L'appareil principal

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **5 (1934-1937)**

Heft 1

PDF erstellt am: **01.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

se propage de droite à gauche. Les températures sont alors augmentées du côté gauche de l'appareil, diminuées du côté droit. Elles se répartiraient suivant une figure telle que la courbe en traits interrompus de la figure 1.

Renversons le sens du courant : la température tend alors à diminuer du côté gauche, à augmenter du côté droit (courbe pointillée). On empêche ces modifications de répartition en augmentant le courant à gauche de l'appareil, en le diminuant du côté droit. La quantité de chaleur Joule (puissance $e \cdot i$) correspondant aux deux courants compensateurs nécessaires mesure exactement, de chaque côté de l'appareil, le double de l'effet Thomson. C'est cette quantité de chaleur Joule qu'on mesure.

CHAPITRE II

L'APPAREIL PRINCIPAL

§ 14. — **Description générale** [1].

Le barreau servant à toutes les mesures est un barreau de fer comportant trois parties: une partie médiane cylindrique comprise entre deux parties tronconiques symétriques. Nous le nommerons barreau principal. Il est parcouru par un courant continu que nous appellerons courant principal.

Si ce barreau n'était chauffé que par le courant qui le traverse, la répartition des températures qui s'y établirait aurait approximativement l'allure de la courbe *a* de la figure 5. En outre, un courant considérable serait nécessaire pour obtenir une température suffisante.

C'est pourquoi un système supplémentaire de chauffage a été disposé pour déverser de la chaleur au milieu de ce barreau et superposer à l'état thermique stationnaire *a* l'état *b* (fig. 5) qu'on obtiendrait en n'employant que ce dernier moyen de chauffage (cf. § 11). Voici ce dispositif :

Deux barres effilées sont soudées rectangulairement à la barre principale par une de leurs extrémités. Elles sont chauffées indépendamment de la barre principale par un autre courant.

[1] De nombreuses expériences d'approche ont été faites au moyen de deux appareils dont nous ne parlerons pas ici. — Se référer, pour de plus amples détails, au mémoire original; exemplaires à disposition à l'Institut de Physique de l'Université de Lausanne.

Ces trois pièces sont refroidies à leurs extrémités libres par un courant d'eau (fig. 6 et planche hors texte).

Pour connaître les quantités de chaleur dégagées dans les différentes parties du barreau, des sondes de potentiel ont été soudées le long de celui-ci.

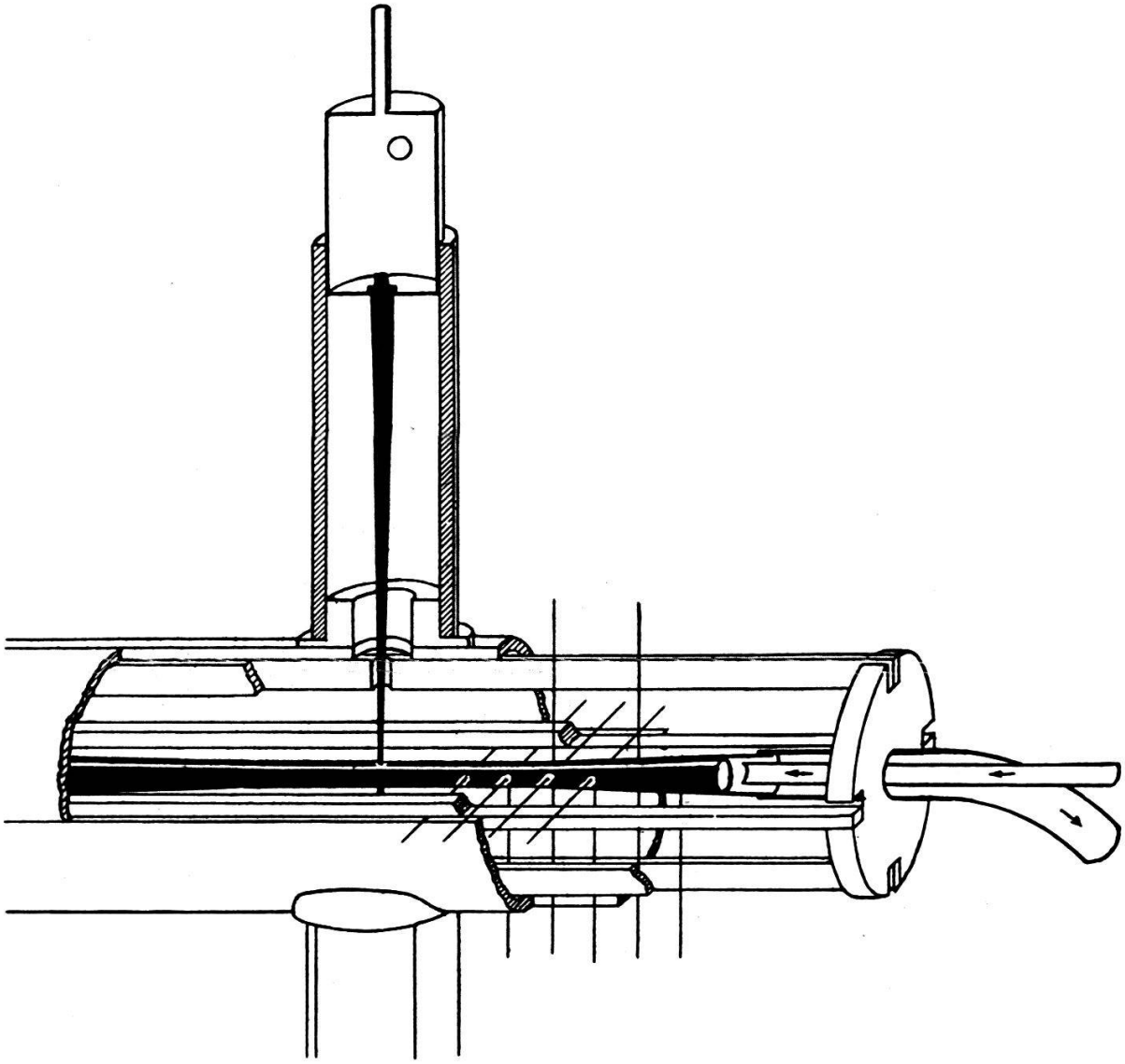

FIG. 6.

En outre, pour compenser les assymétries de températures, des dérivations permettent d'introduire de place en place des courants supplémentaires.

Les barres sont placées dans des cylindres de « micafil », en plusieurs tenants et munis de trous et d'échancrures pour le passage des pièces accessoires. Les cylindres sont bourrés de coton d'amiante faisant l'office d'isolant thermique.

§ 15. — **Barre principale.**

La barre principale, en fer doux, a une longueur de 24 cm. La partie médiane, cylindrique, a 10 cm. de longueur et 8 mm. de diamètre. Les deux parties tronconiques des extrémités ont 7 cm. de longueur chacune et 8 et 13 mm. comme diamètres de bases. Les parties creuses des extrémités ne sont pas comprises dans ces dimensions.

Les trous pour couples, au nombre de 23, sont placés suivant des diamètres horizontaux de la barre. Leur diamètre est de 0,5 mm. Leur répartition est donnée à 0,02 mm. près par le tableau 3.

Tableau 3.

Numéros d'ordre des trous	Abcisses des axes des trous par rapport à l'axe du premier mm.	Distances des axes successifs mm.	Numéros d'ordre des trous	Abcisses des axes des trous par rapport à l'axe du premier mm.	Distances des axes successifs mm.
1	0,00		12	120,03	
		15,06			14,82
2	15,06		13	125,07	
		14,91			5,04
3	29,97		14	129,99	
		15,01			4,92
4	44,98		15	134,99	
		15,04			5,00
5	60,02		16	139,96	
		15,01			4,97
6	75,03		17	149,96	
		14,94			10,00
7	89,97		18	165,10	
		9,99			15,14
8	99,96		19	180,17	
		5,00			15,07
9	104,96		20	195,12	
		5,00			14,95
10	109,96		21	210,17	
		5,08			15,05
11	115,04		22	225,28	
		4,99			15,11
12	120,03		23	240,10	

Les sondes de potentiel ont été placées en dessous de la barre. Seule la sonde centrale (N° 12) a été soudée obliquement, à cause de la place occupée par la barre de chauffage. La position de chaque sonde correspond à celle d'un couple.

Les abscisses des sondes sont les mêmes que celles des trous pour couples. Les différences, provenant de la construction, sont toutes inférieures à 0,2 mm. (sauf une: 0,27 mm.).

Les dérivations aboutissent au-dessus de la barre principale. Elles sont constituées par des fils de cuivre de 1 mm. de diamètre. Leur répartition est donnée par le tableau 4, p. 26. Elle est aussi telle qu'elles se trouvent toujours, aux imprécisions de construction et aux erreurs de mesure près (0,19 mm. au maximum), à la même abscisse que les couples et les sondes de potentiel.

Tableau 4.

N° d'ordre des trous	N° d'ordre des dérivations	Abcisses des centres des poinçons de dérivation mm.	Distance des poinçons de dérivation mm.
3	1	30,05	
5	2	60,21	30,16
7	3	90,08	29,87
9	4	105,09	15,01
11	5	115,02	9,93
13	6	125,09	10,07
15	7	135,07	9,98
17	8	150,03	14,96
19	9	180,22	30,19
21	10	212,20	29,98

Le barreau est prolongé à chaque extrémité par une large bague s'emboîtant dans un cylindre creux en cuivre servant à la fois de conducteur électrique et de réfrigérant. Ce dispositif assure un même refroidissement latéral tout le long du barreau et évite des irrégularités de répartition de température vers les extrémités (cf. p. 8). En outre, le contact du barreau avec le cylindre creux est reporté en arrière de l'extrémité atteinte par l'eau de circulation. La chaleur Peltier dégagée et absorbée à l'entrée et à la sortie de la barre est ainsi entièrement éliminée.

Enfin la barre a été vernie à la bakélite pour éviter l'oxydation superficielle. Ce moyen s'est révélé excellent.

§ 16. — **Barres de chauffage.**

Les barres de chauffage sont disposées perpendiculairement au milieu de la barre principale et soudées à celle-ci. Le contact est assuré à la fois par un petit pas de vis et par la soudure.

Les barres ont la forme d'un tronc de cône: longueur 170 mm., grand diamètre 8 mm., diamètre au contact avec la barre principale 1,5 mm. Avec une telle forme, les maxima de température dans les barres de chauffage sont tout près de la barre principale et l'on y évite l'apparition d'un effet Thomson parasite.

Leur extrémité épaisse est soudée à une cuve à circulation d'eau dans laquelle elle pénètre. Les deux barres de chauffage sont également recouvertes d'une couche de bakélite.

Tout cet ensemble, barre principale et barres de chauffage, constitue un système très fragile. Il est maintenu en place et protégé par les tubes de micafil, solidaires entre eux et solidement fixés aux extrémités de la barre principale. Pour permettre le libre jeu de la dilatation, les cuves des barres de chauffage sont reliées au bâti de l'appareil par deux légers ressorts et peuvent glisser à la manière d'un piston à l'intérieur du cylindre où elles sont emboîtées. (Voir fig. 6 et planche hors texte.)

La circulation d'eau est symétrique par rapport à la barre principale. Elle est munie de robinets de réglage; un débit irrégulier ou inégal était trahi par des thermomètres installés dans les canaux mêmes.

§ 17. — Couples thermoélectriques.

Nous avons, pour les couples thermoélectriques, utilisé des fils de fer et de constantan de 0,25 mm. de diamètre. Ces fils ont tous été pris au même échantillon et recuits très soigneusement. Ils ont été soudés à l'argent, sans acide, les deux fils étant de plus tordus l'un autour de l'autre, puis la soudure limée pour l'amener au diamètre des fils. L'isolation à l'intérieur du barreau principal est assurée de la manière suivante : une couche de bakélite, un enroulement de papier à cigarettes, puis une seconde couche de bakélite. Une fois les couples en place, toutes les isolations ont été vérifiées et leur résistance trouvée supérieure à $7{,}8 \,.\, 10^9\ \Omega$. En outre, ces fils ont été recouverts de bakélite sur toute leur longueur, d'une part pour en éviter l'oxydation, d'autre part pour en assurer l'isolation en tous points.

La fixation des couples est assurée au moyen de quatre barres se trouvant à l'intérieur du cylindre de micafil. Les fils sont pincés très fortement entre ces barres. La matière des barres étant un isolant insuffisant, les fils en sont séparés au moyen de papier filtre épais, cuit dans la paraffine. De là, après s'être appuyés sur des barres d'ébonite disposées à cet effet, les fils sont dirigés vers le réservoir déjà décrit, rempli par l'eau de circulation provenant directement des extrémités de la barre principale. Dans ce réservoir se trouvent les soudures des fils de constantan et des fils de fer à des fils de manganine. Toutes ces sortes de fils sont tirées du même stock. La force électromotrice des thermocouples donne donc directement l'élévation de température des points de la barre à partir de celle des extrémités.

Il est évident que les soudures intérieures au réservoir ne doivent pas être en contact direct avec l'eau, trop mauvais isolant. Dans ces conditions, le réservoir est fait d'un cylindre d'ébonite, traversé par d'autres petits cylindres, en ébonite également, de 2 à 3 mm. de diamètre. C'est dans ces petits cylindres que

sont les fils et leurs soudures. Ils y sont maintenus à l'aide de petits bouchons percés, à tête aplatie, et soudés aux fils.

L'étanchéité du réservoir est assurée par du ciment Khotinsky.

Il y a dans ce réservoir trois séries de petits cylindres: deux séries pour les extrémités des thermocouples et la troisième pour les extrémités des sondes de potentiel, dont nous parlerons plus bas. Ce réservoir, placé en avant de l'appareil, est très visible sur la photographie.

Du réservoir, les fils de manganine soudés aux thermocouples aboutissent aux plots d'un distributeur à chevilles isolé au moyen de papier filtre abondamment paraffiné.

L'un des couples a été étalonné avec le plus grand soin par chauffage électrique extrêmement lent dans l'huile et au moyen du point d'ébullition de l'eau. Les f.é.-m. ont été mesurées avec le potentiomètre que nous avons construit, les températures au moyen de thermomètres étalonnés par le Bureau fédéral des Poids et Mesures, à Berne.

Les résultats de cet étalonnement sont donnés par le tableau suivant :

Tableau 5.

Température	Potentiomètre Borne	Curseur	F. é. -m. 10^{-4} v.
17°14	2 .	715	8,481
21°85	3 .	220	$10,88_6$
56°27	6 .	980	$29,32_9$
82°37	9	833	$42,22_1$
98°207	11 .	561	$51,60_9$
124°76	14 .	672	$66,78_6$
149°71	17 .	535	$80,74_6$
177°86	20 .	610	$95,76_4$
181°07	20 .	1000	$97,71_4$

Un graphique, à l'échelle convenable, a servi à la détermination de toutes les températures. Il montre que la f. é.-m. du couple est une fonction presque linéaire de la température. On peut y apprécier le 0°01, nécessaire pour la mesure des petites différences de température. L'étalonnement entraîne sur la mesure des températures elles-mêmes une erreur systématique inférieure à 0°1.

§ 18. — **Sondes de potentiel.**

Les sondes de potentiel sont toutes, elles aussi, tirées du même échantillon de fil de fer (diam.0,5 mm.) recuit avec soin. Sortant de l'appareil par dessous, elles viennent également

passer dans les petits cylindres du réservoir réfrigérant où elles sont soudées à des fils de manganine. Ces derniers se rendent aux plots d'un distributeur reliés au circuit du potentiomètre.

Lorsqu'on mesure la différence de potentiel entre deux points de la barre, l'appareil étant en régime d'expérience, les deux soudures fer-barre contre fer-fil ne sont pas à la même température. Nous avons vérifié, en chauffant l'appareil au moyen du courant de chauffage seulement, que la f. é.-m. thermoélectrique qui prenait naissance de ce fait était tout à fait négligeable devant les chutes de tension le long de la barre.

Aucune explication spéciale n'est nécessaire pour les dérivations de cuivre. De la barre principale, elles sont amenées à des bornes fixées sur une barre d'ébonite.

CHAPITRE III

INSTALLATIONS GENERALES ET APPAREILS AUXILIAIRES

§ 19. — **Montage général.**

Avant de passer à l'étude des expériences faites avec le modèle perfectionné de l'appareil principal que nous venons de décrire, nous traiterons de tous les appareils et dispositifs accessoires tels qu'ils ont servi sous leur dernière forme.

Le montage général comprend six circuits. Il est représenté schématiquement par la figure 7 à laquelle on voudra bien se reporter pour les explications qui vont suivre. La planche hors texte facilitera également la représentation.

Cinq des circuits aboutissent à l'appareil principal, indiqué schématiquement par la croix ABNOP. La partie AB représente la barre principale et les deux branches NO et OP les deux barres de chauffage. La photographie montre cet appareil à l'arrière-plan, à l'extrémité droite de la table.

Le circuit principal (1) est disposé à gauche sur la figure et tracé en traits épais. Il est en opposition avec un dispositif potentiométrique de réglage (2), dont le circuit est dessiné en traits fins et placé à gauche également du schéma. La photographie montre ce dernier ensemble entièrement disposé sur l'échafaudage surmontant la table.

Le circuit principal n'est par contre pas visible sur la photographie, non plus que le circuit de chauffage. Celui-ci (3) est à droite du schéma, représenté en traits moyens.