

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 56 (1925-1929)  
**Heft:** 217

**Artikel:** Sur des effets mécanoélectriques et mécanothermiques transversaux  
**Autor:** Perrier, Albert  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-271592>

### **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:** 19.11.2024

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

**Albert Perrier. — Sur des effets mécanoélectriques  
et mécanothermiques transversaux.**

N. XII. — *Séance du 3 mars 1926.*

I. — Dans les notes I, IV, V de ce groupe de publications, j'ai fait prévoir une série de phénomènes devant permettre la détermination expérimentale des charges libres des métaux; leur théorie combine généralement des hypothèses et des raisonnements de nature électrique et mécanique. Et leur observation comporte des mesures électriques ou mécaniques. Je vais signaler ici un nouvel ensemble de phénomènes ressortissant au même ordre général d'idées.

II. — Imaginons un disque conducteur tournant autour de son axe; créons un courant électrique (*le « primaire »*) dont les lignes suivent les rayons du disque; la considération du mouvement des électrons dans ces conditions conduit facilement aux conclusions suivantes:

a) Le disque sera le siège d'une nappe de courant électrique superposée à la nappe primaire, et dont les lignes sont des circonférences concentriques; ou, si le disque est fendu suivant un rayon, il s'établit une différence de potentiel entre les bords de l'incision; en d'autres termes, les lignes de courant sont, dans la première alternative, des sortes de spirales. Le sens de ces phénomènes est déterminé par les sens relatifs de la rotation et du courant primaire.

b) Le disque sera le siège d'un flux de chaleur à lignes circulaires concentriques; ou, s'il est incisé, il s'établit un gradient de température d'un bord à l'autre de l'incision.

Imaginons semblablement que le centre et la périphérie du même disque tournant soient *maintenus à des températures différentes*; on peut prévoir:

c et d) Qu'il apparaît une force électromotrice (ou courant

cas échéant) et un gradient de température (ou flux de chaleur), suivant les cercles concentriques du disque.

Ces effets présumés, on s'en rend compte, peuvent être envisagés comme les correspondants des effets galvanomagnétiques et thermomagnétiques transversaux (Hall, Nernst, von Ettingshausen, Leduc-Righi), lorsqu'on remplace le champ magnétique de ceux-ci par l'agent mécanique rotation.

Pour être complet, il conviendrait de faire prévoir aussi que dans le cas du courant électrique ( $a$  et  $b$ ), il doit s'exercer sur le disque un couple dont le sens dépend encore de ceux de la rotation et du courant. Ce sous quelques réserves quant aux conditions dans lesquelles ce couple agirait et auxquelles je ne m'arrêterai pas plus qu'au phénomène lui-même, eu égard à sa faiblesse et à l'impossibilité certaine de sa mesure.

III. — Il est aisé de calculer des expressions quantitatives de ces phénomènes si l'on prend pour base la théorie électronique dans sa forme élémentaire. On peut procéder directement pour chaque cas. Je préfère indiquer le principe d'une autre voie, indirecte, qui a l'avantage de fournir d'emblée des points de comparaison avec des effets d'autre origine déjà observés.

Cette voie consiste à chercher d'abord les champs magnétique et électrique « équivalents », c'est-à-dire respectivement le champ magnétique parallèle à l'axe de rotation et le champ électrique tangent aux circonférences concentriques du disque qui provoqueraient sur les électrons un effet égal à celui d'une vitesse angulaire de rotation  $\omega$ . J'ai trouvé pour ces vecteurs respectivement :

$$\mathcal{H} = \frac{2\omega}{\left(\frac{e}{m}\right)} ; \quad \mathcal{E} = \frac{2u\omega}{\sqrt{3}\left(\frac{e}{m}\right)} \quad (1)$$

$u$  désignant la vitesse moyenne d'agitation thermique des électrons.

On arrive ensuite d'un seul coup aux lois théoriques des phénomènes prévus, par exemple en remplaçant dans les expressions théoriques des effets galvano- et thermomagnétiques l'intensité du champ magnétique par la grandeur qui vient d'être écrite.

Je consigne ici un seul exemple, l'effet *électrique transversal résultant d'un courant électrique tournant*, je réserve les autres avec des développements à des publications ultérieures; le premier est d'ailleurs celui dont l'intérêt est le plus immédiat.

Soient comme dans des notes antérieures  $J_x$  la densité de courant « primaire » (ici suivant les rayons),  $J_y$  la densité provoquée transversalement par  $\omega$ ,  $l$  le libre parcours moyen des électrons, la méthode esquissée conduit à

$$J_y = \left[ 1 + \frac{2}{3\sqrt{3}} \right] \frac{l}{u} \omega J_x \quad (2)$$

On peut aussi traiter le problème, je tiens à le noter, d'une manière tout à fait indépendante par l'application du *théorème de Coriolis de la mécanique au courant tournant*, on trouve par cette voie que le gradient de potentiel qui équilibre l'effet de la rotation est

$$\frac{\partial V}{\partial y} = - \frac{2 \omega}{\delta \left( \frac{e}{m} \right)} J_x \quad (3)$$

$\delta$  représentant la charge libre par unité de volume. (2) vérifie d'ailleurs (3) ce que l'on établit en effectuant les substitutions nécessaires à partir de la même théorie électronique (à un petit écart numérique près qui tient au mode de calcul de  $I$  en fonction de  $V$  de la théorie des électrons).

Cette équation (3), de par son mode d'établissement, est d'une grande généralité: elle est cependant soumise à la réserve que comporte la théorie des actions électromotrices intérieures.

*Evaluation numérique.* — Soient:  $\omega = 2\pi \cdot 100 \text{ sec}^{-1}$ ,  $J_x = 10 \text{ amp./mm}^2$ ,  $\delta$  correspondant à un électron sur 1000 atomes, il apparaîtrait un gradient transversal de potentiel de l'ordre de  $10^{-9} \text{ volts/cm.}$ , soit sur une circonférence de 10 cm., une différence de potentiel de  $10^{-8} \text{ volts.}$

IV. — La théorie esquissée ci-dessus, à l'exception du raisonnement appliqué en dernier lieu, présente les imperfections inhérentes à la théorie électronique, lesquelles se manifestent si nettement, comme on sait, en face des effets galvano- et

thermomagnétiques; je pense cependant, pour des raisons déjà mentionnées ailleurs, qu'elle a des chances d'être plus près de la vérité là qu'ici. En tout cas, l'essentiel des lois présumées, à savoir *la proportionnalité directe au courant « primaire » (électrique ou calorifique) et à la vitesse angulaire* a la plus grande probabilité d'exactitude pour des raisons de symétrie déjà.

*La proportionnalité inverse à la charge spécifique de l'électron et à la charge libre* accusées par la loi (3) paraissent d'un degré pareil de probabilité.

La faiblesse de ces effets est rendue probable pour tous à la fois par la comparaison systématique de leurs expressions théoriques avec les correspondantes des effets du champ magnétique: deux paires de résultats suffiront à convaincre de cette proposition: le rapport des intensités secondaire et primaire dans l'effet décrit sous  $Ia$  est essentiellement  $\omega \frac{l}{u}$ ; pour l'effet Hall, il serait dans les mêmes hypothèses  $\kappa \frac{l}{u} \left( \frac{e}{m} \right)$ .

On trouverait de même que le rapport entre le flux calorifique secondaire et le flux primaire serait par voie mécanique  $\omega \frac{l}{u}$  et par voie magnétique (Leduc-Righi)  $\kappa \frac{l}{u} \left( \frac{e}{m} \right)$ , etc.,

Or,  $\kappa$  et  $\omega$  n'étant pas d'un ordre très différent dans les conditions réalisables, le rapport entre les deux ordres de phénomène est conditionné essentiellement par le facteur  $\left( \frac{e}{m} \right)$ , dont la grandeur numérique constitue un bénéfice très notable en faveur du groupe d'origine magnétique.

V. — Mettant en regard les faits prévus ici et une partie de ceux de la note V, comparables par leur nature et leur signification théorique, on serait tenté de donner la préférence pour une première réalisation expérimentale à ceux du présent travail, puisqu'ils paraissent d'un ordre un peu supérieur. Mais ceux-ci dépendent de l'intensité « primaire » et de la charge libre à la première puissance, tandis que les précédents (au moins les différences de potentiel) s'expriment par le carré de chacune de ces deux grandeurs. Or il y a avantage certain à avoir affaire au carré de l'intensité pour la séparation sûre des effets parasites qui croissent principa-

lement comme la première puissance. Ensuite, la nécessité d'exécuter ici des mesures sur des organes tournants (et à très grandes vitesses) est une infériorité expérimentale considérable. Il y aurait lieu donc de choisir tout d'abord les phénomènes de la note V. Cela bien entendu fait abstraction de différences numériques et surtout de l'intérêt des phénomènes considérés pour eux-mêmes, sans but théorique spécial.

Lausanne, mars 1926.  
*Labor. de physique de l'Université.*

## INDEX

pour les renvois bibliographiques dans ce groupe de notes du  
*Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles.*

	Numéros des notes
Sur des phénomènes électromécaniques et les électrons libres des métaux, v. 55, p. 309 . . . . .	I
Hypothèse d'actions électromotrices intérieures et possibilité d'une détermination multiple de la résistance métallique, v. 56, p. 25	II
Superconduction accidentelle et résistance négative, v. 56, p. 33 . . .	III
Sur des effets magnétomécaniques que peuvent présenter les courants électriques et sur la mesure des quantités de mouvement électrocinétiques, v. 56, p. 35 . . . . .	IV
Manifestations mécaniques et électriques des accélérations d'électrons en régime permanent, v. 56, p. 39 . . . . .	V
Sur la théorie des courants transversaux dans le champ magnétique; résistivité, quantités de mouvement et énergies, v. 56, p. 47	VI
Sur la superposition de forces électromotrices dans des circuits à détermination multiple de la résistance, v. 56, p. 119 . . . . .	VII
Force électromotrice et résistance peuvent-elles être simultanément indéterminées? v. 56, p. 127 . . . . .	VIII
Actions électromotrices intérieures et flux d'énergie, v. 56, p. 129 . . .	IX
Actions électromotrices intérieures et superconduction; quelques conséquences fondamentales, v. 56, p. 133 . . . . .	X
Sur la mise en évidence de courants électriques par inertie; méthodes et interprétations, v. 56, p. 139 . . . . .	XI
Sur des effets mécanoélectriques et mécanothermiques transversaux, v. 56, p. 145 . . . . .	XII