

**Zeitschrift:** Bulletins des séances de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 1 (1842-1846)  
**Heft:** 7

**Vereinsnachrichten:** Séance ordinaire du 8 juin 1844

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

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

SÉANCE ORDINAIRE DU 8 JUIN 1844.

Présidence de M. Wartmann.

M. *Wartmann* expose à l'assemblée, qu'à propos d'une question de la théorie des glaciers, soulevée par M. de Collegno dans un mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Paris, M. le prof. de Charpentier lui a proposé le problème de *déterminer la quantité de chaleur nécessaire pour fondre 1<sup>m</sup> cube de glace.*

« Cette question, dit M. Wartmann, est insoluble dans la trop grande généralité de sa forme, et même dans les détails dans lesquels je vais la particulariser; la réponse ne pourra être donnée d'une manière rigoureuse. L'expérience n'a point jusqu'ici été consultée sur différents points dont la connaissance serait indispensable dans le cas actuel.

» D'abord on ne connaît point exactement la chaleur spécifique de la glace, soit la quantité de chaleur qu'absorbe 1 kilogramme, par exemple, de cette substance pour s'échauffer de 1° C sans cesser d'être solide. Nous devons donc d'abord supposer que la glace est à 0°, limite au-dessus de laquelle elle n'absorbe plus de chaleur de dilatation.

» En second lieu, la physique ne possède aucune détermination absolue. Si nous choisissons comme échelles de températures le thermomètre à mercure, nous commettrons des erreurs que le thermomètre à air seul nous eût permis d'éviter. Malheureusement on ne connaît pas les indications que celui-ci aurait *réellement* fournies dans les circonstances que nous allons considérer. De plus, et ceci est bien plus important, l'eau a toujours été choisie comme corps auquel on rapportait les chaleurs spécifiques des solides: aussi les nombres que fournissent les traités sont-ils tous relatifs au corps pour lequel il faudrait une détermination absolue. Il faut donc déplacer l'unité de comparaison, et j'ai choisi comme nouvelle unité le fer, soit parce que sa chaleur spécifique absolue a été déterminée d'une manière satisfaisante, soit parce que cette nouvelle unité peut être aisément échangée contre une autre quelconque, soit enfin à cause d'expériences que je décrirai plus loin.

Un mètre cube d'eau pesant 1000 kilogr. à  $+ 4^{\circ}$ , 1 C,  
 Un mètre cube de glace pèse 930 » à  $0^{\circ}$  ( $\delta=0,93$ )

» Servons-nous de ces données pour résoudre le problème suivant, dans lequel je transforme la question :  
*Quelle température doit avoir une masse donnée de fer pour fondre 1 mètre cube de glace à  $0^{\circ}$  ?*

» Lavoisier et Laplace ont trouvé, à l'aide du calorimètre, que 3 kil., 77264 de fer ont donné 0 kil., 542004 de glace fondue en se refroidissant de  $97^{\circ},5$  à  $0$ . Adoptons comme constante la chaleur spécifique pour chaque degré centigrade de  $0^{\circ}$  à  $100^{\circ}$ ; nous pourrions former le tableau suivant.

Poids du fer. kil.	quantités de refroidiss.	glace fondue en poids. kil.
1, 0	$97^{\circ},5$ à $0^{\circ}$	0, 143667
97, 5	$1^{\circ},0'$ à $0^{\circ}$	0, 143667
975, 0	$1^{\circ}$ à $0^{\circ}$	1, 43667
631146,75	$1^{\circ}$ à $0^{\circ}$	930, 00000

» Ce qui reviendrait à dire (dans le cas où la chaleur spécifique ne varierait pas avec les limites de température entre lesquelles on la détermine), qu'une masse de fer du poids de 1 kilogr. élevée à  $631146 \frac{3}{4}$  degrés centigrades et *encore solide*, rendrait en se refroidissant jusqu'à  $0^{\circ}$  la chaleur nécessaire pour fondre 1 mètre cube de glace à  $0^{\circ}$ . Ou, en adoptant avec M. Pouillet  $1300^{\circ}$  C pour température de fusion du fer employé par Lavoisier et Laplace, on produirait le même effet avec  $485 \frac{1}{2}$  kilogr. de ce métal chauffé jusqu'au point où il commence à se fondre.

» Si l'on connaissait la température de fusion de l'ophite et sa chaleur spécifique, il serait très-aisé de la prendre comme source de chaleur, et de déterminer quel poids de cette roche élevé à une température déterminée, telle que celle de sa fusion, serait nécessaire pour fondre le mètre cube de glace. Mais je ne sache pas qu'on ait aucune valeur numérique sur ces deux points.

» Reste la condition que la fusion soit effectuée en *une* seconde. Ici trois circonstances au moins viennent concourir à rendre le problème tout-à-fait indéterminé.

»  $1^{\circ}$ . Il est évident que la vitesse du refroidissement de la masse dépendra, toutes choses égales d'ailleurs, de la va-

leur de son contact superficiel avec la glace. Suivant qu'on donnera à cette masse la forme d'un parallépipède de 1 décimètre, ou de 0 millim. 001 d'épaisseur, les résultats seront très-différents.

» 2°. Dans l'une quelconque des suppositions précédentes, la quantité de chaleur nécessaire à la fusion dans une seconde d'un mètre cube de glace lui-même réduit à une superficie de très-petite profondeur, variera avec la condition du degré de refroidissement qui en sera la conséquence dans le corps chaud. Si ce corps est extrêmement échauffé, il faudra moins de masse à la même température pour opérer la fusion désirée. Il va sans dire qu'on négligerait la perte de chaleur par rayonnement, perte qui serait pourtant fort grande même dans 1'', si l'excès de température du corps chaud sur l'air ou le milieu ambiant était très-considérable.

» 3°. Il est enfin à remarquer qu'aucune expérience à moi connue n'a été faite jusqu'ici dans le but d'apprécier les vitesses de fusion, surtout lorsqu'elles résultent d'une différence excessive de température entre les corps mis en contact. L'observation de Lavoisier et Laplace que le refroidissement des 3 kil. 77264 de fer de +97° 5 à 0°, dura 11 heures, ne peut évidemment pas servir ici. Il faudrait, pour appliquer le calcul, connaître quel est le refroidissement dans le premier tempuscule  $d t$  dans lequel on décompose le temps  $t = 1''$  de refroidissement; il faudrait ensuite connaître les valeurs numériques des constantes relatives à la nature des corps employés, et alors seulement les procédés du calcul intégral mèneraient à la solution numérique des problèmes.

» Afin de me former une idée plus précise de l'état des choses, j'ai tenté une expérience que je vais rapporter. J'ai fait rougir jusqu'à la couleur cerise, soit jusqu'à environ 900° C un cône de fer droit à base circulaire de 99 millim. de côté sur 58 de diamètre à la base. Je l'ai présenté par la pointe, et *en exerçant une pression modérée* à un bloc de glace bien pure, à la température de zéro. Le cône a pénétré d'abord dans le plus grand silence, sans éprouver de répulsion, sans dégager aucune vapeur; puis,

quand les parois de l'ouverture ont été saturées d'eau liquide, ce qui s'est effectué à cause de la lenteur de la pénétration qui a exigé 45'', cette eau a été rapidement portée à l'état de vapeur et s'est dégagée avec un sifflement bien connu, mais sans produire aucune fissure, aucune désagrégation dans le bloc. Celui-ci a ainsi éprouvé une perte de poids égale à 25 grammes. Le fer était encore assez chaud pour décomposer et vaporiser de l'eau à 0° dans lequel on le plongeait.

» Il résulte de cette expérience, que tant que les conditions des circonstances de la fusion ne seront pas spécifiées, le problème proposé demeurera insoluble. Il faudrait, en effet, tenir compte dans l'évaluation de la température du corps chaud de la quantité de chaleur qui sera employée à vaporiser une partie de l'eau de fusion, et qui ainsi perdue, ne pourra servir à fondre la glace encore solide. Or ici encore les données de l'expérience manquent totalement. »

**NOTES.**

<sup>1</sup> Hauteur du baromètre au bord de la mer, en dixièmes de ligne de France = 3360 = 2540 de Vaud. 2540 — 2539 dixièmes de ligne de mercure font équilibre à une colonne d'air, que l'on peut supposer sans erreur sensible être de même densité dans toute sa longueur et qui serait de 1,743 brasse vaudoise. En effet, l'air est 770 fois plus léger que l'eau, et celle-ci 13,58 fois plus légère que le mercure, de sorte que l'air est 10,457 fois plus léger que le mercure, dont  $\frac{1}{10}$  de ligne au bord de la mer fait équilibre à 10,457 dixièmes de ligne d'air = 10,457 pieds vaudois, dont la sixième partie vaut 1,743 brasse vaudoise.

$$(\text{Log } 2540 - \text{Log } 2539) \times x = 1,743 \text{ brasse vaudoise.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Log de } 2540 = 3,4048337 \\ - \text{Log de } 2539 = 3,4046627 \end{array} \right\} = 0,000,1710.$$

$$x = \frac{1,743000}{0,000171} = \frac{1,743000}{171} = 10193$$

L'air se dilate de  $\frac{1}{213}$  de son volume pour chaque degré de



Réaumur , de sorte qu'il y aura une température y où le coefficient sera 10000 au lieu de 10193.

$$0,000171 + 10000 = 1,743 \frac{(1 \times y)}{213} \text{ brasses vaud. , d'où l'on tire } y = - 4.$$

<sup>2</sup> En supposant un tube de 3,2 ligne de diamètre. Son diamètre =  $3,14 \times 3,2 = 10,048$  lignes. Sa section =  $10,048 + 08 = 8,038$  lignes carrées. Une colonne de une ligne de hauteur vaut 8,38 lignes cubes =  $27 \times 8,38 = 226,26$  millimètres cubes. Si c'était de l'eau le poids serait 226,26 milligrammes. Comme c'est du mercure le poids = 3,0726 grammes , ou un peu plus de 3 grammes. Une colonne de mercure de  $\frac{1}{100}$  de ligne qui , à notre latitude et hauteur au-dessus de la mer , ne balancerait pas même un pied d'air , pèserait déjà 3 centigrammes.

<sup>3</sup> Un aréomètre de Fahrenheit , dont l'assiette supérieure serait en forme de vase , peut servir , à l'aide de la double pesée , à peser le mercure sorti du tube , si ce n'est en une seule pesée , du moins en deux ou trois.

#### *Appareil portatif.*

<sup>4</sup> Un tube de fer bien poli intérieurement , de 3,2 ligne de diamètre intérieur et de 26 pouces vaudois de longueur , pénètre dans une pièce cylindrique ou cubique de fer AOE à travers laquelle le canal intérieur du tube se continue jusqu'à la surface supérieure , quand le tube est dans une position verticale renversée ou la voûte en bas.

Un conduit oblique très-étroit aboutit près de la surface inférieure du cylindre et près de l'extrémité supérieure du canal. A la surface latérale du cylindre il est fermé par une glissoire munie d'une ouverture , à laquelle est adapté un ajutage recourbé contre en bas lorsque le tube a été redressé. Après qu'on a rempli le tube de mercure , on ferme l'ouverture supérieure du canal par une espèce de glissoire ou soupape qu'on presse contre l'ouverture par une vis de pression.

#### *Appareil fixe , aussi susceptible d'être rendu portatif.*

<sup>5</sup> On emploierait pour cuvette un tube de fer d'un grand diamètre et long de plusieurs pouces, fixé dans une parois ou au bas d'une croix ou d'une potence en bois dans laquelle il est enchassé. Si malgré le peu de tension des vapeurs mercurielles, presque nulle aux températures ordinaires , on redoutait dans un appartement

habité l'action de ces vapeurs, une couche d'huile bien dégraissée parerait à cet inconvénient et mettrait le mercure à l'abri du contact de l'humidité et de la poussière. Le tube vertical, aussi du diamètre intérieur de 3,2 ligne et long de 26 à 28 pouces, est attaché d'une manière mobile à un des bras d'un fléau aussi très-mobile. Il monte ou descend, et un anneau quadrangulaire fixé dans la parois et à travers lequel il passe, lui permet un léger mouvement à droite. Il peut aussi être logé dans une rainure assez large pratiquée dans la tige de la croix, qui ne lui permet pas de s'élever au-dessus d'une certaine hauteur et de sortir du mercure de la cuvette. Un arrêt produit le même effet. On peut lui adapter une petite soucoupe pour recevoir des poids.

Quand la pression atmosphérique qui s'exerce sur la voûte supérieure du tube vient à augmenter, le tube descend jusqu'à ce qu'il ait déplacé une certaine quantité de mercure qui dépend de la section de ses parois et de la quantité dont il s'enfonce. Cet effet hydrostatique est infiniment peu influencé par les différences de dilatation du mercure et du fer. C'est le contraire quand le tube monte.

Dans la position horizontale du fléau le bas du tube se trouve au milieu de la hauteur de la cuvette. Au moment où un baromètre de comparaison indique la hauteur moyenne de la colonne barométrique de l'endroit, on équilibre le tube dans une position horizontale au moyen d'un curseur d'un poids tel que sa distance au centre de mouvement soit à peu près égale à celle du point de suspension. On peut donner à la longue branche du fléau une longueur telle qu'il indique pour chaque division d'un arc gradué fixé sur les parois une partie aliquote de la ligne, et même si l'on veut y adapter un petit vernier.

La corde de cet arc est formée par deux petites barres de fer entre lesquelles l'extrémité du fléau monte et descend en transportant les index très-légers pour les maxima et minima. Pour rendre cet instrument portatif, on fixe au tube un couvercle pour fermer la cuvette à une hauteur telle, que lorsque ensuite on le fixe sur la cuvette par une vis de pression, le tube se trouve plein de mercure et arrêté dans sa partie inférieure. On peut encore le fixer dans sa partie supérieure après l'avoir détaché du fléau qu'on enfonce dans une rainure du bras de la potence. Avant cela on ôte l'arc gradué et sa corde.

L'instrument étant remis en observation, la partie principale des variations est indiquée par les poids ajoutés dans la soucoupe, et les petites différences par les mouvements du fléau. Si cet instrument réalisait les espérances qu'il laisse entrevoir en théorie, il serait bien préférable au précédent.