

**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:** 71 (1888)

**Vereinsnachrichten:** Physique

**Autor:** Hagenbach-Bischoff / Graf

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 13.04.2026

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

ciétés musicales de Soleure ont charmé les oreilles de leurs auditeurs.

La prochaine réunion aura lieu à Lugano sous la présidence de M. l'ingénieur Fraschina.

### Physique.

*Président* : Prof. Ed. HAGENBACH-BISCHOFF, de Bâle.

*Secrétaire* : D<sup>r</sup> GRAF, de Berne.

Henri Dufour. Mesure de l'humidité de l'air. — R. Emden. Recherches sur le grain de glacier. — F.-A. Forel. Couleur des eaux des lacs. — L. de la Rive. Le mouvement parabolique d'un point matériel peut-il donner lieu aux nébulosités comitaires ? — Edouard Brückner. Notre climat subit-il des changements ?

Dans la première assemblée générale, M. le prof. F.-A. FOREL, de Morges, a exposé la question de la variation périodique des glaciers, et M. le prof. HAGENBACH-BISCHOFF de Bâle, celle du *transport de la force par l'électricité* avec application spéciale à la ligne Kriegstetten-Soleure.

Dans la séance de la section de physique, M. Henri DUFOUR, professeur à Lausanne, présente quelques observations *sur la mesure de l'humidité de l'air*. D'après les observations qu'il a pu faire sur un certain nombre de substances hygrométriques, il a reconnu que la baudruche convient très bien pour la construction d'hygromètres enregistreurs. Les variations de longueur de cette substance, employée en lames minces, suivent sans retard les variations de l'humidité relative. La sensibilité de la baudruche est plus grande que celle du cheveu, et l'effort mécanique dont on peut disposer pour l'enregis-

rement est assez grand pour permettre l'enregistrement continu, comme le prouvent les tracés de l'hygromètre enregistreur construit à Lausanne.

A côté de cet appareil nécessaire pour l'enregistrement, M. Dufour a étudié les propriétés de l'hygromètre à condensation comme instrument de contrôle et de mesure absolue. Les hygromètres à condensation intérieure, tel que celui de M. Crova, présentent de grands avantages sur les appareils exposés à l'air libre, tels que ceux de Regnault et de M. Alluard; en étudiant les hygromètres à condensation, M. Dufour a reconnu que ces instruments gagnent en précision et en facilité de maniement, si on détermine la température du point de rosée au moyen d'un thermomètre placé dans la *masse métallique même*, sur laquelle se dépose la rosée, et non dans le liquide servant, par évaporation, à abaisser la température du métal. M. Dufour présente une nouvelle forme d'hygromètre à condensation, pouvant servir d'instrument à condensation à l'air libre ou à condensation intérieure, et dans lequel la rosée se dépose sur une plaque épaisse de cuivre rouge argentée, dans laquelle est mastiqué un thermomètre qui donne la température de la plaque et non celle du bain réfrigérant.

M. Dufour estime d'après ses observations que, dans beaucoup de stations météorologiques suisses, il y aurait avantage à remplacer les observations psychrométriques, telles qu'elles sont faites actuellement, par des observations hygrométriques faites par l'hygromètre à cheveu, en contrôlant cet appareil fréquemment au moyen de l'hygromètre à condensation ou du psychromètre à circulation d'air, tel que l'a proposé M. le Dr Assmann.

M. le Dr R. EMDEN, de St-Gall, rend compte de ses

recherches *sur le grain du glacier*. La décomposition en grains cristallins n'est pas une propriété spécifique de la glace de glacier. Toute glace, qu'elle doive son origine à la neige ou à l'eau, est un agrégat de cristaux qui augmentent de volume avec le temps, les plus gros s'accroissant aux dépens des plus petits. Un bloc de glace limpide, qui ne montre à l'œil nu aucune trace de structure, maintenu dans une bouteille hermétiquement fermée, à 0°, au repos absolu présentera au bout de quelques semaines une division en fragments gros comme des noisettes, offrant toutes les propriétés de la glace de glacier. Cette modification ne peut s'expliquer que par un procès de transport moléculaire (*molekulare Umlagerungs process*). De même, dans le glacier, immobile et à température invariable, la formation du grain de glacier doit être expliquée par un procès de transport moléculaire.

Les stries de Forel, à la surface de la glace n'ont aucun rapport avec la constitution cristalline du grain, et ne sont probablement qu'une forme spéciale des sillons d'érosion de l'eau de fusion. Leur étude est surtout facile dans les cristaux prismatiques, allongés, dans lesquels se décompose toute glace d'eau, sous l'action de la chaleur rayonnante.

Dans la discussion qui suit cet exposé, le président, M. le professeur HAGENBACH, remercie M. Emden de son intéressant travail. Il ajoute quelques faits de son expérience personnelle. D'accord avec le prof. Forel avec lequel il a étudié cette question il n'a pu trouver aucune relation constante entre les stries de Forel et les lentilles de fusion de Tyndall. En second lieu il est arrivé à montrer que dans toute l'étendue du même cristal, non seulement les axes principaux de cristallisation sont partout

parallèles, mais que les axes secondaires eux aussi, sont orientés dans les mêmes directions ; là où cette orientation diverge, l'on est à la limite de deux cristaux. La preuve en est fournie par de belles photographies des figures de fusion de Tyndall. En troisième lieu, M. Hagenbach ne peut accepter l'idée émise par le Dr Emden dans le cours de son exposé, de l'existence d'un ciment qui unirait les divers grains cristallins. Quant au procès par lequel les grains cristallins de glacier s'accroissent en volume on doit le considérer comme étant l'effet de couples de forces. Toutefois il ne faut pas croire que la grande taille de toute espèce de cristal de glace soit due à un phénomène de recristallisation (Umcrystallisation) ; souvent le cristal se produit du premier jet dans de grandes dimensions ; ainsi dans la couche de glace qui se forme à la surface d'un étang, dans les grains de grêle, dans les cristaux de sublimation, etc.

M. le Dr Emden en se fondant sur ses observations maintient l'existence d'un ciment entre les cristaux de la glace.

M. le prof. FOREL confirme les dires de MM. Hagenbach et Emden sur l'indépendance de l'axe principal du cristal avec les stries de Forel. Il a recherché des relations éventuelles entre le plan des lentilles de Tyndall et les stries de fusion, en les étudiant au glacier du Rhône en 1880 et 1884, au glacier de Fee en 1884, au glacier d'Arolla en 1886 et 1887, et il est arrivé à un résultat essentiellement variable. La moitié à peu près des expériences donnaient un parallélisme entre ces figures, l'autre moitié une direction perpendiculaire. M. Forel ajoute qu'il a vu dans de la neige d'avalanche, au fond de la grotte du glacier d'Arolla, la formation assez avancée du grain du

glacier, dans des conditions qui excluent toute action de mouvement et de pression.

M. Hagenbach insiste encore sur la nécessité d'appliquer l'étude optique pour connaître avec sûreté les axes et plans de cristallisation d'un cristal de glace.

M. F.-A. FOREL, de Morges, montre les appareils qui lui servent à apprécier numériquement la couleur des eaux des lacs.

Le colorimètre de M. F. Cornu, de Bâle, fait varier inversement l'épaisseur de deux solutions colorées, l'une bleue, l'autre jaune; la superposition optique donne tous les tons désirables entre le bleu, le vert et le jaune.

La gamme de couleurs Forel emploie dans des tubes de verre des mélanges à proportions définies de sulfate de cuivre ammoniacal et de chromate neutre de potassium.

M. L. DE LA RIVE traite cette question : *Le mouvement parabolique d'un point matériel peut-il donner lieu aux nébulosités cométaires?*

Une des tentatives les plus sérieuses pour établir une théorie rationnelle des nébulosités cométaires est le travail de Bessel sur la comète de Halley, à son apparition en 1835. On le trouve entièrement reproduit dans l'ouvrage de Zöllner, intitulé « Sur la nature des comètes. » Dans l'essai de théorie que nous rappelons, Bessel admet que la particule cométaire est assimilable à un point matériel libre et, de plus, qu'elle est sortie de la sphère d'action de la comète elle-même. Son mouvement est déterminé par la vitesse initiale et par l'action du soleil qui est supposée varier en raison inverse du carré de la distance, mais pouvoir devenir répulsive.

L'hypothèse d'une force répulsive, émanant du soleil et produisant les phénomènes cométaires, est, comme on le sait, admise dans l'explication satisfaisante à beaucoup d'égards de M. Faye, et bien que l'existence de cette force semble difficilement se déduire des dilatations calorifiques, il n'est pas possible, dans l'état actuel de la science, de rejeter cette supposition.

Pour apprécier dans quelle mesure l'hypothèse d'une force répulsive peut seule rendre compte du phénomène, il est utile de chercher quelles sont les conséquences des lois ordinaires de la gravitation. Un point matériel libre est supposé, comme l'admet Bessel, échapper à l'action de la comète, tout en s'en trouvant encore à une distance très petite par rapport à la distance au soleil. On cherchera quelle est la trajectoire de ce point et, à un moment donné, quelle est la distribution de l'ensemble des points, successivement sortis de la sphère d'action de la comète, par rapport à la comète elle-même. C'est un essai élémentaire de ce genre qui fait l'objet de cette communication.

Considérons une masse  $M$  décrivant une parabole dont le foyer est  $F$  et l'axe  $FA$  (fig. 1).

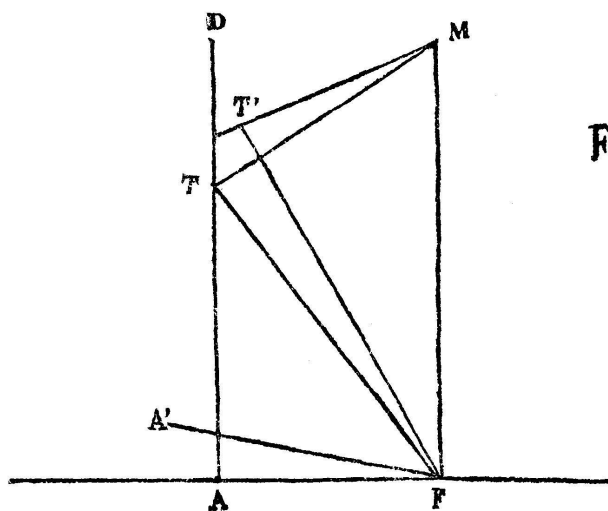


Fig. 1

La tangente  $MT$  coupe la perpendiculaire à l'axe élevée par le sommet  $A$ , de telle manière que  $FT$  est perpendiculaire sur  $MT$ , et que cette droite est en même temps la bissectrice de l'angle  $MFA$ .

Considérons un point matériel  $m$ , coïncidant avec  $M$ , mais dont la vitesse, tout en gardant la même valeur, prend la direction  $MT'$ , faisant avec  $MT$  un angle très petit  $\Delta\alpha$ . C'est le cas, si la vitesse relative de  $m$  par rapport à  $M$  n'est qu'une très petite fraction de la vitesse de  $M$ , et se trouve, de plus dirigée normalement à cette vitesse. Ceci admis,  $m$  décrit une parabole très peu différente de  $MA$ , et dont l'axe  $FA'$  fait un angle  $2\Delta\alpha$  avec  $FA$ . Cherchons quelle est la position de  $m$  à l'instant du passage de  $M$  en  $A$ .

Le mouvement de  $M$  sur la parabole est donné par

$$(1) \quad t = \frac{p^{\frac{3}{2}}}{2\sqrt{\gamma}} \left[ \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} + \frac{\operatorname{tg}^3 \frac{\theta}{2}}{3} \right]$$

$p$  est le paramètre de la parabole qui a pour expression  $\frac{v^2 \rho^2 \cos^2 \frac{\theta}{2}}{2}$ , et  $v$ ,  $\rho$ ,  $\theta$ ,  $\gamma$ , sont la vitesse, le rayon vecteur, l'anomalie vraie du point  $M$  et la force accélératrice centrale.

Pour le point  $m$ , le paramètre varie et l'on a

$$dp = -2p \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \frac{d\theta}{2}$$

D'autre part, la variation totale de  $t$  dans l'équation (1), lorsque  $p$  et  $\theta$  varient et que l'on remplace  $dp$  par la valeur ci-dessus, et  $\frac{d\theta}{2}$  par  $-\Delta\alpha$ , est

$$\Delta t = \frac{-p^{\frac{3}{2}}}{2\sqrt{\gamma}} \left[ 1 - \operatorname{tg}^2 \frac{\theta}{2} \right] \Delta \alpha$$

Pour trouver la valeur angulaire correspondant à  $\Delta t$ , dans le mouvement de  $m$ , on a la relation

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{4\sqrt{\gamma}}{p^{\frac{3}{2}}}$$

relative au sommet A de la parabole MA, donnant pour  $d\theta$  une valeur très peu différente de sa valeur exacte et ne donnant lieu, par conséquent, dans l'expression de  $\Delta\theta$  qu'à des erreurs du second ordre. On trouve ainsi

$$\Delta\theta = -2 \left( 1 - \operatorname{tg}^2 \frac{\theta}{2} \right) \Delta\alpha$$

L'angle  $\Delta\theta$  compté positivement suppose que  $\Delta t$  est positif, c'est-à-dire que  $m$  n'est pas encore en A' lorsque M est en A. Il faut donc compter  $\Delta\theta$  de FA' vers FM, et l'angle du rayon vecteur de  $m$  avec FA est

$$(2) \quad \omega = 2\Delta\alpha + \Delta\theta = 2 \operatorname{tg}^2 \frac{\theta}{2} \Delta\alpha$$

Le rayon vecteur de  $m$  au point voisin de A', a pour valeur  $p + dp$ , et l'on a

$$(3) \quad dp = 2p \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \Delta\alpha$$

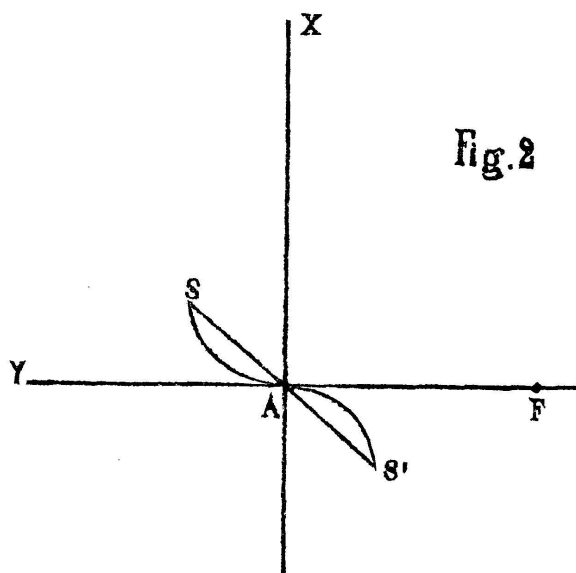
Rapportons la courbe des points  $m$  aux axes AX et AY, fig. (2), F étant le foyer et A le sommet de la parabole MA. On a

$$p\omega = x \quad , \quad dp = y$$

et la courbe obtenue en éliminant  $\operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$  entre les équations (2) et (3) est

$$(4) \quad y^2 = 2p \Delta \alpha x$$

Elle représente la demi-parabole SA, et non la parabole entière, parce que  $y$  doit être positif en même temps que  $x$ . En donnant à  $\Delta \alpha$  une valeur négative, c'est-à-dire



en inclinant  $MT'$  au-dessous de  $MT$ ,  $x$  devient négatif et  $y$  doit être également négatif, ce qui donne la demi-parabole  $S'A$ . Les paraboles correspondant aux diverses valeurs de  $\Delta \alpha$  forment une surface de points matériels limitée extérieurement par  $SAS'$ , obtenue avec la plus grande valeur. Sur chaque courbe, le point le plus éloigné de  $A$  est donné par la valeur maxima de  $\operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$ . Admet-

tons qu'elle soit la même pour toutes les valeurs de  $\Delta\alpha$  et éliminons  $\Delta\alpha$  entre  $x$  et  $y$ . Nous trouvons l'équation de la ligne droite

$$\frac{x}{y} = \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$$

qui représente la droite  $SS'$  limitant intérieurement la surface.

Comme on le voit, la portion de surface  $SA$  offre de l'analogie avec la nébulosité cométaire, puisqu'elle est opposée à la direction du soleil, tandis que la portion  $S'A$  suppose un flux de matière dans la direction du soleil, ce qui n'est que très exceptionnel dans la forme qui limite le brouillard lumineux. Par conséquent, si l'on admet les conditions initiales supposées pour les points  $m$ , la variation de direction de la vitesse,  $\Delta\alpha$ , doit être positive.

M. le prof. Dr Édouard BRÜCKNER, de Berne, donne lecture du travail suivant : *Notre climat subit-il des changements ?*

La géologie a démontré que les conditions climatériques de la terre du temps des anciennes périodes géologiques différaient de celles d'aujourd'hui. Le climat a subi des modifications, et l'on peut se demander si ces changements peuvent être constatés pendant la période historique. On a essayé de déterminer des changements de toute nature dans le climat, changements qui concernent aussi bien toute la surface de la terre, que d'autres s'appliquant à des contrées restreintes, et dont la provenance a été recherchée dans les travaux de l'homme, tels que destruction ou plantation de forêts.

La question est entrée dans une nouvelle phase lorsqu'on n'a plus recherché un changement continu du climat dans une des directions, mais qu'on a analysé les nombreux matériaux météorologiques pour tâcher d'y découvrir des oscillations séculaires du climat. Les variations des glaciers dans les Alpes ont soulevé cette question et MM. Forel, Richter et Lang ont démontré que celles-ci étaient en corrélation avec des changements correspondants dans la quantité d'eau tombée et la température dans la région des Alpes. Ces derniers changements ne sont pas propres aux Alpes seulement; M. Brückner a pu démontrer en 1887 que les mêmes oscillations dans la quantité de pluie se produisent presque généralement dans tous les pays de l'hémisphère nord; ils se traduisent non seulement dans la quantité d'eau recueillie au pluviomètre, mais aussi dans les oscillations de longue durée observées dans le niveau des fleuves et des mers. Les contrées de l'hémisphère sud prennent aussi part à ces changements, autant du moins que l'on peut en juger par les observations clairsemées qu'on a pu recueillir. Des recherches faites par M. Sieger, de Vienne, sur les oscillations des mers et des lacs ont à nouveau prouvé que ces différences dans la quantité de pluie s'étendent sur toute la surface terrestre.

La température de l'air est soumise aux mêmes fluctuations, mais d'une façon moins prononcée, et opère ses changements approximativement avec le même rythme que dans les Alpes, ainsi qu'il ressort des recherches faites sur la durée hivernale de la congélation des fleuves.

Nous possédons actuellement les matériaux météorologiques d'environ 500 stations, qui embrassent ensemble 25,000 années d'observations, qui ont été réduites d'après le même plan. Sur cette base on peut affirmer

que le climat de tous les continents est soumis simultanément à des variations, et que le nombre des contrées qui font exception est minime; celles-ci sont restreintes aux côtes maritimes. Les oscillations s'accroissent à mesure que l'on pénètre plus profondément dans l'intérieur des terres. Dans le siècle actuel les années 1815, 1850 et 1881 forment à peu près les milieux des périodes relativement humides, et les années 1830 et 1860 ceux des périodes sèches.

Il importerait de savoir si ces oscillations du climat sont absolument périodiques ou si la durée de ces changements varie de période à période. Une longue série de « bans de vendange » qui remonte à l'année 1400, ainsi que des observations limnimétriques datant depuis 1700, permettent de déterminer la durée moyenne d'une oscillation; elle est de 36 années.

Les causes des changements observés dans la quantité de pluie doivent résider dans des changements analogues de la direction des vents et de la pression barométrique. Un travail consciencieux sur les pressions atmosphériques observées pendant de longues années en Europe et dans l'Asie boréale, a permis en effet de constater des changements séculaires dans la hauteur barométrique. Il résulte des observations, qui datent de 1826, que dans la zone tempérée du vieux continent, chaque période pluvieuse (1841-55 et 1866-85) est accompagnée d'un affaiblissement de toutes les différences de pression atmosphérique, et chaque période sèche (1826-40 et 1856-65) d'une augmentation de ces mêmes valeurs. Cela a lieu aussi bien pour les différences de pression de lieu en lieu, que pour l'amplitude annuelle. Les variations dans la pression expliquent non seulement les oscillations normales de la quantité de pluie, mais aussi

l'existence et la disparition des contrées qui font exception à la règle.

Ces variations de pression ne peuvent à leur tour avoir d'autres causes que des changements dans la quantité de chaleur reçue par la terre. Une augmentation de cette dernière peut seule causer une accentuation du contraste entre le continent et l'océan durant une période sèche. Les variations de température sont aussi une des preuves des variations de la quantité de chaleur reçue par la terre.

Les oscillations du climat prouvées par M. le Dr Brückner n'ont pas encore été traitées jusqu'ici sous le rapport de leur ensemble et de leur simultanéité. Elles ont un caractère pratique indéniable ; car elles influent sur le niveau des eaux fluviales, ainsi que sur la durée de congélation pendant l'hiver, et par suite sur la navigation. Elles ont aussi une grande importance au point de vue agricole, surtout dans les contrées continentales. L'auteur cite comme preuve une augmentation considérable dans la culture des contrées sèches de l'ouest de l'Amérique du Nord, qui a coïncidé avec une augmentation dans la quantité de pluie de la dernière période sèche aux environs de 1860.

La connaissance des oscillations du climat explique pourquoi de nombreuses hypothèses, souvent contradictoires, ont pu être émises sur les changements du climat ; car le climat change en effet pendant une longue série d'années dans une direction, puis pendant une seconde période en sens contraire : — le climat oscille.

M. le prof. AMSLER-LAFON, de Schaffhouse, montre comment la limite inférieure des neiges pourrait fournir de nouveaux matériaux pour l'étude de la question.

M. le Dr GRAF, de Berne, rappelle les observations de

Wolfgang Haller de 1545-1576, qui ont été déjà réduites en partie par J.-H. Denzler, ingénieur, et signale les chroniques, non encore utilisées, qui se trouvent dans les archives de la Société économiste de Berne. Les *Beiträge zur Natur-Chronik der Schweiz*, par le prof. Chr.-G. Brügger, méritent une mention toute spéciale pour la longue durée de 100 années (1700-1800) d'observations qui y sont consignées.

M. le directeur D<sup>r</sup> BILLWILLER n'a aucun doute sur l'exactitude des résultats obtenus par M. le prof. Brückner.

### Chimie.

*Président* : Prof. D<sup>r</sup> F.-A. FLÜCKIGER.

*Secrétaire* : Prof. F. WALTHER.

D<sup>r</sup> Flückiger. Méthode pour reconnaître la présence de l'arsenic. — D<sup>r</sup> Flückiger. Appareil à extraction. — D<sup>r</sup> Schumacher. Analyse du lait de femme. Plâtrage des vins. — Prof. Schär. Du cyanhydrate de chloral. — Chuard. Composition de la lie vin. — D<sup>r</sup> Tafet. Oxydation de la glycérine. — F. Urech. Analyse qualitative et quantitative de l'excrément du *Saturnia Perugi*. — D<sup>r</sup> Berlinerblau. Action de l'éther bichloré ou de l'aldéhyde monochlorée sur les amines aromatiques.

A la seconde assemblée générale, M. URECH, prof. à Tubingue, fait une communication *sur la conception actuelle de la notion de l'affinité chimique*.

M. le D<sup>r</sup> FLÜCKIGER expose à la section de chimie *une méthode pour reconnaître la présence de l'arsenic*. C'est à Gehlen que l'on doit les premières recherches de ce genre, et, en 1836, Marsh imagina la méthode bien connue qui porte son nom et qui permet de reconnaître encore  $\frac{1}{100}$  de milligramme d'acide arsénieux, mais qui a l'inconvénient de prendre beaucoup de temps. Gutzeit a