réservoir permet de pousser les expériences pendant plusieurs semaines, sans qu'il soit nécessaire de comprimer l'air à plus de 1 $^1/_2$ atmosphère.

Veut-on connaître le niveau absolu de l'eau, il faudra enfin mesurer la distance entre le point où est posé la cloche et un autre point d'altitude connue. L'appareil permet d'enregistrer des variations de niveau allant jusqu'à sept mètres.

M. L. DE LA RIVE fait une communication *sur la transmission de l'énergie par un fil élastique.*

Deux pendules A et B de même longueur, environ 3 m., sont formés chacun par un poids de 5 kilogr. suspendu à l'extrémité d'un fil de fer, et sont disposés à la distance l'un de l'autre de 4 m. Les deux poids sont reliés par un fil élastique en caoutchouc à section carrée de 1 mill. carré, et le fil est seulement tendu par son propre poids dans la position verticale simultanée des deux pendules. On écarte A de la verticale du côté de B et on le laisse osciller. On voit B prendre un mouvement oscillatoire qui va en augmentant d'amplitude, tandis que celui de A diminue jusqu'à un minimum qui le rend relativement presque stationnaire. A partir de ce minimum, le phénomène se renverse et le mouvement de A augmente, tandis que celui de B diminue. Cet échange d'amplitude d'oscillation a lieu trois ou quatre fois d'une manière bien

caractérisée, après quoi les deux pendules tendent, semble-t-il, à osciller synchroniquement[1].

Cette expérience permet de montrer d'une manière simple et suggestive quel est le mode général de transmission de l'énergie cinétique d'un point à l'autre d'un système solide. On sait en effet que la transmission d'une force dans le cas de l'équilibre ou d'une force avec déplacement, d'un point à l'autre d'un système solide, est due aux déformations et aux pressions intérieures qui en résultent. Les corps solides élastiques rigides et les cordons dits inextensibles effectuent cette transmission d'une manière trop instantanée pour qu'on puisse en constater les conditions. Un fil en caoutchouc, à cause de sa grande extensibilité et de son faible coefficient d'élasticité, donne lieu à un échange lent dont l'étude offre de l'intérêt.

La théorie de cette expérience peut être traitée au point de vue ordinaire en admettant que la tension du fil est la même à ses deux extrémités et qu'elle agit simultanément sur les deux masses. Sans entrer pour le moment dans le calcul, on démontre que le pendule entraîné, par le fait qu'il se trouve en retard sur l'autre d'environ $^1/_4$ d'oscillation totale, gagne de l'énergie et que le pendule entraînant en perd. Il y a pour les deux perte et gain durant chaque oscillation, mais pour le premier c'est le gain et pour le second la perte qui l'emporte.

On peut aussi considérer directement le mouvement de l'énergie dans l'intérieur du fil élastique. On sait que les travaux récents[2] sur le champ électromagnétique, d'après

[1] L'expérience a été montrée dans la salle de physique et disposée avec soin par l'obligeance de M. Möhlenbrücke, assistant de physique au laboratoire de M. H. Dufour.

[2] Poynting, *Phil. Trans. R. S.* Londres, 1884, *Archives des sciences phys. et nat.*, 1889, t. XXII, p. 214.

la théorie de Maxwell, font envisager l'énergie comme possédant les deux caractères essentiels de la matière, l'indestructibilité et la propagation continue dans l'espace. Admettant cette hypothèse, il résulte d'une étude analytique plus récente[1] que les équations différentielles de l'élasticité peuvent prendre la forme d'équations différentielles relatives à la propagation de l'énergie. En appliquant ce principe analytique au cas du fil élastique, l'équation exprime que l'accroissement de l'énergie totale du fil, énergie cinétique et énergie potentielle, rapporté à l'unité de temps est équivalent à la somme des deux flux d'énergie au travers des sections terminales du fil qui la font communiquer avec les deux masses. Le flux est en valeur absolue égal au produit de la dilatation par la vitesse et, puisque la tension est proportionnelle à la dilatation, cette expression est bien celle du travail effectué et par conséquent de la variation d'énergie de la masse due à la tension du fil. Le mouvement des masses étant très lent par rapport à la vitesse de propagation de l'énergie dans le fil, l'égalité de tension à un instant quelconque en tous les points du fil doit être réalisée à très peu près et le résultat théorique relativement au mouvement des deux masses le même que dans la théorie ordinaire. Mais il y a de l'intérêt à se rendre compte des conditions cinématiques qui produisent un flux d'énergie sortant du fil ou y entrant par chacune de ses deux sections.

M. le prof. Charles Dufour, de Morges, expose un procédé qu'il a imaginé pour la *mesure du grossissement des lunettes et des télescopes.*

[1] Ueber den Begriff der Localisirung der Energie, von Willy Wien. *Annales de Wiedemann*, t. XLV, p. 685, 1892.

Quand on veut apprécier le grossissement d'une lunette sans considérer la force des différentes lentilles qui la composent, on regarde ordinairement l'image d'un objet dans la lunette, tandis que l'on regarde le même objet avec l'autre œil, puis on compare, comme l'on peut, la grandeur relative de ces deux images.

La vision d'un objet de cette manière-là est assez facile; mais la mesure du grossissement l'est beaucoup moins, surtout pour les lunettes d'une grande force. On s'arrange pour que l'image vue dans la lunette se superpose à celle de l'objet que l'on voit à l'œil nu, puis on cherche à comparer leur grandeur. Ainsi supposons que l'on regarde une maison, et qu'une de ses fenêtres, vue dans la lunette, paraisse trois fois plus grande que toute la maison vue à l'œil nu, on cherche à déterminer ensuite combien de fois la maison elle-même est plus haute que la fenêtre, et alors une simple multiplication donne le grossissement cherché. Mais toutes ces mesures sont souvent inexactes et alors le résultat auquel on arrive est plus ou moins défectueux.

On recommande bien de choisir des objets qui facilitent cette comparaison, par exemple les tuiles d'un toit, en regardant combien une tuile, vue dans la lunette, recouvre de tuiles vues à l'œil nu, ou bien de prendre une mire dont les divisions soient bien apparentes, et d'utiliser de la même manière les divisions de la mire. Mais tout cela n'est pas facile, à moins que ces tuiles ou ces divisions ne soient très distinctes et très vivement éclairées.

Voici un moyen que je trouve plus commode et plus exact :

Attendre le jour de la pleine lune, ou bien un ou deux

jours avant ou après, alors que la lune paraît comme un disque presque entièrement rond, puis comparer la grandeur de la lune vue à l'œil nu à la grandeur de l'image vue dans la lunette. La comparaison de ces deux grandeurs est assez facile si l'on se place dans des conditions convenables, et pour ceci il peut se présenter deux cas :

1er cas. *On a devant soi la ligne de l'horizon, bien marquée par une vaste plaine ou par une nappe d'eau étendue comme un lac ou une mer.* On attend le moment où la lune, en s'élevant au-dessus de l'horizon, arrive à une hauteur telle, que l'image de la lune vue dans la lunette paraisse occuper tout l'espace qu'il y a entre l'horizon et le bord supérieur ou le bord inférieur de la lune réelle. Cette observation comporte un haut degré de précision, puis on calcule la hauteur apparente de la lune à l'instant de l'observation, en tenant compte de la parallaxe et de la réfraction, et on la compare avec le diamètre apparent de la lune tel qu'il est donné dans les tables astronomiques. Et si l'on veut plus d'exactitude, on tient compte de la dépression de l'horizon, qui dépend de la hauteur à laquelle on est placé, mais ce calcul ne présente aucune difficulté.

2me cas. *On n'a pas devant soi une plaine ou une nappe d'eau d'étendue suffisante.* Alors on attend un moment où l'image de la lune dans la lunette paraît occuper l'espace qu'il y a entre un des bords de la lune et une planète ou une étoile brillante bien visible dans le firmament. On calcule alors la distance qu'il y a de l'étoile jusqu'au bord de la lune que l'on a considéré, puis on compare cette distance avec le diamètre apparent de la lune; ce procédé donne aussi de très bons résultats.

Exemple du 1er procédé.

Le 13 juin 1889, jour de la pleine lune, à $9^h,06^m$ du

soir, à Morges, par 46°,31′ de latitude nord, et l'œil à 10^m au-dessus du lac, j'ai trouvé que la lune, vue avec une lunette, paraissait occuper l'espace qu'il y avait, à l'œil nu, du bord inférieur de la lune réelle jusqu'à l'horizon. Trouver le grossissement de la lunette.

Je ne développerai pas ici les calculs nécessaires pour trouver la hauteur apparente de la lune; ce n'est pas nécessaire pour les personnes habituées aux calculs astronomiques, et ce que je pourrais en dire ne serait pas suffisant pour l'apprendre à celles qui y sont étrangères.

Je me contenterai de dire que ce calcul donne 81°,50′ pour la distance zénithale de la lune au moment de l'observation. La parallaxe a pour effet d'augmenter cette distance zénithale. Ce jour-là, la parallaxe horizontale de la lune était 61′,22″. La parallaxe réelle de la lune est égale à cette parallaxe horizontale multipliée par le sinus de la distance zénithale, elle est donc égale à

$$61',22'' \times \sin 81°,50' = 3644'' \quad \text{ou} \quad 60',44''.$$

La distance zénithale de la lune, telle qu'on la voit, est donc $81°,51' + 1°,0',44'' = 82°,51'$, en faisant le calcul à 1′ près, ce qui est ici bien suffisant. Donc la hauteur apparente de la lune au-dessus de l'horizon est 7°,9′.

En désignant par α la dépression de l'horizon, on sait que l'on a :

$$\tang \alpha = \sqrt{\frac{2h}{R}},$$

h étant la hauteur à laquelle on est placé, et R le rayon de la terre, on trouve ainsi que $\alpha = 6',6''$. On peut aussi trouver cette tangente en divisant la limite de visibilité depuis la hauteur h par le rayon de la terre. Or cette limite de visibilité peut être obtenue rapidement et facile-

ment par le moyen suivant : Exprimez la hauteur h en décimètres, augmentez cette quantité de son quart et prenez la racine carrée, cette racine donne en kilomètres la limite de visibilité. Le résultat ainsi obtenu est suffisant dans la grande majorité des cas. Cependant il est trop faible à peu près du 1 $^0/_0$; il est facile de l'augmenter de cette somme si l'on veut obtenir une plus grande précision.

Avec cette correction, on arrive exactement au même chiffre que celui qui a été trouvé plus haut, savoir 6′,6″. Donc le centre de la lune est à 7°,15′ au-dessus de la limite visible de l'eau.

Et comme ce jour-là le demi-diamètre de la lune était de 16′,45″, le bord inférieur de la lune était à 6°,58′ au-dessus de cette limite. Augmentons ce chiffre de la réfraction, qui est ici de 7′, on trouve pour l'élévation du bord inférieur de la lune au-dessus du bord de l'eau 7°,5′. Pour avoir le grossissement, il faut diviser cette quantité par le diamètre apparent de la lune, qui est 33′,30″; on trouve alors pour le grossissement de la lunette 12,69 fois.

Exemple du 2me procédé.

Le 13 juin 1889, jour de la pleine lune, à $10^h,05^m$ du soir, on a observé que la lune, vue dans la lunette précédente, paraissait occuper l'espace qu'il y avait depuis Jupiter jusqu'au bord de la lune le plus éloigné de cette planète. Déterminer le grossissement de la lunette.

Je ne m'étendrai pas ici sur les détails du calcul nécessaire pour déterminer la distance de Jupiter au bord de la lune qui en est le plus éloigné. C'est un calcul facile pour les personnes un peu habituées aux calculs d'astronomie. Je dirai seulement que l'on trouve pour cette dis-

tance 7°,4′,45″; cela donne pour le grossissement de la lunette 12,68 fois, chiffre qui se rapproche beaucoup du précédent. Ces résultats se rapprochent même tellement que j'estime avoir eu du bonheur. En général, pour des observations de ce genre, on ne peut guère espérer une pareille concordance.

Ces deux procédés nécessitent sans doute des calculs un peu longs; mais quant à l'exactitude ils donnent de bons résultats, parce que l'observation est facile et comporte plus de précision que l'on ne peut généralement en obtenir quand on compare les grandeurs de deux images dont l'une est vue à l'œil nu, et l'autre vue dans la lunette.

D'ailleurs, c'est un calcul que l'on ne fait pas tous les jours; on le fait une ou deux fois dans l'histoire d'un instrument, et alors, pour obtenir un bon résultat, on peut bien se donner la peine de faire quelques calculs qui, du reste, sont assez intéressants.

M. Gariel a entendu avec intérêt l'indication de l'ingénieuse méthode imaginée par M. Ch. Dufour et il pense que, dans des conditions convenables, elle doit donner des résultats satisfaisants; seulement elle n'est pas applicable à tous les cas : en effet, tandis que, par un tirage approprié de l'oculaire, on peut toujours arriver à voir nettement par l'œil qui regarde dans l'instrument, il n'en est pas de même pour l'œil qui regarde l'objet directement, la lune, dans le cas actuel, et la vision nette pour cet œil ne pourra avoir lieu que si l'œil est emmétrope ou si, étant hypermétrope, il accommode convenablement. Si l'œil est myope, la vision cesse d'être nette et la comparaison entre les deux images ne peut rien donner de précis; il en serait de même pour un œil astigmate.

Cette objection est applicable, bien entendu, à toutes les méthodes dans lesquelles on compare des images vues par les deux yeux dans des conditions différentes.

M. Gariel voudrait profiter de l'occasion qui lui est offerte pour indiquer comment il lui semble que doit s'introduire la notion de grossissement dans l'étude des instruments d'optique; il y a là une idée générale applicable à tous les cas et qui lui paraît devoir se substituer absolument aux définitions variées qu'on trouve dans presque tous les ouvrages où la question est traitée.

Sans insister sur les données physiologiques du fonctionnement de l'œil, on comprend aisément qu'on voit d'autant plus de détails dans un objet que son image sur la rétine est plus grande, de telle sorte qu'il convient de dire que le but des instruments d'optique est de substituer à l'image rétinienne directe d'un objet une image rétinienne agrandie : l'avantage qu'il y a à se servir d'un instrument d'optique quelconque est donné par le rapport de ces images rétiniennes ou par le rapport des grandeurs d'une même ligne de ces images duquel le premier peut se déduire.

On définira donc le grossissement fourni par un instrument, *dans des conditions données* : le rapport de l'image rétinienne d'une ligne vue à travers l'instrument à l'image rétinienne de la même ligne vue directement par l'œil, ces images étant obtenues dans les conditions indiquées.

Mais si cette définition est la seule qui fasse réellement comprendre l'importance du grossissement, il est commode, pour la discussion, de lui en substituer une autre qui lui est équivalente, mais dont la signification manque de netteté si on la donne directement. La substitution dont il s'agit repose sur le fait que la position du

centre optique est sensiblement invariable pour un œil donné et que, par suite, la grandeur de l'image rétinienne d'une ligne est proportionnelle à l'angle sous lequel on voit cette ligne, à son diamètre apparent. On peut donc remplacer, pour la discussion, la définition précédente par la suivante :

Le grossissement fourni par un instrument dans des conditions données est le rapport du diamètre apparent de l'image fournie par l'instrument au diamètre apparent de l'objet vu directement.

Il est facile de voir que ce rapport n'est pas un nombre constant pour un instrument donné, mais qu'il dépend de la manière dont on l'emploie, du fonctionnement de l'œil regardant l'objet soit directement, soit à travers l'instrument.

Soient, en effet, O la grandeur de l'objet regardé et d la distance à laquelle il est placé quand on le regarde directement : son diamètre apparent est alors $\frac{O}{d}$; soient de même I la grandeur de l'image fournie par l'instrument et D la distance à laquelle elle se forme de l'œil dans les conditions où on la voit nettement; son diamètre apparent est $\frac{I}{D}$, et le grossissement g, d'après la définition est égal à $g = \frac{I}{D} : \frac{O}{d} = \frac{I}{O} \cdot \frac{d}{D}$.

Pour un objet donné O, il y a bien trois variables dans cette formule, I, D et d; mais il importe de remarquer que I dépend de D, de telle sorte qu'il n'y a en réalité que deux variables, I et d.

Ces deux variables dépendent l'une de l'autre dans le cas où, à l'aide d'une lunette, on regarde un objet placé à une distance qu'on ne peut modifier ; car alors la dis-

tance *d* à laquelle on regarde l'objet vu directement est aussi celle à laquelle on le regarde avec l'instrument, de telle sorte que D est déterminé quand on connaît *d* qui est la seule variable.

Mais il n'en est pas ainsi dans la loupe ou le microscope, car la distance *d* à laquelle on regarde directement l'objet n'est pas du tout celle à laquelle on le place pour le regarder avec l'instrument, de telle sorte que les deux variables *d* et D sont indépendantes.

On conçoit donc qu'il y a lieu, dans ces différents cas, de faire une discussion qui permette de connaître les variations du grossissement pour un instrument donné et qui, notamment, indique quelles sont les meilleures conditions d'emploi, c'est-à-dire celles qui donnent le plus fort grossissement.

M. Gariel n'abusera pas de la patience de l'auditoire en faisant cette discussion qui n'offre d'ailleurs aucune difficulté; il voulait seulement appeler l'attention sur quelques points relatifs à la question du grossissement, et notamment sur les suivants :

L'étude des instruments d'optique ne peut être complète si l'on n'y fait intervenir les conditions de fonctionnement de l'œil.

Le grossissement d'un instrument d'optique n'est pas une quantité constante : c'est une donnée qui varie, dans des limites plus ou moins étendues, avec les conditions de son emploi et notamment avec la nature et l'état de l'œil qui est placé derrière l'instrument.

M. A. Kleiner, de Zurich, a étudié *la chaleur produite par polarisation diélectrique.* Au moyen d'un grand nombre de petits condensateurs plans, l'auteur a mesuré

l'élévation de température qui se manifeste sous l'action de charges et de décharges alternant rapidement. Les températures étaient données par des éléments thermo-électriques très fins, soudés aux feuilles d'étain qui formaient les armatures des condensateurs. Le nombre des décharges pouvait être trouvé en comptant les étincelles fournies par un grand condensateur à feuillets intercalé en cascade derrière les petits condensateurs et muni d'un excitateur.

Les expériences ont montré qu'à une diminution de l'épaisseur du diélectrique, toutes choses égales d'ailleurs, correspond une forte élévation dans la température. La comparaison des quantités de chaleur produites a aussi été faite entre les divers diélectriques et une couche d'ébonite de même épaisseur, et on a trouvé l'ordre suivant, la quantité de chaleur pour l'ébonite étant choisie comme unité :

Ébonite.....	1
Caoutchouc...	1,4
Gutta-percha..	1,76
Verre.....	0,74
Cire.....	0,6
Mica.....	0,28
Paraffine.....	0
Colophane....	0

Le potentiel de la décharge a été maintenu pour tous les cas le même; il était d'environ 4500 volts. On pouvait présumer que les substances dans lesquelles il se développe peu de chaleur donneraient des condensateurs ayant une courte durée de charge. C'est ce qu'ont confirmé les expériences sur la paraffine et la colophane. Un

condensateur construit avec de la paraffine comme diélectrique a présenté une durée de charge de deux secondes; un autre, fait avec de la colophane, une durée de une seconde. Les meilleurs condensateurs qui soient jusqu'à présent connus ont une durée de charge de trois secondes.

M. le prof. A. RIGGENBACH-BURCKHARDT fait une communication *sur le rapport existant entre la moyenne annuelle d'eau tombée et la configuration du sol.*

La moyenne annuelle d'eau tombée pour le canton de Bâle-Campagne d'après les mesures effectuées pendant dix ans donne : 750^{mm} pour la plaine du Rhin (270^{m} au-dessus de la mer), 966^{mm} pour le plateau moyen (565^{m} au-dessus de la mer), 1100^{mm} pour Langenbruck, vallée élevée entre les crêtes du Jura, enfin 1030^{mm} pour des stations placées en arrière de vallées encaissées, bien que l'élévation ne soit que de 540^{m}, c'est-à-dire inférieure à celle du plateau moyen.

L'auteur propose la formule suivante pour exprimer le rapport entre la quantité d'eau tombée dans une station et ses constantes orographiques :

$$R = a + bh + c \operatorname{tg} z,$$

dans laquelle a représente la quantité d'eau tombée qui s'appliquerait à toutes les stations si elles étaient situées dans la même plaine. Pour une élévation plus grande, l'air est plus froid, ce qui déterminera de plus fortes condensations; on peut admettre que l'augmentation de la condensation est proportionnelle à l'augmentation h de l'élévation. Le troisième terme représente l'influence exercée par les versants des vallées. Là où un courant d'air humide horizontal est obligé par la configuration du

sol à s'élever, il y aura refroidissement de l'air humide et par conséquent de la condensation. L'élévation de l'air dans une seconde et de même la condensation sera mesurée par la tangente de l'angle d'inflexion que subira le courant d'air. Si le courant d'air était exactement parallèle au sol, on devrait prendre l'inclinaison du sol de la station elle-même; mais comme les nombreuses irrégularités du sol n'influent que légèrement sur les couches d'air supérieures, c'est l'inclinaison moyenne du sol dans les environs de la station qui devra être utilisée. Étant données les conditions du territoire de Bâle-Campagne, il a paru convenable d'étendre les limites de la région considérée jusqu'aux hauteurs voisines visibles depuis la station. Le fait que dans le territoire de Bâle aucune station ne se trouve spécialement exposée ou à l'abri des vents pluvieux vient favoriser beaucoup une recherche de ce genre ; de même aussi le fait qu'il n'y a pas de différences sensibles pour les vitesses du vent dans ces différentes stations.

M. le Dr Huber, à Berne, a déterminé à l'aide de l'atlas Siegfried l'inclinaison moyenne de 12 stations appartenant au plateau moyen et au Jura et a calculé pour elles à l'aide de la méthode des moindres carrés les valeurs des trois constantes. Le résultat donne :

$$R = 793{,}3 + 0{,}414\,(h - 300) + 381{,}6 \operatorname{tg} z\,,$$

où h indique l'élévation au-dessus de la mer et z l'inclinaison moyenne de la station. Cette formule permet d'obtenir d'une manière satisfaisante les hauteurs d'eau tombée. D'après M. Huber, l'écart probable de 17^{mm} donné par la formule est le même que celui qui résulte de l'inégalité de la répartition de la quantité annuelle de la pluie entre les mois de l'année pour les 12 stations.

Les observations des stations bâloises donnent une augmentation d'eau tombée de 41^{mm} pour 100^{m} d'élévation. Ce résultat est confirmé par les observations de cinq ans effectuées dans la station de plaine de Cham, au N. du lac de Zoug, et dans les stations élevées voisines de Gubel et du Rigi, ainsi que par les observations de huit ans sur le Säntis et le Gäbris.

Il ressort de cette formule que sur le versant d'une montagne il doit se trouver une zone où l'eau tombée atteint un maximum, car lorsqu'on approche du sommet l'angle d'inclinaison devient nul et cela entraîne une diminution du troisième terme plus forte que l'augmentation amenée au second terme par une élévation plus grande.

Enfin la formule permet, à l'aide des observations de quelques stations, de calculer les quantités d'eau moyennes pour un bassin fluvial dans lequel il n'y a pas à distinguer entre stations exposées et stations à l'abri des vents pluvieux. On calcule, à l'aide des observations des stations les trois constantes a, b, c. En donnant ensuite à h et $\operatorname{tg} z$ les valeurs de la hauteur moyenne et de l'inclinaison moyenne du bassin fluvial, on obtiendra la hauteur de la chute d'eau moyenne et en la multipliant par la surface du bassin on aura la quantité d'eau totale tombée pour ce bassin.

Si, d'autre part, on mesure le débit réel du fleuve on obtiendra en comparant les deux résultats la valeur de l'évaporation et de l'infiltration dans le sol[1].

Le Prof. Dr Georg-W. Kahlbaum, de Bâle, parle de *la*

[1] Voir mémoire complet sur ce sujet dans les *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, Bd. X, Heft 2, p. 425-433.

distillation des métaux à de très basses pressions. Dans la session de la Société helvétique à Bâle, en 1892, l'auteur a présenté une pompe pneumatique à mercure de sa construction, au moyen de laquelle il est parvenu à distiller un assez grand nombre de corps organiques, bien au-dessous des limites de vide jusqu'alors obtenues, même jusqu'à $0,1^{mm}$ de pression. Ces études ont montré que, en règle, non pas absolue, mais au moins très générale, l'abaissement du point d'ébullition pour une même diminution de pression est d'autant plus grand que le point d'ébullition à pression normale est plus élevé. On sait aussi que plus la pression est basse en valeur absolue, plus grand sera l'abaissement de la température d'ébullition pour une diminution de pression donnée. La connaissance de ces principes a conduit l'auteur à étendre ses recherches aux métaux. Il a jusqu'ici expérimenté à des pressions allant de $0,002^{mm}$ jusqu'à $0,00004^{mm}$ sur les corps suivants : K, Na, Se, Te, Cd, Mg, Bi, Zn, Tl et Mn.

A l'exception du zinc et du manganèse, tous ces métaux ont pu être distillés sans difficulté dans des appareils en verre peu fusible, à des températures restant bien au-dessous des limites vers lesquelles le verre aurait commencé à se ramollir. Cela dénote un abaissement considérable du point d'ébullition. La distillation avait lieu dans un bain-marie d'alliage fusible. Pour mesurer les températures, on s'est servi de thermomètres à mercure construits sous forte pression (30 atmosphères), qui permettent de lire des températures allant jusqu'à 560°. La série des sels de Carnelly et Williams, à points de fusion connus, a ausi servi à prendre les températures. Les pressions étaient indiquées par un volumènomètre de construction particulière permettant de mesurer des

pressions de 0,1^{mm} à 0,00001^{mm}. L'auteur s'abstient de publier les résultats numériques obtenus, car ils ne doivent être considérés que comme approximatifs, vu la difficulté des mesures de températures.

La distillation dans le vide a conquis une place importante en chimie organique pour la purification des produits. L'auteur a tenté d'appliquer la même méthode à la purification des métaux.

L'examen spectroscopique des métaux soumis à ce procédé en a prouvé tous les avantages. Ainsi une seule distillation fait disparaître 35 raies du spectre du tellure le plus pur que puisse fournir le commerce. Ce n'est certes pas la seule méthode qui permette d'obtenir les métaux à l'état pur, mais aucune ne peut lui être comparée quant à la simplicité et la rapidité. Des détails plus circonstanciés sur ces sujets sont donnés dans le traité intitulé : « Studien über Dampfspannkraftsmessungen (in gem. mit P. Schröter und anderen, von G.-W.-A. Kahlbaum). Basel, 1893. »

M. C. Galopin développe la théorie mathématique du *déplacement d'un corps sonore.*

L'étude des modifications apparentes produites dans un son par le déplacement rapide du corps sonore a déjà été esquissée par M. le prof. Ch. Dufour (*Archives*, tome XXIV, 1890); mais en étendant ces recherches à un plus grand nombre de cas différents, on parvient par le calcul à des résultats inattendus. Ces résultats, toutefois, peuvent être difficilement contrôlés par l'expérience : il s'agit souvent de sons très aigus qui, par cela même, échappent à notre sens auditif, puis de notes différentes qui se succèdent dans un temps si court que l'oreille doit

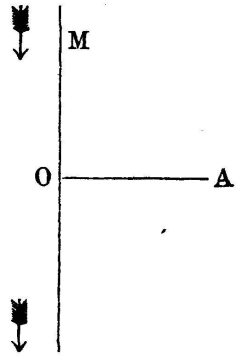
nécessairement les confondre. Ajoutons encore que nos calculs concernent proprement, non les projectiles qui produisent un son en fendant l'air, mais les corps sonores par eux-mêmes, dans lesquels la note entendue se trouve fort altérée par un déplacement dont la vitesse soit comparable à celle du son. Nous ne faisons ici, à l'aide de calculs d'ailleurs très simples, et fort condensés dans les lignes qui suivent, qu'analyser des phénomènes qui, pour l'observateur, resteront le plus souvent indistincts. C'est ainsi que le chimiste décèle dans un produit, par une analyse délicate, la présence de certains principes que nos sens n'auraient jamais reconnus dans le composé.

On verra, en particulier, que dès que la vitesse du mobile surpasse celle du son, on entend à la fois deux notes, d'abord plus aiguës que le ton naturel, puis l'une aiguë et l'autre grave; si la vitesse est plus que double de celle du son, il y aura une troisième période dans laquelle les deux notes seront graves.

Vitesse du son u, du corps V, observateur en A ($OA = a$).

1er cas. $V < u$ (locomotive).

Les sons arrivent en A dans l'ordre où ils se produisent.



S'il y a n vibrations par 1″, ou $\frac{n}{m}$ en $\frac{1''}{m}$, en combien de temps entendra-t-on les $\frac{n}{m}$ vibrations produites à partir de M?

$OM = x$. Ce sera $\frac{1}{m} + \frac{\sqrt{a^2 + (x - \frac{V}{m})^2}}{u} - \frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{u}$ secondes, qui pour m très grand se réduit à $\frac{1}{m}\left(1 - \frac{Vx}{u\sqrt{a^2+x^2}}\right)$;

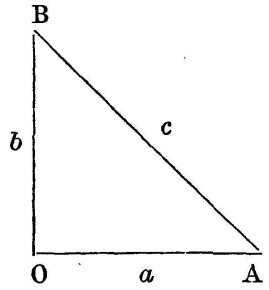
donc n vibrations s'entendent en $1 - \frac{Vx}{u\sqrt{a^2+x^2}}$ secondes, et le nombre de vibrations est divisé par $1 - \frac{Vx}{u\sqrt{a^2+x^2}}$. Le son est donc plus aigu, devient juste en O, puis grave, Tons extrêmes $1 - \frac{V}{u}$ et $1 + \frac{V}{u}$. Exemple : $\frac{V}{u} = \frac{1}{25}$, soit pour V, 49 kilom. à l'heure.

Si A est en O, le son aigu ou grave reste invariable; en O saut brusque de $1 - \frac{V}{u}$ à $1 + \frac{V}{u}$.

2me cas. $V = u$.

Les sons extrêmes deviennent 0 et 2; son infiniment aigu et octave grave. Changement graduel, sauf si A est en O. Le ton juste s'entend quand le mobile est à une distance a de O.

Remarque. Dès que V surpasse u, le mobile arrive en O avant qu'aucun son ait été entendu; le premier qu'on entendra viendra d'un point correspondant à la valeur de x pour laquelle $\frac{\sqrt{a^2+x^2}}{u} - \frac{x}{V}$ est minimum, d'où $x = \frac{au}{\sqrt{V^2-u^2}}$; cela détermine le point critique, soit B;



faisons $OB = \frac{au}{\sqrt{V^2-u^2}} = b$, et

$$AB = c = \frac{aV}{\sqrt{V^2-u^2}};$$

on aura $\frac{b}{c} = \frac{u}{V}$ et $a^2 + b^2 = c^2$.

Le premier son arrive en A dans un temps $\frac{a\sqrt{V^2-u^2}}{uV}$ après le passage en O, dans un temps $\frac{aV}{u\sqrt{V^2-u^2}}$ après le passage en B, et lorsque le mobile a parcouru depuis O une longueur $\frac{a\sqrt{V^2-u^2}}{u}$. Depuis ce moment, on entend tou-

jours deux sons simultanés émis l'un avant, l'autre après B.

L'équation $\frac{y}{V} + \frac{\sqrt{a^2 + (b-y)^2}}{u} = t$, ou

$$(V^2 - u^2)y^2 + 2Vu(tu - c)y + V^2(c^2 - u^2t^2) = 0,$$

donnera les distances au point B des deux positions du mobile qui envoient leurs vibrations en A dans un même temps t compté depuis le passage du mobile en B. On suppose y positif dans le sens BO. Comme $c < ut$, on aura y' positif, y'' négatif, et y'' surpassera y' en valeur absolue.

Le nombre de vibrations pour l'observateur se trouve, d'après le même raisonnement que ci-dessus, en divisant le nombre réel des vibrations par

$$\frac{Vx}{u\sqrt{a^2 + x^2}} - 1, \quad \text{ou} \quad \frac{V(b-y)}{u\sqrt{a^2 + (b-y)^2}} - 1,$$

tant que le mobile n'a pas atteint le point critique, et par

$$1 - \frac{Vx}{u\sqrt{a^2 + x^2}}, \quad \text{ou} \quad 1 - \frac{V(b-y)}{u\sqrt{a^2 + (b-y)^2}},$$

lorsqu'il l'a dépassé. Après le point O, x change naturellement de signe; il faudrait remplacer $b-y$ par $y-b$.

3me cas. V entre u et $2u$.

Comme $V < 2u$, on aura pour x positif $Vx < 2ux$ et *a fortiori* $Vx < 2u\sqrt{a^2 + x^2}$ ou $\frac{Vx}{u\sqrt{a^2 + x^2}} < 2$; ainsi $\frac{Vx}{u\sqrt{a^2 + \lambda^2}} - 1 < 1$; donc les sons émis avant le point critique sont aigus, comme ceux émis après jusqu'en O; en O on aura le son naturel et au delà un son plus grave. Le son naturel arrive en A, $\frac{a}{u}$ secondes après le passage du mobile en O, soit lorsque le mobile est à une distance $\frac{aV}{u}$ au delà de O. Pour connaître le ton qui arrive à l'oreille en même temps que le ton naturel, il faut dans l'équation en y faire $t = \frac{b}{V} + \frac{a}{u}$, et les deux valeurs de y sont alors b et

$-b\left(\frac{2V}{\sqrt{V^2-u^2}}-1\right)$; le ton correspondant à cette dernière se déduit de $\frac{V(b-y)}{u\sqrt{a^2+(b-y)^2}}-1$, expression qui peut se réduire alors à $\frac{V^2-u^2}{V^2+u^2}$. Les tons extrêmes, asymptotiques, pour $y=-\infty$ et $y=\infty$ sont toujours $\frac{V}{u}-1$ et $\frac{V}{u}+1$, aigu et grave, puisque $\frac{V}{u}<2$.

Exemple : $V=\frac{3}{2}u$ (projectiles, 500^m environ).

Alors $\frac{2V}{\sqrt{V^2-u^2}}-1=\frac{6}{\sqrt{5}}-1$, $\frac{V^2-u^2}{V^2+u^2}=\frac{5}{13}$ (plus d'une octave), et le rapport $\frac{V-u}{V+u}$ entre les deux sons asymptotiques devient $\frac{1}{5}$, un de ces sons étant obtenu en divisant par $\frac{1}{2}$ (octave aiguë), l'autre en divisant par $\frac{5}{2}$ (1 octave et 1 tierce au-dessous).

Si A est en O, le point critique se confondant avec O, on entend en premier lieu le son parti de O, ou son naturel, puis simultanément le son antérieur, aigu, donné toujours par $^1/_2$, et le son postérieur, grave, donné par $^5/_2$.

4me cas. $V=2u$.

On aura $b=\frac{a}{\sqrt{3}}$, $c=\frac{2a}{\sqrt{3}}$.

Il faut diviser le nombre réel de vibrations par $\frac{2x}{\sqrt{a^2+x^2}}-1$ (quantité plus petite que 1) avant le point critique, $1-\frac{2x}{\sqrt{a^2+x^2}}$ après, et $1+\frac{2x}{\sqrt{a^2+x^2}}$ après le point O ; on a donc toujours 2 sons simultanés tous deux aigus tant que le mobile n'a pas atteint O, l'un grave et l'autre aigu

après son passage en O. Ici $\frac{2V}{\sqrt{V^2-u^2}}-1$ devient $\frac{4}{\sqrt{3}}$, $\frac{V^2-u^2}{V^2+u^2}$ devient $\frac{3}{5}$ (intervalle de l'ut au la) et $\frac{V-u}{V+u}$ devient $\frac{1}{3}$, intervalle d'une octave et une quinte.

Si A est en O, le point critique est en O; les deux sons simultanés sont l'un le son naturel $\left(\frac{V}{u}-1\right)$, l'autre le son d'une octave et une quinte au-dessous $\left(\frac{V}{u}+1\right)$.

5me cas. $V > 2u$.

Alors l'inégalité $\frac{Vx}{u\sqrt{a^2+x^2}}-1>1$ ou

$$V^2x^2-4u^2x^2>4a^2u^2$$

est possible et donne $x>\frac{2au}{\sqrt{V^2-4u^2}}$; pour toute valeur de x répondant à cette condition, le son est grave. Donc après avoir entendu deux sons aigus, on aura un son aigu et un grave, puis deux sons graves.

Le rapport $\frac{V-u}{V+u}$ entre les deux sons asymptotiques augmente avec V depuis O pour $V=u$, jusqu'à 1 pour $V=\infty$; dans le premier cas, en effet, un des sons est infiniment aigu, dans le dernier ils se confondent.

Pour $V=3u$ (réalisable), d'où $b=\frac{a}{\sqrt{8}}$, $c=\frac{3a}{\sqrt{8}}$, c'est lorsque $x>\frac{2a}{\sqrt{5}}$ que le son antérieur devient grave.

Pour $y'=b=\frac{a}{\sqrt{8}}$, on a (comme au 3me cas) $y''=-a\left(\frac{3}{4}-\frac{1}{\sqrt{8}}\right)$ et $t=\frac{a}{u}\left(\frac{1}{3\sqrt{8}}+1\right)$. Pour $x=\frac{2a}{\sqrt{5}}$ d'où $y''=\frac{2a}{\sqrt{5}}-\frac{a}{\sqrt{8}}=-a\left(\frac{2}{\sqrt{5}}-\frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$

on aura $y' = a\left(\frac{\sqrt{2}}{4} - \frac{3}{4} + \frac{2}{\sqrt{5}}\right)$ et

$$t = \frac{a}{u}\left(\frac{7}{3\sqrt{5}} + \frac{1}{6\sqrt{2}}\right);$$

cette valeur de t surpasse l'autre de $\frac{a}{u} \cdot \frac{7-3\sqrt{5}}{3\sqrt{5}}$.

De même la seconde valeur de y' surpasse la première, et la seconde de y'' surpasse numériquement la première. Si $\frac{a}{u} = \frac{1}{6}$, la différence des temps est environ $^1/_{135}$ de seconde : dans cette hypothèse on entendrait le premier son environ $^1/_6$ de seconde après le passage au point critique, puis durant $^1/_{90}$ de seconde les deux sons aigus, et $^1/_{135}$ de seconde un aigu et un grave, ensuite les deux graves.

Les tons finaux, les seuls produits si A est en O, sont l'octave grave et l'octave sous-grave.

Des deux sons simultanés, le postérieur est toujours plus intense, venant de moins loin. L'angle des deux directions augmente et tend vers 180°. Tout se passe dans un temps très court quand V est grand.

Ainsi que nous l'avions annoncé, les résultats qui précèdent échapperont sans doute, pendant longtemps encore, à toute constatation expérimentale. Ils n'en sont pas moins dignes d'attirer l'attention des physiciens, d'autant plus que des calculs analogues appliqués aux vibrations lumineuses qui proviennent des étoiles et à leurs changements de couleur, surtout pour les étoiles doubles, peuvent servir à déterminer les vitesses dont celles-ci sont animées, et par suite, leurs distances à la terre.

M. C.-E. Guye de Genève expose le parti que l'on peut tirer de la connaissance de la *moyenne distance géométrique* de tous les éléments de la section d'un conducteur, dans le *calcul des coefficients d'induction.*

C'est dans le but de faciliter ce genre de calcul qu'il a exprimé d'abord la moyenne géométrique a des distances de tous les éléments d'un ensemble de surfaces $s_1\, s_2 \ldots s_n$ en fonction des moyennes distances $(a_1\, a_2 \ldots a_n)$ de chaque surface et des moyennes distances $(a_{1\,2} \ldots a_{n-1.n})$ des surfaces considérées deux à deux. On obtient ainsi une relation tout à fait générale qui trouve particulièrement son application dans le cas très fréquent où la section des conducteurs est circulaire; en effet la moyenne distance de tous les éléments d'un cercle se calcule aisément, elle est égale à $0{,}7788r$ (r = rayon); la moyenne distance de deux cercles est égale à la distance des centres.

Dans le cas d'un système de n conducteurs égaux dont les sections circulaires sont réparties à égale distance les unes des autres sur le pourtour d'une circonférence de rayon R, la relation prend la forme très simple

$$\log a = \frac{\log (a_1\, n\, \mathrm{R}^{n-}\ )}{n} \qquad (1)$$

Cette formule permet de calculer les moyennes distances géométriques et par suite les coefficients d'induction d'un certain nombre de systèmes conducteurs qui présentent une grande analogie avec les câbles électriques (concentriques ou simples.)

Comme on pouvait s'y attendre, les valeurs des coefficients d'induction ainsi calculés concordent bien avec les valeurs déduites directement de l'expérience.

La détermination expérimentale a porté 1° sur un système conducteur de forme carrée formé de 3 fils égaux parallèles et équidistants; 2° sur un semblable système formé de 6 fils.

L'accord entre les résultats expérimentaux et le calcul

s'est montré très satisfaisant; les coefficients de self-induction calculés et observés n'ont différé que très peu l'un de l'autre ($^1/_{100}$ à $^1/_{200}$ de la valeur absolue.)

M. CHIAÏS, de Menton, a étudié *quelle est la raison des climats de localité?* On a cherché la raison des climats de localité dans les conditions géographiques et dans les conditions géologiques des lieux étudiés. Ces deux éléments n'expliquent point à eux seuls les climats de localité. Il est des climats dont la moyenne thermique est supérieure à la moyenne thermique géographique et qui sont ouverts en plein Nord: tels sont les éléments de la Gascogne. La géographie et la géologie d'un lieu ne donnent pas la raison suffisante des climats de localité. Il faut en chercher la raison d'être dans la composition spéciale de l'atmosphère de chaque localité. Des 9 autres éléments gazeux qui entrent dans la composition de l'atmosphère, trois sont invariables ou à très peu près dans leur rapport quantitatif. Le quatrième, au contraire c'est-à-dire l'élément vapeur d'eau, est très variable comme quantité absolue et comme quantité relative de localité à localité. Or, à sérénité égale, quand la tension de la vapeur d'eau s'élève, la température monte parce que la chaleur lumineuse du soleil devenue obscure en s'accumulant dans le sol a perdu de son pouvoir de pénétration à travers l'atmosphère; elle se perd difficilement par rayonnement, et elle se perd avec d'autant plus de difficulté que l'atmosphère est plus chargée de vapeur d'eau: la chaleur du sol est donc concentrée dans les couches inférieures de l'atmosphère et la température réelle du lieu devient supérieure à la température de latitude.

Comment se forment ces atmosphères de localité? La

raison d'être des unes se trouve dans les courants chauds océaniens superposés aux courants chauds de la mer et qui se diffusent sur les îles et les continents; la raison d'être des autres est donnée par les conditions géographiques et géologiques du lieu même. On pourrait appeler les atmosphères des premières localités des atmosphères d'importation et les atmosphères des secondes des atmosphères autochtones. La distinction a son importance car avec les atmosphères autochtones les écarts négatifs sont toujours de faible amplitude; avec les atmosphères d'importation l'écart négatif est très considérable on a la conformation du tout en comparant les climats de la Gascogne aux climats des Alpes maritimes.

M. C. Dutoit décrit un *nouveau baromètre anéroïde* de son invention. Ce baromètre se compose en principe d'une boîte d'anéroïde fixé par l'un des fonds et portant sur l'autre fond une glace noire; au-dessus une lentille convexe peut être approchée de cette glace au moyen d'une vis micrométrique, portant un limbe divisé permettant de lire le nombre de tours et fraction de tour. En rapprochant la lentille de la glace on voit apparaître au point de contact les anneaux colorés de Newton. Pour observer facilement ces anneaux un tube vertical placé au-dessus de la lentille porte une loupe à son sommet et à l'intérieur une glace sans tain faisant un angle de 45° avec l'axe du tube est placé au-devant d'une ouverture latérale faite dans le tube et servant à éclairer le point de contact. Il suffit pour faire une observation de faire tourner la vis micrométrique jusqu'à l'apparition d'un anneau d'une couleur et d'un ordre donné ou mieux encore jusqu'à ce que l'un d'eux ait atteint une dimen-

sion déterminée qui est alors indiquée par un cercle tracé sur la lentille. Ce baromètre est gradué à la façon ordinaire par comparaison avec un baromètre à mercure.

Chimie.

Président d'honneur : M. C. Friedel, membre de l'Institut, Paris.
Président : M. le Prof. Brunner, Lausanne.
Secrétaire : M. W. Robert, Lausanne.

O. Billeter. Desmotropie chez les thiurées. — A. Pictet. Phénanthridine. — E. Schumacher-Kopp. Cas d'empoisonnement chez le bétail. — W. Marckwald. Constitution des composés cycliques. — C. Friedel. Produit de condensation de la méthylacétanilide. — J.-H. Gladstone. L'âge de cuivre. — W. Robert. Samuel Baup, chimiste vaudois. — Raoul Pictet. Influence des basses températures sur les phénomènes chimiques.

M. le Prof. O. Billeter, de Neuchâtel, parlant de la *desmotropie chez les thiurées*, pense que les faits connus jusqu'à présent n'autorisent pas à envisager les thiurées comme des combinaisons tautomériques. L'habitude qu'on a d'attribuer aux thiurées la constitution symétrique n'a d'autre origine que leur comparaison avec les urées. Elle n'est nullement concluante. Si l'on considère la formation de dérivés de l'acide imidothiocarbamique à partir des thiurées comme une preuve de la présence dans ces dernières du groupe SH, alors toutes les réactions connues des thiurées s'accordent avec leur constitution asymétrique. Dans cette même supposition, la desmotropie des thiurées ne serait démontrée que si l'on réussissait à produire une substitution soit au soufre, soit à l'azote dans les thiurées *tertiaires*, c'est-à-dire dans celles