

Applications de la théorie de la conduction métallique à divers phénomènes

Autor(en): **Perrier, Albert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **9 (1927)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-740887>

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.

V. — Les quelques propositions ci-dessus suffisent pour accuser déjà un caractère de cette théorie qui la distingue des théories proposées; elle est, dans cette première forme, presque purement phénoménologique. Comme telle, elle veut se rapprocher beaucoup plus immédiatement de l'expérience; on verra par la suite que, non seulement elle paraît clarifier considérablement l'interprétation et la liaison organique de phénomènes nombreux déjà connus, mais en fait prévoir de nouveaux non encore observés. Et, de par ce caractère, elle doit conduire à fixer nettement les grandeurs justiciables de la mécanique électroatomique, corrélativement à guider avec sûreté l'expérience dans la détermination de ces grandeurs. Enfin, elle s'adapte particulièrement bien à l'étude des phénomènes cristallins, ce que des publications ultérieures établiront.

Albert PERRIER (Lausanne). — *Applications de la théorie de la conduction métallique à divers phénomènes.*

Cette communication doit montrer les modes d'application de la théorie en choisissant quelques grands groupes de phénomènes connus, mais que les théories existantes expliquaient trop incomplètement ou pas du tout. Si bref et dénué d'explications que soit le texte, il pourra, je pense, suffire pour donner une idée de la fécondité et de la puissance des idées générales développées plus haut. Je renvoie de nouveau aux autres publications pour un exposé plus large, ainsi que pour l'étude d'autres phénomènes encore. Il ne s'agit ici bien entendu que d'une première investigation dont chaque point doit faire l'objet ultérieurement d'une reprise plus rigoureuse, parallèlement avec des recherches expérimentales convenables.

I. — *Phénomènes galvanomagnétiques.* — On sait que les mécanismes électroniques, même au prix de nombreuses hypothèses particulières, ne peuvent rendre compte qu'à grand peine même des aspects qualitatifs seulement sous lesquels ces effets se manifestent.

On a dû en particulier faire appel à des actions complémentaires variées des molécules. — Notre théorie, qui postule *a priori* de telles actions sans fixer tout d'abord leur nature, et pour ce qui touche le courant « primaire » déjà, est immédiatement à l'aise devant ces difficultés. L'examen des très nombreuses observations publiées me fait penser que les actions directes du champ magnétique sur les électrons qui prennent part au courant électrique sont tout à fait subordonnées devant les actions de la matière elle-même, et non pas seulement dans quelques métaux où un examen attentif le rend presque évident *mais très généralement* dans les conducteurs *crystallisés*. Mais nous ne voulons pas limiter la théorie à ces considérations qualitatives; elle doit appuyer clairement ses conséquences sur l'expérience et les traduire quantitativement. La plus immédiate d'entre elles est exprimée déjà dans la communication précédente, celle qui touche la valeur numérique de la résistance offerte par la matière au courant de l'effet Hall. Ce problème, essentiellement énergétique, examiné de près, s'est montré remarquablement complexe et délicat; il n'a en fait jamais été ni vraiment posé, ni à plus forte raison résolu.

La seule source d'énergie est celle qui entretient le « primaire »; la mesure de l'accroissement de potentiel simultané de la fermeture du circuit « secondaire » (courant de l'effet Hall) devrait servir à la fixation de l'énergie afférente à ce courant; la chose se présente en réalité tout autrement.

• Dans les idées théoriques ici proposées, il convient, seule méthode sûre, d'envisager la matière soumise au champ magnétique comme un milieu de conductibilité anisotrope et doué en outre de propriétés *rotationnelles*. En raisonnant d'une manière purement géométrique (donc sans aucune hypothèse), j'ai d'abord établi une relation très simple entre les résistances apparentes du même échantillon à circuit secondaire ouvert (circonstances classiques de l'expérience) puis fermé et l'angle de rotation des surfaces équipotentielles. Une seule de ces deux séries d'expériences (secondaire ouvert ou fermé) est donc nécessaire.

Mais la démonstration elle-même m'a montré que l'on ne saurait tirer de cette variation mesurable des potentiels primai-

res une discrimination unique entre les énergies attribuables respectivement au primaire et au secondaire. On *peut* alors ou bien considérer la variation connue de la résistance dans le champ magnétique transversal comme une conséquence directe de l'effet Hall lui-même, ou bien envisager ces deux phénomènes comme indépendants. Dans la première alternative, il faut attribuer à la résistivité et à la force électromotrice normales au champ et à l'intensité des valeurs *différentes des valeurs ordinaires*; dans la seconde c'est pis encore, on doit admettre que le courant Hall ne coûte plus aucune énergie, c'est à dire que le milieu est *superconducteur pour cette composante de courant*.

En tout état de cause, la force électromotrice de Hall s'avère hétérogène vis à vis d'une différence de potentiel; cette question délicate ne peut d'ailleurs être qu'effleurée ici.

II. — *Phénomènes divers dans les ferromagnétiques*. — J'ai appliqué ces hypothèses et ces méthodes de raisonnement à l'obtention d'une synthèse déjà remarquable des particularités de la conduction des corps ferromagnétiques. — Admettons que l'aimantation et non le champ d'origine extérieure est la variable déterminante, ce qui est exactement dans la ligne de cette théorie, et ce que d'ailleurs appuient directement les observations dans les champs intenses. Si alors on fait intervenir l'aimantation spontanée dans des domaines cristallins élémentaire (en tout premier schéma; la signification physique exacte peut être donnée autrement), ceux-ci se présenteront comme des corps de conductibilité anisotrope à symétrie de révolution autour de l'aimantation et doués de propriétés rotationnelles exceptionnellement intenses.

A travers un ensemble de ces éléments (tel un métal microcristallin ordinaire, sans direction privilégiée), envoyons un courant et faisons agir simultanément un champ magnétique assez intense pour saturer pratiquement le métal; donnons successivement à ses lignes de force des positions parallèle puis normale aux lignes de courant. Dans la première situation, la résistivité globale apparente est conditionnée par l'ensemble des résistances des éléments dans la direction de l'aimantation spontanée et il ne se manifeste pas d'effet rotationnel. Dans le second cas,

la résistivité est fixée par la valeur dans la direction normale, et simultanément, les phénomènes rotationnels élémentaires arrêtent un effet Hall global de valeur très proche.

Les nombreuses expériences faites jusqu'ici, dans leur très grande majorité se rapportent aux champs moyens et faibles et ont donné les résultats les plus variés et les plus divergents (en apparence parfois contradictoires, même quant aux signes). — Ces faits s'interprètent sans aucune difficulté ici; je réserve entièrement aux publications plus détaillées ces interprétations, les lois et résultats quantitatifs, la discussion d'objections diverses, la comparaison avec l'expérience, etc.

Mais je veux noter brièvement encore que cette théorie projette du même coup une lumière inattendue sur une série de phénomènes où il n'est même pas question d'un champ magnétique extérieur: la variation thermique si caractéristique de la résistivité du fer, du nickel, etc., soit en particulier l'élévation anormale de leur coefficient et la manifestation intense de l'approche du point de Curie (v. autres publications).

A plus forte raison, cela est-il évidemment vrai de la variation thermique des effets galvanomagnétiques eux-mêmes.

III. — *Phénomènes thermoélectriques et thermomagnétiques.* — Je ne m'arrête à la thermoélectricité proprement dite, domaine qui sera étudié de près pour lui-même, que pour faire remarquer que sa théorie ne saurait être séparée d'une doctrine faisant appel à des actions intérieures. — Considérons tout de suite l'effet Nernst et Von Etingshausen (forces électromotrices provoquées par l'action du champ magnétique sur des flux de chaleur). Ce phénomène se prévoit d'une manière parfaitement logique par applications combinées de la théorie de l'effet Hall à la thermoélectricité. La loi de Moreau, établie en 1900 déjà grâce à une remarquable intuition de son auteur, trouve ici toute sa signification; elle est une déduction particulière de cette théorie et réciproquement, sa vérification expérimentale en est un appui direct.

Je dois me borner à citer seulement les autres groupes de phénomènes dont j'ai repris l'étude dans ses grandes lignes.

Les modifications du pouvoir thermoélectrique par aimanta-

tion et les différences de potentiel thermomagnétiques longitudinales se fondent en un seul phénomène rattachable théoriquement aux précédents.

Les effets Leduc-Righi et Von Ettingshausen.

Les anomalies de variation thermique de la conduction calorifique au dessous du point de Curie.

Que d'autre part, le mode d'exécution lui même des expériences reçoive de la théorie des indications précieuses, n'a pas besoin d'être souligné.

IV. — *Superconduction.* — L'interprétation des propriétés du superconducteur peut être poussée très loin dans cette théorie. Essentiellement, on les y rattachera par la supposition que les actions intérieures deviennent dans cet état absolument prépondérantes devant les actions du champ électrique extérieur. Je ferai ressortir ailleurs les différences principales qui distinguent ces hypothèses de celles, nombreuses, auxquelles on a eu recours sans grand succès pour tenter d'expliquer ces phénomènes étranges et importants. Je ne transcris ici que quelques prévisions choisies et d'ailleurs simples dans leur énoncé.

a) Reprenons la considération faite par moi ailleurs de conducteurs sièges de courants à *densité non uniforme suivant la direction des filets de courant* (p. ex. conducteurs filiformes de section non uniforme). Transportons un de ces circuits à une température où sa résistance disparaisse et créons (par induction) un courant. La théorie fait prévoir que sa durée d'extinction doit se réduire d'autant plus vite que les variations de densité sont plus nombreuses et plus variées. En d'autres termes, cette modification doit pouvoir supprimer pratiquement la superconductibilité. L'expérience n'a pas encore été tentée.

b) La théorie démontre encore : lorsqu'un tronçon superconducteur ne l'est pas pour un type de force électromotrice, celle-ci ne saurait faire apparaître de différence de potentiel appréciable entre ses extrémités.

On verra que cette loi générale contient en particulier l'explication de l'absence totale d'effet Hall observée dans les superconducteurs : il suffit de considérer que le milieu n'est pas

superconducteur pour la composante de Hall du courant; je montrerai d'ailleurs qu'on peut même s'affranchir de cette restriction.

c) Soit encore, non plus un tronçon ouvert, mais un circuit fermé de même nature que sous *b*; la théorie démontre: la force électromotrice définie comme ci-dessus ne *saurait établir un courant appréciable dans le circuit qu'en un temps extrêmement long. Pratiquement, elle ne peut y créer de courant.*

Cette déduction plus paradoxale encore peut-être que la précédente est cependant elle aussi déjà réalisée. Elle est en effet l'explication claire, quasi élémentaire, du phénomène très remarquable découvert depuis des années par Kamerlingh Onnes et Tuyn, de la fixité des lignes de courant créées par induction suivant des cercles parallèles dans une sphère de plomb superconductrice.

L'explication de ce phénomène, ainsi que celle de l'absence d'effet Hall, suffiraient à illustrer la valeur de la théorie proposée; mais il convient de souligner que les propositions démontrées sont beaucoup plus générales et font prévoir des faits non encore observés et que l'on n'a pas pensé encore à étudier.

A. HAGENBACH (Bâle). — *Démonstration du grand réseau concave de l'Institut de physique de Bâle.*

Il s'agit d'un réseau américain, de 6,4 m de rayon de courbure, de 15.000 traits par inch et d'une surface divisée de 7 fois 14 cm² qui a été monté très soigneusement et d'une manière absolument stable sur un grand bloc de béton qui ne touche aucun mur du bâtiment. Le réseau et l'appareil photographique sont fixes, la fente est mobile le long d'un rail circulaire.

On trouvera une description détaillée de cet appareil avec des dessins dans le volume de fête que la Société des sciences naturelles de Bâle vient de publier ¹.

¹ *Verh. Naturforsch. Ges. Basel*, 38, p. 29 (1927).