

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 56 (1925-1929)
Heft: 216

Artikel: Hypothèse d'actions électromotrices intérieurs et possibilité d'une détermination multiple de la résistance métallique
Autor: Perrier, Albert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-271573>

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: 24.11.2024

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

Albert Perrier. — Hypothèse d'actions électromotrices intérieures et possibilité d'une détermination multiple de la résistance métallique.

Présenté à la séance du 22 avril 1925.

I. C'est une chose bien remarquable que la haute exactitude avec laquelle les métaux obéissent à la loi d'Ohm. Cette exactitude justifie le rôle fondamental qu'ont pris peu à peu la notion de résistance d'un conducteur d'abord, celle de résistivité comme caractère spécifique d'une substance ensuite. Pourtant, et cela est non moins digne de remarque, aucun des groupes d'hypothèses invoqués successivement jusqu'ici pour interpréter électroniquement la conduction métallique n'est en mesure de rendre compte de l'ensemble des phénomènes observés dans ce domaine; qu'on pense par exemple aux effets galvanomagnétiques et thermomagnétiques.

On peut même dire, je crois, que les théories de la conduction métallique ont suivi de loin l'expérience en cherchant à grand'peine à s'y adapter tant bien que mal et n'ont en fait guère contribué aux nombreuses et considérables découvertes qui ont enrichi sans cesse ce domaine. Peut-être cette simplicité imposante de la loi d'Ohm a-t-elle trop donné foi en une simplicité correspondante des mécanismes, opinion que les faits ne cessent depuis de démentir.

Dans cette conviction, j'ai essayé d'établir une théorie de la conduction métallique d'un caractère plus phénoménologique qu'on ne l'a fait jusqu'ici, en me servant d'hypothèses qui, tout en introduisant un point de vue nouveau, sont beaucoup moins restrictives; j'ai cherché, en pensant à ce qui peut rester commun à des mécanismes très divers, à caractériser des grandeurs d'interprétation simple qui puissent exprimer en nombre ces caractères communs; les conséquences qui en découlent doivent alors s'appliquer à tous ces mécanismes.

On trouvera ci-dessous un bref résumé de ces idées et de quelques-unes de leurs conséquences. On verra que, avec ces bases pourtant très souples, les principales prévisions sont de

caractère très paradoxal et, à ma connaissance, tout à fait insoupçonnées: elles touchent du reste à des notions fondamentales, faisant apparaître la force électromotrice et la résistance sous un angle beaucoup plus extensif que jusqu'ici; par ce fait, elles posent à l'expérience des questions nouvelles et claires dont la solution, sans être facile, me paraît tout à fait accessible dès à présent.

II. Admettons en premier lieu ce qui est certainement commun à toutes les théories actuellement utilisées, à savoir que le courant électrique dans un métal est un mouvement en moyenne dirigé d'électricité négative (électrons) dans les espaces libres d'un système de molécules, atomes ou ions liés à des positions fixes en moyenne. J'introduis en outre l'hypothèse essentielle suivante: *Le mouvement dirigé des électrons est l'effet de deux actions distinguables: une action directe d'un agent extérieur (champ électrique par exemple) et une action due au système moléculaire fixe; je les désignerai respectivement par action électromotrice extérieure et action électromotrice intérieure*¹.

Cette manière d'envisager les choses englobe visiblement de multiples espèces de mécanismes particuliers: ainsi, en laissant complètement de côté ces actions intérieures, on construit une théorie des types connus de Riecke, Drude, H.-A. Lorentz; à l'autre extrême, en ne faisant appel qu'à des actions intermoléculaire d'un type très spécial exigeant entre autres des orientations de doublets, on arrive à la théorie de J.-J. Thomson: ainsi encore, elle admet implicitement l'intervention de la polarisation quasi élastique des atomes sous l'action du champ électromoteur d'origine extérieure; et nous examinerons plus bas d'autres types plus complexes.

Enfin, nous assujettirons encore ces actions électromotrices intérieures à cette restriction hypothétique, également essentielle: *elles sont fonction de la cause extérieure du courant et disparaissent en même temps qu'elle*. Dans la plupart des cas que l'on peut avoir à considérer actuellement, on sera même conduit à poser qu'elles lui sont proportionnelles, mais cela n'est nécessaire que pour autant que l'on veut obtenir la loi d'Ohm.

¹ J'évite le terme « force électromotrice » qui a acquis un sens énergétique bien déterminé et que d'ailleurs nous employons plus loin dans ce sens.

III. Cela posé, il n'est pas long d'arriver à deux conséquences fondamentales: nous nous bornerons pour plus de brièveté à un tronçon de circuit homogène siège d'un courant d'intensité constante I : cela suffit d'ailleurs pour l'essentiel.

Soit E la force électromotrice d'origine quelconque relative à ce tronçon (nous englobons dans ce terme aussi la différence de potentiel entre les extrémités, ce qui n'introduit ni contradiction ni difficulté). Il convient de fixer exactement la signification de ces termes en partant des trois grandeurs que l'expérience fournit sans équivoque possible: l'intensité (voie électromagnétique), l'énergie libérée (sous forme de chaleur) et le temps. E est alors l'énergie libérée par unité de charge passant dans le tronçon et la résistance, *par définition* le quotient $\frac{E}{I}$.

Entretienons dans le même tronçon une même intensité successivement par des agents différents. On devra raisonnablement admettre que leur action sur les éléments fixes du métal est quantitativement et même qualitativement différente de l'un à l'autre (v. par exemple sous V).

Pour entretenir une même vitesse moyenne, il faut qu'agisse sur le train d'électrons en mouvement une même force moyenne¹: celle-ci étant la résultante des actions extérieures et des actions moléculaires, les premières doivent être d'autant plus intenses que les autres le sont moins.

Mais seul le travail des premières doit être fourni de l'extérieur, le second ne correspondant qu'à un transport moyen d'énergie dans le sens du mouvement d'ensemble. Il en résulte que l'énergie à fournir de l'extérieur dépend de la nature de l'agent employé pour maintenir le courant; et cela implique ces conclusions qui n'en sont en fait qu'une:

a) *Les forces électromotrices nécessaires pour une même intensité dans un même conducteur peuvent être différentes selon le moyen employé pour produire le courant.*

b) *La résistance électrique d'un même conducteur peut être fonction de l'agent producteur de courant.*

Si nous faisons *en outre* entrer en ligne de compte l'hypo-

¹ Il peut se faire que ce ne soit qu'une image dans divers mécanismes: on verrait sans peine que si cette supposition intentionnellement simple ne correspondait pas à la réalité, les conséquences qualitatives à établir ne pourraient qu'en être renforcées.

thèse supplémentaire et non essentielle formulée à la fin de II on conclut encore que :

c) *La loi d'Ohm demeure valable.*

IV. Examinons à l'aide de ces nouvelles notions le problème de la mesure expérimentale des forces électromotrices. Le procédé le plus classique et précis annule le courant dans le tronçon étudié par une *différence de potentiel* convenable calculable par ailleurs (potentiomètre); cette grandeur mesure la force électromotrice cherchée. Or, je dis *qu'il peut très bien n'en pas être ainsi*, lorsque la force électromotrice étudiée est d'une origine différente d'une chute de potentiel. En effet, l'équilibre réalisé entre les deux prouve seulement que l'une et l'autre agissant séparément dans le même tronçon y maintiendraient *la même intensité*, mais pas nécessairement qu'alors elles y libéreraient *la même quantité d'énergie*.

Ainsi, *la méthode de compensation* (soit la traduction en différences de potentiel d'équilibre) *ne mesure rigoureusement les forces électromotrices que si elles sont d'un type assimilable quant au mécanisme du courant qu'elles provoquent à des différences de potentiel; dans d'autres circonstances, elle donne des valeurs proportionnelles seulement; le facteur de proportionnalité devra être déterminé par un procédé indépendant pour chaque type.*

V. Etudions, à la lumière de ces précisions théoriques, quelques groupes particuliers importants de forces électromotrices.

1. Des courants égaux entretenus dans le même conducteur par une *différence de potentiel* et par un *effet d'induction* ressortissent à un même mécanisme intime, l'effet sur la matière d'un champ électrique longitudinal. La résistance a donc la même valeur numérique dans les deux cas et la mesure de la force électromotrice par compensation est rigoureuse. Comme tous les courants qu'on produit pratiquement se rattachent à l'un ou l'autre de ces deux types, aucune mesure faite jusqu'ici ne pouvait faire apparaître les phénomènes prévus plus haut.

2. Un conducteur siège d'un courant (« primaire ») placé dans un champ magnétique transversal est le siège d'une force électromotrice normale à la fois à l'intensité et au champ (effet Hall).

Le courant transversal (« secondaire ») qu'engendrerait cette force électromotrice est cette fois typiquement différent des

précédents: il résulte en première analyse de l'action transversale du champ magnétique sur les électrons en mouvement; les molécules sont polarisées électriquement non dans la direction de ce courant secondaire, mais normalement et leur polarisation est relativement très forte: en outre, il y a la polarisation magnétique. Rien d'étonnant à ce que les théories élémentaires de l'effet Hall n'aient même pas pu en rendre compte qualitativement, et qu'on ait dû faire appel à des actions complémentaires du réseau polarisé (bismuth, ferromagnétiques). Ces actions, qui paraissent occasionnelles et quelque peu gênantes, se classent, on le voit, d'elles-mêmes dans la théorie; mais celle-ci fait alors prévoir ce phénomène nouveau:

Si on laisse le courant transversal se développer (qu'on ne l'équilibre pas par une différence de potentiel de mesure), qu'on mesure son intensité et l'énergie libérée par lui, on trouve une résistance qui pourra être tout autre que celle mesurée par les méthodes classiques. Corrélativement, la différence de potentiel antagoniste qui annule le courant transversal ne serait pas égale à la force électromotrice transversale. — Des expériences en préparation élucideront cette question importante qui peut être un point de départ.

3. De même, un conducteur siège d'un flux calorifique (syn. gradient de température) placé dans un champ magnétique transversal est encore le siège d'une force électromotrice normale à la fois au flux et au champ (effet Nernst).

Par des considérations analogues aux précédentes, mais appliquées à un troisième mécanisme d'entretien qui est certainement différent, on prévoirait que *le courant thermomagnétique transversal peut correspondre à une troisième valeur différente de la résistivité et à une force électromotrice dont le rapport avec la différence de potentiel d'équilibre est simultanément une troisième valeur.*

Je réserve à une autre publication quelques propriétés étranges que pourrait présenter ce type de courant transversal, mais elles découlent d'hypothèses beaucoup plus particulières quant à son mécanisme.

4. Considérons enfin un conducteur accéléré longitudinalement, pour fixer les idées un circuit circulaire, homogène tournant autour de son axe de révolution avec une accélération angulaire constante; l'inertie des électrons doit provoquer un courant continu de même sens que l'accélération angulaire. A vrai

dire, le calcul, comme les expériences de Tolman et Stewart, qui ont à grand'peine pu déceler quelque chose de positif, montrent que ce phénomène ne peut être qu'extrêmement peu intense avec les moyens actuels, mais il n'importe pour le raisonnement. — Ce qui importe est que nous avons là affaire à un mécanisme totalement différent encore des précédents et que le dégagement de chaleur Joule à intensité égale pourra affecter une *valeur sans parenté avec ces autres, hormis une simple proportionnalité.*

Il convient de noter pourquoi, à mon avis, des recherches sur ce mode de courant, lorsqu'elles seront exécutables sans trop de peine, seront d'une fécondité certaine. Ici, en effet, pas de champ électrique dans la matière (accélération constante), pas de champ magnétique (autre que celui du courant même)... le mouvement des électrons a quelque chance de correspondre assez exactement aux hypothèses simplifiées du gaz électronique à travers le réseau fixe dont les éléments ne joueront probablement qu'un rôle purement passif: les valeurs trouvées pour la résistance pourront réserver de grosses surprises et donner des renseignements particulièrement précieux. Le point de vue nouveau exposé ici me conduirait même à admettre qu'un métal à l'état superconducteur pourrait ne plus présenter cette propriété pour des courants d'origine purement inerte.

Je limite cette note préliminaire exclusivement à des phénomènes nouveaux que fait prévoir la théorie. Mais on pourrait reprendre et interpréter d'une manière je crois claire et facile des phénomènes connus qui causent de grandes difficultés aux théories électroniques en usage (ainsi les anomalies de l'effet Thomson, etc.). Je me propose de le faire avec des développements quantitatifs dans d'autres publications plus étendues, celle-ci ne devant être qu'une esquisse à grands traits: une note suivant celle-ci montre d'ailleurs l'aisance avec laquelle les notions introduites permettent d'interpréter des phénomènes et des notions, même hors du cadre où nous voulons rester, et qui sont loin d'être simples.

J'estime que le principal est avant tout l'exécution d'expériences pouvant décider si la voie choisie doit être poursuivie; le principe d'une série d'entre elles est contenu dans ce qui précède. Mais il convient de faire remarquer que cette théorie a une situation particulière devant l'expérience: elle ne saurait y rencontrer une contradiction formelle; un résultat négatif signifie-

rait simplement forces électromotrices intérieures négligeables, tandis qu'un seul résultat positif, étant donné le caractère si nouveau des conséquences, marquerait un point de départ d'où l'on pourrait atteindre je pense une discrimination expérimentale directe des facteurs entrant en ligne de compte dans la conduction des métaux.

Lausanne, Labor. de physique de l'Université.

Avril 1925.
