

## H. Poincaré : Rapport sur la thèse de Crémieu

[Ca. 30.05.1901]<sup>1</sup>

La Thèse de M. Crémieu touche à l'une des questions les plus importantes et en même temps les plus délicates de l'Electrodynamique. Quand un conducteur mobile porte une charge électrique, ce transport d'électricité qu'on peut appeler un courant de convection peut-il produire un champ magnétique comme les courants de conduction ordinaires.

On était depuis longtemps porté à la croire par des considérations *a priori*; mais la vérification expérimentale paraissait extrêmement difficile; Rowland cependant crut en être venu à bout et annonça en 1876 qu'il avait mis en évidence cet effet magnétique. Ces expériences furent d'ailleurs reprises par lui-même à Baltimore et par Himstedt et les résultats semblant concorder, l'existence de ce qu'on a appelé « l'effet Rowland » ne fut plus mis en doute par personne.

On bâtit sur cette donnée tout un échafaudage qui paraissait solide, et on en arriva à s'efforcer de réduire les courants de conduction eux-mêmes à des courants de convection qui devenaient ainsi le phénomène primordial de l'électrodynamique. De sorte que l'on ne saurait plus toucher à la loi que Rowland avait cru démontrer sans ébranler tout ce que nous croyions définitivement établi.

D'autre part l'effet Rowland devait avoir une contre-partie; la croyance à cet effet se rattache au principe de l'unité de la force électrique. Or parmi les conséquences de ce principe, je signalerai la suivante: un champ magnétique variable produit des forces électromotrices d'induction qui se manifestent par la naissance de courants induits dans les conducteurs. Mais si la force électrique est une, ces forces d'induction devront produire les mêmes effets que les forces d'origine électrostatiques; elles devront donc exercer des actions mécaniques sur les conducteurs électrisés.

Lodge chercha à mettre cet effet en évidence par l'expérience; mais il n'obtint que des résultats douteux. M. Crémieu, espérant être plus heureux, imagina une méthode plus sensible et mieux à l'abri de toutes les causes d'erreur.

Deux extrémités d'un noyau de fer doux cylindrique engagées dans deux bobines; on peut donc en faisant passer un courant dans ces deux bobines, faire naître un champ magnétique, que l'on peut faire disparaître à volonté.

Un disque annulaire en aluminium entoure la partie centrale du noyau du fer doux entre les deux bobines. L'anneau est interrompu suivant un diamètre afin que les charges électriques ne puissent passer de l'une des moitiés de l'anneau à l'autre. Si ce disque était constamment chargé, il subirait, au moment de la création du champ magnétique, un effet mécanique qui tendrait à le faire tourner dans un certain sens et au moment de la disparition du champ, un effet de sens contraire. Mais par le jeu d'un interrupteur, le disque se trouve chargé au moment de la création du champ et déchargé au moment de la disparition, de sorte que les effets mécaniques auxquels il devait être soumis sont toujours de même sens et devraient produire une déviation permanente.

---

1. Victor Crémieu soutient sa thèse, intitulée "Recherches expérimentales sur l'électrodynamique des corps en mouvement," à la Faculté des sciences de Paris le 30.05.1901 (Crémieu 1901a, 1901b, 1901c).

Le disque est suspendu à un balance de torsion, qui dans la disposition finalement adoptée est formée d'un fil de quartz. Malheureusement ce disque et ce cadre sont trop lourds pour que le fil de quartz puisse en supporter le poids. La plus grande partie de ce poids porte donc sur un pivot et ce pivot lui-même est supporté par un flotteur reposant sur du mercure. Le système ne peut donc tourner sans subir un frottement très faible à la vérité. Les déviations attendues étaient dans le cas du fil de quartz de plus de  $2^\circ$ . Les résultats furent néanmoins constamment négatifs.

Peut-être convient-il de faire une légère réserve à cause de la faiblesse du couple à mesurer et de l'influence du frottement que l'on n'a pu éviter. Mais je dois ajouter que l'auteur a vérifié directement qu'un couple égal au couple calculé suffisait effectivement pour mettre le système en mouvement.

A la suite du résultat négatif de ces expériences, M. Crémieu, convaincu que l'effet théorique, qu'il regarderait comme le corollaire de l'effet Rowland, n'existait pas et en vint à concevoir des doutes au sujet de la réalité de l'effet Rowland lui-même et résolut de soumettre à une vérification nouvelle la loi qui était admise depuis vingt-cinq ans par tous les physiciens. La méthode qu'il employa diffère essentiellement de celle de Rowland et de Hinstedt.

Un disque vertical tourne autour d'un axe horizontal. Quand ce disque est chargé il détermine donc des courants circulaires de convection. Autour du disque se trouve un cadre circulaire sur lequel est enroulée une bobine portant un grand nombre de spires de fil fin. Si les courants de convection produisent un champ de convection, au moment où ces courants de convection prennent naissance et au moment où ils disparaissent il doit se produire des courants induits dans cette bobine secondaire. Un interrupteur charge et décharge périodiquement le disque tournant, faisant ainsi apparaître et disparaître les courants de convection ; il devrait donc se produire dans la bobine secondaire des courants induits alternativement dans un sens et dans l'autre. Mais l'interrupteur est disposé de façon à ce que le circuit secondaire soit fermé sur un galvanomètre au moment où le disque se charge et soit ouvert au moment où il se décharge. Alors le galvanomètre ne devrait subir que l'effet des courants induits de sens direct et par conséquent éprouver une déviation permanente.

L'appareil est enfermé dans une boîte en fonte qui a pour double effet d'augmenter la capacité du disque tournant et de concentrer le champ magnétique.

Les résultats furent encore constamment négatifs. Comme contrôle on faisait passer dans une spire témoin un courant de conduction dont l'intensité était la même que celle du courant de convection et on observait très nettement des déviations. Plusieurs objections dans le détail desquelles je ne veux pas entrer pouvaient être faites à ces expériences, mais l'auteur en variant la forme est parvenu à les réfuter.

Cette expérience était en flagrante contradiction avec celles de Rowland. La méthode présentait sur celle de Rowland plusieurs avantages dont le principal était le suivant : l'appareil de mesure, c'est-à-dire le galvanomètre peut être éloigné autant qu'on le veut du disque tournant, il se trouve ainsi soustrait à une foule de causes perturbatrices et en particulier aux actions d'origine électrostatique.

Néanmoins, il importait de reprendre les expériences par la méthode même de Rowland, c'est-à-dire par l'observation directe de l'action du courant de convection sur un système

astatique très sensible. Tant que le disque tournant resta enfermé dans une boîte métallique entièrement close les résultats furent nettement négatifs.

Mais il n'en fut plus tard tout à fait de même quand cette boîte fût remplacée par une boîte métallique à jour, comprenant une jante extérieure, un noyau et six rayons. Sur ce bâti étaient fixées deux plaques d'ébonite recouvertes en tout ou partie de papier d'étain et destinées à former les armatures négatives d'un condensateur double dont les armatures positives étaient les deux forces du disque tournant.

Dans ces conditions il se produisit des déviations, réversibles dans le sens de la charge et avec le sens de rotation. Mais elles étaient plus petites que l'effet Rowland attendu et ne croît pas aussi vite que lui.

Elles disparaissent par l'interposition d'une lame métallique entre le disque et le système astatique; et elles varient en outre suivant la forme et la division des secteurs.

Ces phénomènes sont restés mal expliqués. Malgré l'action d'une lame métallique interposée, ils ne paraissent pas dus à des attractions électrostatiques; car le tube de cuivre où l'appareil astatique a été enfermé dans quelques unes de ces expériences aurait dû constituer un écran électrostatique suffisant. M. Crémieu propose, avec quelques réserves, une explication. Les secteurs fixes se chargent et se déchargent alternativement, mais au moment de la charge l'électricité induite se déplace lentement, au moment de la décharge, elle se déplace rapidement. Dans les deux cas d'ailleurs elle se déplace par conduction; dans le premier cas les courants de conduction n'auraient aucune action magnétique, dans le second cas ils en auraient et produiraient ainsi une déviation permanente.

Dans la lame métallique interposée se produiraient des courants induits qui neutraliseraient l'effet des courants primaires.

Cette explication ne me paraît pas acceptable; il faudrait admettre qu'il y a plusieurs sortes de courants de conduction, et que certains d'entre eux seraient dépourvus d'action magnétique. C'est là une hypothèse qui me paraît insuffisamment justifiée.

D'autre part, les courants induits doivent se neutraliser mutuellement et ne pourraient par conséquent neutraliser les courants primaires.

J'aime donc mieux attribuer provisoirement ces phénomènes à la production d'étincelles ou d'aigrettes qui n'ont pas été aperçues.

Enfin dans une dernière série d'expériences la partie supérieure du bâti était supprimée; le disque tournant porte plusieurs secteurs dorés, chacun de ces secteurs est chargé par un balai au moment où il se trouve dans la moitié inférieure, c'est-à-dire au moment où il forme condensateur et où sa capacité est la plus grande. Il est au contraire isolé au moment où il passe dans la partie supérieure; il agit alors à découvert sur le système astatique.

Il se produisit encore des déviations; à peu près de l'ordre de grandeur attendu.

Ces déviations changeaient de sens avec le sens de la charge; mais elles n'étaient pas toujours renversées avec le sens de la rotation; elles l'étaient souvent à la vérité. D'autre part elles ne variaient pas dans le sens où aurait dû varier l'effet Rowland.

Enfin et c'est là le point le plus important, elles disparaissaient quand au lieu d'enfermer le système astatique dans un tube de papier graphite qui ne formait qu'un écran électrostatique imparfait, on l'enfermait dans un tube métallique.

M. Crémieu, pensant alors que le phénomène était électrostatique, supprima dans l'appareil astatique les aiguilles aimantées. Les déviations subsistèrent. On peut se rendre

compte qu'elle dépendaient de la charge de la lame de mica qui constituait l'appareil astatique. Elles changeaient de sens avec cette charge. Si cette charge était faible, il y avait réversibilité avec le sens de rotation; cette réversibilité disparaissait si la charge était forte; elle n'existait pas non plus si la lame de mica était remplacée par une lame d'Aluminium.

Cette réversibilité reste d'ailleurs mal expliquée.

Outre ces déviations, il s'en produirait d'autres qui n'avaient lieu qu'au moment l'établissement de la charge et qui n'étaient pas permanents. M. Crémieu a pu s'assurer qu'ils étaient bien d'origine électromagnétique et étaient dues à des étincelles.

Cette troisième série d'expériences est peut-être moins nette que les deux premières elle n'en est pas moins importante car l'auteur est arrivé à mettre en évidence certaines causes qui avaient pu tromper ses devanciers, et cela justement à l'occasion des résultats qui d'abord avaient paru divergents.

Peut-être n'avons-nous pas le droit de tirer de ces expériences dès aujourd'hui une conclusion définitive. Nous n'aurons de certitude absolue que quand elles auront été reprises et variées de plusieurs manières par d'autres expérimentateurs, qui seront pour ainsi dire tiers arbitres entre MM. Rowland et Crémieu.

Quoi qu'il en soit, M. Crémieu a rendu très douteuse une conclusion qui semblait définitivement acquise. Il a montré la nécessité de reprendre toutes les expériences et il a mis en évidence certaines causes d'erreur que des expérimentateurs exceptionnellement habiles n'avaient pas aperçues.

On peut même ajouter que les recherches de M. Crémieu montrent d'une façon à peu près certaine qu'il sera nécessaire de modifier complètement les idées actuellement reçues. Par quelles lois nouvelles devront-elles être remplacées, c'est ce que des recherches ultérieures peuvent seuls nous apprendre.<sup>2</sup>

M. Crémieu a donc rendu à la Science un service de premier ordre d'autant plus méritoire que les expériences à faire étaient extrêmement délicates. Nous sommes donc d'avis qu'il y a lieu de l'autoriser à soutenir sa thèse.

Poincaré

M. Crémieu a soutenu sa thèse d'une façon tout à fait satisfaisante, il a exposé très clairement les principes qui l'avaient guidé dans ses expériences, les difficultés qu'il a eues à surmonter et les résultats qu'il a obtenus. Il a en même temps fait connaître au jury plusieurs expériences nouvelles qu'il a exécutées depuis le dépôt de la thèse et qui complètent de la façon la plus heureuse les résultats de ses premières recherches.

Il a également répondu d'une manière très satisfaisante aux questions qui lui étaient proposées par la Faculté comme seconde thèse et qui se rapportaient à la théorie de la fermentation alcoolique.

Poincaré

**ADS. AJ-16-5537, Archives nationales françaises.**

---

2. Dans son compte-rendu de la thèse, Alfred Cornu (1901) a observé que Lecher n'a pas pu revoir l'effet Rowland, alors que E. P. Adams l'a confirmé. À la différence de Poincaré, Cornu ne s'est pas exprimé sur la réalité de l'effet.

# Bibliographie

Cornu, A. Recherches expérimentales sur l'électrodynamique des corps en mouvement par Victor Crémieu, Ingénieur agricole. *Revue générale des sciences pures et appliquées* 12, 1901, 981–982.

Crémieu, V. Recherches sur le champ magnétique produit par des variations magnétiques. *Annales de chimie et de physique* 24, 1901a, 85–118.

—. Recherches sur l'effet magnétique de la convection électrique. *Annales de chimie et de physique* 24, 1901b, 145–204.

—. Répétition des expériences de M. Rowland relatives à la convection électrique. *Annales de chimie et de physique* 24, 1901c, 299–320.