

Le champ et le mouvement

Autor(en): **Sivadjian, Joseph**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **6 (1953)**

Heft 4

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-740017>

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.

LE CHAMP ET LE MOUVEMENT

PAR

Joseph SIVADJIAN

L'idée qu'un corps chargé en mouvement doit produire un effet magnétique analogue à celui que produit le courant électrique fut exprimée pour la première fois par Faraday en 1837: « Si deux balles A et B sont électrisées dans des états opposés et soumises à leur influence mutuelle, il se produira au moment où elles se meuvent l'une vers l'autre, un courant ou ces effets que l'on désigne d'habitude sous le nom de *courant*. Si A vient vers B ou B vers A dans le sens opposé, un courant en résultera, qui aura dans les deux cas la même direction. Si A et B s'éloignent l'une de l'autre, alors il va se produire un courant en sens inverse ou un effet équivalent.

» D'ailleurs une charge existe seulement par induction et un corps électrisé est nécessairement en relation avec un autre corps électrisé en sens inverse. Donc, si une balle est électrisée positivement au milieu d'une salle, puis déplacée dans une direction quelconque, il se produira les mêmes effets que si un courant avait circulé dans la même direction (pour se servir du mode d'expression conventionnel); ou, si la balle porte une charge électrique négative et qu'elle se met en mouvement, il se produira les mêmes effets que si un courant en sens contraire du mouvement s'était formé ¹. »

Maxwell, en comparant les unités électro-statiques aux unités électro-magnétiques, a montré que leur rapport était une

¹ *Experimental Researches in Electricity*, by Michael FARADAY, London, 1839, vol. 1, sect. XIII, articles 1643, 1644, p. 524.

grandeur que l'on pouvait assimiler à une vitesse. C'est par des considérations sur la signification physique de cette vitesse qu'il a été amené à concevoir la possibilité de la production d'effets magnétiques par les charges en mouvement, mais sans appuyer ses affirmations sur une expérience quelconque.

« Pour nous former une conception physique de cette vitesse, imaginons une surface plane chargée d'électricité, à la densité superficielle électro-statique σ , et se mouvant dans son propre plan avec la vitesse ν . Cette surface électrisée mobile équivaldra à une nappe de courant dont l'intensité serait, pour chaque unité de largeur de la surface électrisée, $\sigma\nu$ en mesure électro-statique ou $\frac{1}{n} \sigma\nu$ en mesure électro-magnétique, n étant le nombre des unités électro-statiques contenues dans l'unité électro-magnétique. Si une deuxième surface plane, parallèle à la première et électrisée à la densité superficielle σ' , se meut dans la même direction avec la vitesse ν' , elle sera équivalente à une deuxième nappe de courant.

» La répulsion électro-statique entre les deux surfaces électrisées est, d'après le § 124, $2\pi\sigma\sigma'$ par unité d'aire de chacune des surfaces opposées.

» L'attraction électro-magnétique entre les deux courants superficiels est, d'après le § 658, $2\pi uu'$ par unité d'aire, u et u' étant les densités superficielles de deux courants en mesure électro-magnétique.

» Mais $u = \frac{1}{n} \sigma\nu$, $u' = \frac{1}{n} \sigma'\nu'$, de sorte que l'attraction est

$$2\pi \sigma\sigma' \frac{\nu\nu'}{n^2}.$$

» Le rapport de l'attraction à la répulsion est celui de $\nu\nu'$ à n^2 . Donc, puisque l'attraction et la répulsion sont des quantités de même espèce, n doit être une quantité de la même espèce que ν , c'est-à-dire une vitesse. Si nous supposons que la vitesse des deux surfaces mobiles soit égale à n , l'attraction sera égale à la répulsion, et il n'y aura pas d'action mécanique entre les surfaces. Donc, nous pouvons définir le rapport des unités électriques comme une vitesse telle qu'il ne s'exerce point d'action mécanique entre deux surfaces électrisées se mouvant

avec cette vitesse dans la même direction. Comme cette vitesse est d'environ 288 000 km par seconde, il est impossible de réaliser l'expérience que l'on vient de décrire (Potier remarque que Maxwell omet de dire par rapport à quoi les deux surfaces doivent avoir cette vitesse commune).

» Si l'on pouvait rendre la densité électrique superficielle et la vitesse assez grandes pour que la force magnétique devienne mesurable, on pourrait au moins vérifier notre hypothèse qu'un corps électrisé en mouvement est équivalent à un courant électrique.

» Nous pouvons admettre que dans l'air, une surface électrisée commence à se décharger en émettant des étincelles quand la force électrique $2\pi\sigma$ atteint la valeur 130. La force magnétique, due à un courant superficiel, est $2\pi\sigma \frac{v}{n}$. En Angleterre, la force magnétique horizontale est d'environ 0,175. Donc, une surface, électrisée au plus haut degré et se mouvant à la vitesse de 100 m à la seconde, agirait sur un aimant avec une force égale à 1/4000 environ de la force horizontale terrestre, ce qui est une quantité mesurable. La surface électrisée pourrait être celle d'un disque non conducteur tournant dans le plan du méridien magnétique; l'aimant pourrait être placé près de la partie montante ou de la partie descendante du disque, et serait protégé de l'action électro-statique par un écran métallique. Je ne sache pas que cette expérience ait été essayée jusqu'à ce jour¹. »

La première expérience de vérification de ces vues théoriques a été faite par Rowland^{2,3} en se servant d'un dispositif à peu près analogue à celui imaginé par Maxwell.

¹ *A Treatise on electricity and magnetism*, by James Clerk MAXWELL, second edition, Oxford, at the Clarendon Press, 1881, vol. II, ch. XIX, §§ 768, 769, 770, p. 379-380. *Traité d'électricité et de magnétisme*, par J. Clerk MAXWELL, traduit de l'anglais sur la deuxième édition par G. Séligmann-Lui, Gauthier-Villars, Paris, 1887, t. 2, p. 469-470.

² « Bericht betreffend Versuche über die elektromagnetische Wirkung elektrischer Convection, ausgeführt von Hrn. Henry A. Rowland der J. Hopkins Universität in Baltimore », von H. HELMHOLTZ, *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, t. 158, 1876, p. 487.

³ H. A. ROWLAND, *Amer. J. of Science* (3), t. 15, 1878, p. 30.

L'appareil de Rowland se composait d'un disque d'ébonite de 21,1 cm de diamètre, de 5 mm d'épaisseur, tournant autour d'un axe vertical avec une vitesse de 61 tours par seconde. Ce disque, doré sur ses deux faces, la dorure ne venant pas jusqu'à l'axe, se trouvait entre deux plateaux de verre de 24 cm de diamètre, dorés également sur les faces qui regardaient le disque, distants de celui-ci de 6 mm et formant ainsi les armatures d'un condensateur. Les faces extérieures des armatures étaient reliées au sol.

Le disque était chargé par des pointes reliées à une batterie de bouteilles de Leyde, dont on mesurait le potentiel avant et après l'expérience par la distance explosive. Le potentiel moyen du disque était supposé égal à la moyenne de ces deux mesures.

Un système astatique, composé de deux aiguilles aimantées longues de 15 mm collées sur un fil d'aluminium de 18 cm de longueur, était suspendu par un fil très fin, de façon que l'aiguille inférieure, protégée par une boîte de laiton de tout effet électro-statique, fût perpendiculaire au rayon du disque. La rotation du disque provoquant la déviation de l'aiguille aimantée, cette déviation était la même, que la surface dorée du disque et des plaques condensateurs fût divisée en secteurs ou qu'elle fût unie.

En 1883, Lecher¹, en se servant de disques verticaux en laiton, puis en carton graphité ou en ébonite, de manière à être isolés de l'axe d'acier, a refait ces expériences, mais il est arrivé à des résultats négatifs, car il n'a pu observer aucun effet magnétique de la charge du disque en mouvement.

En 1885, puis en 1889, Roentgen², dans ses expériences faites pour la détection des courants de déplacement de Maxwell, s'est servi d'un appareil identique à celui de Rowland. Il a fait tourner un disque horizontal en verre ou en ébonite entre deux plaques métalliques chargées, dont la supérieure était reliée à la terre et l'inférieure à une source d'électricité. Il a pu constater ainsi qu'un diélectrique non chargé qui tourne

¹ LECHER, *Repertorium der Physik*, t. 20, 1884, p. 151.

² W. C. ROENTGEN, *Sitzungsber. der königl. preuss. Akad. der Wissenschaften zu Berlin*, 1885, I, p. 195; 1888, I, p. 23 — *Wiedemann's Annalen der Physik*, t. 35, 1889, p. 264; t. 40, 1890, p. 93.

entre deux plaques de condensateurs, dans un champ électrostatique constant et perpendiculairement aux lignes de force, produit des effets magnétiques exactement comme le font les conducteurs chargés. Toutefois l'effet était trop faible pour être mesurable.

En 1889 Rowland reprend, avec Hutchinson¹, ses expériences en se servant d'un dispositif dans lequel au lieu d'un seul disque tournant dans le plan horizontal, il faisait tourner deux disques verticaux. Ces disques, entièrement dorés, étaient en outre pourvus d'anneaux de gardes. La vitesse de rotation était de 125 tours environ par seconde et entre les disques étaient placées deux plaques de verre dorées sur leur face tournée aux disques et servant comme condensateurs. Les résultats trouvés étaient bien en accord avec ceux de son expérience précédente.

A la même époque, Himstedt² a commencé des expériences analogues, qu'il a reprises ensuite en 1901 et continuées jusqu'à 1904³.

Dans ses premières expériences, Himstedt s'est servi de l'appareil de Roentgen, avec des modifications de détails seulement, et dans ses expériences ultérieures il a eu recours à un appareil analogue à celui de Rowland et Hutchinson, mais beaucoup plus sensible.

Les premières expériences de Himstedt ont donc été effectuées au moyen d'un disque de verre dépoli et recouvert de graphite sur ses bords, ensuite à l'aide d'un appareil avec deux disques en verre, de 0,20 m de diamètre, tournant dans un plan vertical autour d'un même axe dans le même sens ou en sens inverse, recouverts de graphite sur une couronne périphérique de 0,03 m de largeur; ces disques tournaient devant des plateaux de verre fixes recouverts d'étain sur la face regardant le disque; l'étain de ces plateaux, qui servaient d'armatures, était relié au sol. Il a pu vérifier dans ces expériences que

¹ H. A. ROWLAND et C. T. HUTCHINSON, *Philosoph. Mag.* (5), t. 27, 1889, p. 445.

² F. HIMSTEDT, *Widemann's Annalen der Physik*, t. 38, 1889, p. 560; t. 40, 1890, p. 720.

³ F. HIMSTEDT, *Ann. der Physik* (4), t. 13, 1904, p. 100.

les deux disques chargés au même potentiel et tournant en sens inverse avec la même vitesse, annulaient sensiblement leurs effets magnétiques sur le système astatique. Il a pu montrer que les élongations du système astatique, au moment de l'inversion de la charge du disque, étaient proportionnelles à la vitesse et au potentiel de celui-ci. Cette proportionnalité fut constatée pour des vitesses allant jusqu'à 117 tours par seconde, et pour des voltages allant jusqu'à 4000 volts; pour ces valeurs, l'élongation était d'environ 100 mm à 1 m de distance. Au delà de 4000 volts, Himstedt a constaté que la proportionnalité cessait et il expliquait ce fait en admettant qu'à partir de ce voltage, l'électricité n'adhérait plus complètement à son support. Il a constaté en outre que les courants induits dans les conducteurs mobiles lui donnaient, au moindre changement de vitesse, des déviations plus grandes que celles dues à la convection. Le sens de la déviation variait avec le signe de la charge et le sens de la rotation.

Himstedt et, avant lui Roentgen, ont en outre signalé l'état magnétique des disques en ébonite et son influence sur l'aiguille aimantée.

Toutes ces expériences ont été effectuées avec des disques en rotation. L'étude théorique du champ magnétique produit par les sphères chargées en mouvement a été abordée par J. J. Thomson¹ dans son travail où il énonce pour la première fois l'idée de l'augmentation de la masse des corps chargés en mouvement dans un champ électrique, en fonction de leur vitesse.

L'expérience fut réalisée par Adams², à l'aide de deux séries de 16 sphères métalliques tournant autour du même axe. Ces sphères étaient reliées aux deux extrémités de tiges métalliques disposées radialement autour de deux noyaux d'ébonite. Les sphères ayant été placées ainsi deux à deux en regard, leurs charges étaient presque entièrement concentrées entre les calottes intérieures des deux séries de sphères. Il est donc à peu près certain qu'elles entraînaient leur charge. En outre, elles

¹ J. J. THOMSON, *Phil. Mag.* (5), t. 11, 1881, p. 229.

² E. P. ADAMS, *Phil. Mag.* (6), t. 2, 1901, p. 285.

ne pouvaient pas donner lieu à des entraînements de charges secondaires appréciables sur les parois fixes de la boîte où le système était enfermé. Chacune des séries de sphères était reliée d'une façon permanente à l'un des pôles d'une pile de charge à 18 000 volts, et les deux séries de sphères étaient entraînées dans un même mouvement de rotation.

Les résultats, favorables dans leur ensemble, à l'existence de l'effet magnétique attendu, ont été cependant assez irréguliers. On a noté des divergences nombreuses et graves qui n'ont pas pu être expliquées. En somme, de l'avis même de l'auteur, les conclusions qui se dégagent de cette expérience ne constituent qu'une approximation très grossière.

Eichenwald ¹ fait d'ailleurs remarquer que les expériences faites avec des disques conducteurs divisés en secteurs ou avec de sphères chargées, par suite de la variation du champ que leur mouvement produit autour d'eux, donnent naissance à des courants de conduction qui viennent modifier totalement le caractère des efforts produits par les courants de convection purs ².

Lippmann ³, en appliquant à l'expérience de Rowland le principe de la conservation de l'énergie, montra en 1879 que des variations magnétiques doivent produire un mouvement des corps électrisés situés dans le champ.

Dans cet effet, en quelque sorte inverse de l'effet Rowland, Lippmann prévoyait ainsi que la variation d'un champ magnétique puisse produire sur un point électrisé une force mécanique égale à la force électromotrice d'induction, proportionnelle par conséquent à la vitesse de la variation magnétique ³.

Lodge ⁴ entreprit des expériences pour vérifier l'existence de cet effet, mais les résultats obtenus par cet auteur, assez douteux, ne permettent pas d'en tirer de conclusion.

Lippmann proposa donc à Crémieu de vérifier expérimentalement la conséquence ainsi déduite de ses raisonnements.

¹ A. EICHENWALD, *Jahrb. der Radioaktivität*, t. 5, 1908, p. 82.

² A. EICHENWALD, *Ann. Phys.* (4), t. 11, 1903, p. 1, 421; t. 13, 1904, p. 919.

³ G. LIPPMANN, *C. R. Acad. Sc.*, t. 89, 1879, p. 151.

⁴ O. LODGE, *Phil. Mag.* (5), t. 27, 1889, p. 469.

Les forces à mettre en évidence dans ces expériences sont de l'ordre du millième de dyne, en se plaçant dans des conditions les plus favorables.

Crémieu essaya de mettre la force mécanique de Lippmann en évidence en faisant tourner rapidement un disque en aluminium entre les deux pôles d'un électro-aimant puissant. Il n'a pas constaté la déviation du disque¹. Crémieu, devant cette impossibilité de mettre en évidence le champ électro-statique créé par des variations magnétiques, fut amené à avoir des doutes sur l'existence de l'effet Rowland lui-même, c'est-à-dire sur l'effet magnétique de la convection électrique et se proposa de vérifier ce dernier phénomène à l'aide de nouvelles expériences. Toutes celles qui avaient été effectuées jusqu'alors avaient décelé le champ magnétique des courants de convection par leur effet direct sur l'aiguille aimantée.

Au lieu de procéder ainsi, Crémieu place, entre le disque en aluminium ou en ébonite dorée et l'aiguille, un circuit dans lequel le mouvement du disque produit un courant d'induction qui va agir sur l'aiguille. Il n'observe donc pas directement le champ magnétique, mais le courant d'induction dû au champ magnétique variable que produit le mouvement uniforme d'une charge variable avec le temps.

Dans ce but, Crémieu fait tourner autour d'un axe horizontal un disque conducteur chargé qui produit un courant de convection. Au moment de la charge ou de la décharge du disque, c'est-à-dire au moment de la production ou de la suppression du courant de convection, il s'induit, dans une bobine de fil conducteur concentrique au disque, des courants qui traversent un galvanomètre sensible destiné à les mesurer.

Le mouvement du disque avait lieu entre deux armatures en fonte qui se réunissaient par-dessus la bobine induite. Ces armatures en fonte massive étaient destinées à augmenter le coefficient d'induction mutuelle entre le disque et la bobine. Les résultats obtenus furent nettement négatifs².

¹ VICTOR CRÉMIEU, *Ann. Chim. Phys.* (7), t. 24, 1901, p. 85.

² V. CRÉMIEU, *Ann. Chim. Phys.* (7), t. 24, 1901, pp. 299, 145. — *C. R. Acad. Sc.* t. 135, 1902, pp. 27, 153; t. 130, 1900, p. 1544;

Crémieu ne se contenta pas de ces expériences; il répéta les expériences de Rowland relatives à l'action directe du courant de convection sur l'aiguille et le résultat fut également négatif. Cet auteur arriva ainsi à cette conclusion qu'un corps chargé en mouvement ne produit pas d'effet magnétique et il se crut en droit d'affirmer que l'effet magnétique de la convection n'existait pas. Il expliqua les résultats de ses prédécesseurs par des effets secondaires et notamment par des actions électrostatiques. Cette conclusion était en opposition directe avec l'expérience de Rowland.

Pour expliquer les résultats négatifs de Crémieu, on lui a fait diverses objections. Pellat¹ fit observer que « la charge du disque pouvait aller se coller contre les faces de verre en regard, qui formaient, avec la fonte située de l'autre côté, un condensateur de plus grande capacité. Dans ces conditions, le disque n'aurait pas été chargé. » Le verre que Crémieu introduisait pour éviter les étincelles augmentant fortement la capacité du disque conducteur, celui-ci se trouvait privé de sa charge.

Sur le conseil de Poincaré, Crémieu fit alors une expérience avec un disque en ébonite portant trois secteurs dorés, isolés les uns des autres par des bandes radiales de 10 mm de large.²

Blondlot et Pender firent observer cette fois que « si le disque d'ébonite à secteurs isolés entraîne sa charge avec lui, la charge induite sur les armatures de fonte qui sont continues, tourne en même temps que celle du disque. Comme elle est de signe contraire, elle produit un effet justement égal et de sens inverse. L'effet total observé sera encore nul. On aurait eu ainsi un effet magnétique inverse produit par la charge électrique induite sur les armatures, charge qui tournerait elle aussi avec la vitesse du disque.

Crémieu a garni alors la face interne des couronnes de fonte de lames de mica de 0,2 mm d'épaisseur. Sur ces lames, soigneusement vernies, il a collé six secteurs de papier d'étain de 60°, séparés les uns des autres par des intervalles de 10 mm, et

t. 131, 1900, pp. 578, 797; t. 132, 1900, pp. 327, 1108. — Thèse de Paris, Gauthier-Villars, 1901.

¹ *Ann. Chim. Phys.*, *ibid.*, p. 193.

² *Ibid.*, p. 197.

séparément reliés au sol. Dans ces conditions, on est certain que la charge induite ne peut pas être entraînée. Or les résultats furent encore une fois négatifs.

Potier fit remarquer que si, d'après les idées de Maxwell et de Faraday, la force magnétique due à la convection résulte de la propagation dans l'espace du trouble apporté dans la distribution de la force électrique par le mouvement d'un corps chargé, la localisation (par exemple en enfermant ce corps dans un conducteur creux, ou entre les armatures d'un condensateur) de la région dans laquelle cette perturbation électrique peut se propager, doit limiter en même temps la région où peut naître le champ magnétique. « Si l'on veut s'en référer aux équations de Maxwell, on dira: la force électrique en dehors du conducteur est invariable et admet un potentiel quel que soit l'état de mouvement du corps électrisé; donc la force magnétique est invariable; ou bien l'on dira que le déplacement des charges à la surface interne du conducteur compense, au point de vue magnétique comme au point de vue électrostatique, l'effet du déplacement du corps électrisé ¹. »

Je ne comprends pas, lui répondit alors Poincaré, si ces courants de conduction qui compensent les courants de convection, siègent dans le disque mobile lui-même, ou dans l'écran fixe ². « S'il y a courant, ce ne peut être que sur le disque », précisa Potier ³.

Pocklington ⁴ et, après lui, Wilson ⁵ ont aussi dirigé contre les expériences de Crémieu diverses critiques et ils ont prétendu, par exemple, que ces expériences, loin d'être en contradiction avec les théories régnantes, en étaient au contraire une confirmation indirecte, parce que l'effet des courants de convection devait être compensé par celui des courants de conduction régnant, non pas dans le disque, comme c'était l'avis de Potier,

¹ A. POTIER, *L'Eclairage électrique*, t. 25, 1900, p. 352.

² H. POINCARÉ, *L'Eclairage électrique*, t. 31, 1902, p. 88.

³ POTIER, *ibid.*

⁴ H. C. POCKLINGTON, *Phil. Mag.* (6), t. 1, 1901, p. 325.

⁵ H. A. WILSON, *Phil. Mag.* (6), t. 2, 1901, pp. 144, 319. — V. CRÉMIEU, *L'Eclairage électrique*, t. 28, 1901, p. 191.

mais dans l'écran qui sépare l'appareil astatique du disque tournant.

Vasilescu Karpen¹ explique les insuccès de Crémieu en supposant que le disque se déchargerait soit par les effluves mêmes lorsqu'il était couvert de lames de verre, soit par des étincelles lorsqu'il n'était pas couvert.

Sur les conseils de Rowland, Pender fit à Baltimore une série d'expériences en utilisant également les effets de l'induction avec un dispositif différent peu de celui de Crémieu. Les résultats furent nettement positifs². L'accord quantitatif entre les valeurs théoriques et expérimentales était extrêmement remarquable, puisque les valeurs obtenues pour ν (rapport entre les unités électro-statique et électro-magnétique) ont varié de $2,97 \cdot 10^{10}$ à $3,08 \cdot 10^{10}$ avec une moyenne de $3,00 \cdot 10^{10}$. Il démontrait ainsi qu'une charge électrique variable, mais se mouvant uniformément, produit le même courant d'induction que le courant électrique variable. Pender a pu reproduire également les expériences de Roentgen et confirmer les résultats de celui-ci.

De son côté, Crémieu³ continuait à trouver des résultats négatifs. Poincaré jugea alors qu'il était nécessaire de faire de nouvelles expériences⁴ et, sur sa proposition, Pender vint à Paris où il fit des expériences contradictoires avec Crémieu⁵.

Pender et Crémieu ont refait d'abord ensemble les expériences de ce dernier avec des disques métalliques continus, tournant entre deux armatures parallèles également continues.

Ensuite, « pour éliminer toute perturbation pouvant provenir du rôle assez mal défini des armatures fixes, disent-ils, nous avons modifié encore notre dispositif. Les deux disques de Pender de 31 cm de diamètre ont été placés en face l'un de l'autre, à 10 mm de distance, et disposés de façon à pouvoir

¹ N. VASILESCO-KARPEN, *Ann. Chim. Phys.* (8), t. 2, 1904, p. 465.

² H. PENDER, *Phys. Rev.*, t. 13, 1901, p. 203. — *Phil. Mag.* (6), t. 2, 1901, p. 179; t. 5, 1903, p. 34.

³ V. CRÉMIEU, *Journ. de Physique* (4), t. 1, 1902, p. 753.

⁴ H. POINCARÉ, *Revue gén. des Sciences*, t. 12, 1901, p. 994.

⁵ H. PENDER et V. CRÉMIEU, *Journ. de Physique* (4), t. 2, 1903, p. 641; *Phil. Mag.* (6), t. 6, 1903, p. 442. — V. CRÉMIEU, *C. R. Acad. Sc.*, t. 136, 1903, pp. 548, 607, 955.

tourner en sens inverse, concentriquement à une bobine fixe présentant une ouverture centrale de 34 cm de diamètre et de 3 cm d'épaisseur. L'armature de la bobine, tout entière en laiton, porte 1300 tours de fil de cuivre rouge d'une résistance totale de 60 Ohms.

« Les déviations attendues étaient plus faibles, par suite de la grande diminution de la capacité résultant du dispositif. Malgré cela elles ont été très nettes et ont présenté avec les valeurs calculées un accord satisfaisant »¹.

Les auteurs ont fait aussi des expériences sur l'effet magnétique direct en remplaçant la bobine d'induction par un système astatique. L'effet a été tout aussi net que dans les expériences sur l'induction.

A la suite de ces recherches, ils ont conclu d'un commun accord que l'effet magnétique des courants de convection correspondait bien à la réalité.

En 1902, Wood a publié une note préliminaire, qui ne semble pas avoir eu de suite, relative à des expériences effectuées avec Pender, sur l'obtention de la déviation de l'aiguille aimantée placée au-dessous d'un tube dans lequel on a établi un flux de particules de gaz carbonique solidifié et chargé. Si l'on fait circuler deux jets de telles particules en sens inverse, l'aiguille reste dans sa position de repos, tandis qu'en inversant la direction du jet, on inverse le sens de la déviation².

Dans ses recherches sur l'effet magnétique des courants de convection, Vasilescu-Karpen s'est adressé, comme Crémieu, à la méthode basée sur l'induction électro-magnétique³.

Un disque d'ébonite métallisé sur ses deux faces, c'est-à-dire entièrement couvert de papier d'étain, tourne autour de son axe; ce disque mis en relation avec une source de courant alternatif, prend une charge alternative et crée, en tournant, un courant de convection alternatif. Si le courant de convection

¹ PENDER et CRÉMIEU, *Journal de Physique*, *ibid.*, p. 647.

² R. W. WOOD, *Phil. Mag.* (6), t. 3, 1902, p. 659.

³ N. VASILESCU-KARPEN, *C. R. Acad. Sc.*, t. 136, 1903, p. 609. — *Journ. de Physique* (4), t. 2, 1903, p. 667. — *Ann. Chim. Phys.* (8), t. 2, 1904, p. 465. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 136, 1903, p. 998.

ainsi produit est équivalent, au point de vue magnétique, à un courant de conduction, il induira un courant.

Le mouvement du disque a lieu entre deux armatures métalliques composées de deux lames de verre à vitre couvertes sur l'une des faces de papier d'étain, comme sur le disque. Ces armatures ont pour but d'augmenter la capacité du disque ¹.

Ces expériences ont été réalisées aussi avec un disque d'ébonite portant sur ses deux faces des sections de papier d'étain, tournant autour de son axe entre deux lames de verre portant elles aussi, sur leurs faces intérieures, des sections de papier d'étain. L'effet Rowland fut constaté aussi bien avec le disque conducteur continu qu'avec le disque à secteurs. Le disque continu et le disque à secteurs donnent naissance, par conséquent, au même champ magnétique ². L'effet magnétique obtenu ne varie pas non plus si l'on modifie la surface métallique des armatures qui portent une charge égale et de signe contraire au disque, puisque cet effet reste toujours le même si l'on emploie tantôt des armatures continues, en papier d'étain, tantôt des armatures à secteurs ³.

Karpen s'est servi aussi de disques en aluminium couverts de papiers isolants par-dessus lesquels se trouvaient collés des secteurs en papier d'étain et ce sont ces secteurs qui recevaient la charge destinée à produire le courant de convection. Dans ces conditions, la charge était complètement entraînée comme dans le cas du disque d'ébonite et le courant de convection était le même; toutefois, le disque formant amortisseur, le courant mesuré était considérablement réduit.

Les méthodes à champ variable, basées sur l'emploi des effets d'induction ou de disques à secteurs, ont été critiquées par Eichenwald ⁴ qui donne la préférence aux champs électrostatiques auxquels est liée l'apparition de champs magnétiques également statiques.

¹ N. VASILESCO-KARPEN, *Ann. Chim. Phys.*, *ibid.*, p. 499.

² *Ibid.*, § 43, pp. 540, 541, 535.

³ *Ibid.*, § 45, p. 545.

⁴ A. EICHENWALD, *Phys. Zeitschr.*, t. 2, 1901, p. 703; t. 4, 1903, p. 308. — *Ann. der Physik.* (4), t. 11, 1903, p. 1, 421; t. 13, 1904, p. 919. — *Jahrbuch der Radioaktivität*, t. 5, 1908, p. 82.

Eichenwald s'est donc servi de la méthode directe de Rowland, avec des disques en micanite de 0,6 mm d'épaisseur, de 25 cm de diamètre et munis à la périphérie d'une couronne en papier d'étain de 15 mm de largeur. Les résultats de ces expériences, de même que ceux qui étaient obtenus en reproduisant les expériences de Roentgen (voir p. 194) confirmaient l'existence des effets magnétiques des courants de convection.

Les faits expérimentaux ayant été ainsi exposés, examinons les circonstances dans lesquelles ces faits ont été constatés.

Nous avons vu que Faraday et Maxwell attribuaient les manifestations magnétiques à l'état de mouvement des charges portées par les conducteurs ou les diélectriques. C'est donc à juste titre que Potier faisait observer que Maxwell omettait de dire par rapport à quoi les deux surfaces devraient avoir cette vitesse v commune ¹.

Mais, d'après les idées modernes, ces effets magnétiques ne sont même pas dus aux mouvements seuls, mais aux variations de flux électrique que provoquent ces mouvements.

« L'idée de l'effet magnétique des courants de convection, dit Vasilescu-Karpen, est fondamentale. S'il était prouvé qu'une sphère électrisée en mouvement ne provoque pas de champ magnétique, il faudrait renoncer à toutes les théories modernes de l'électricité et de la lumière. En effet, dire qu'une sphère électrisée en mouvement ne provoque pas de champ magnétique, c'est dire qu'une variation de flux électrique ne provoque pas non plus un pareil champ, et l'on sait que, dans les nouvelles théories, ce dernier phénomène est inhérent à la propagation avec une vitesse finie, constatée par l'expérience, des ondes électro-magnétiques et lumineuses ². »

« La variation d'un champ électrique, produite par le mouvement d'une charge, écrit Einstein, est toujours accompagnée d'un champ magnétique. » Cette conclusion, dit-il, est basée sur l'expérience d'Oersted, puis plus loin il continue: « Tant qu'une charge est au repos, il y a seulement un champ électro-

¹ MAXWELL, *Traité d'électricité*, ibid., p. 469.

² N. VASILESCO-KARPEN, *Ann. de Chim. et de Physique*, ibid., p. 467.

statique; dès qu'elle commence à se mouvoir, un champ magnétique apparaît. Nous pouvons dire plus. Le champ magnétique créé par le mouvement de la charge sera plus intense, si la charge est plus grande et si elle se meut plus rapidement. Cela aussi est une conséquence de l'expérience de Rowland. En employant une fois de plus le langage du champ, nous pouvons dire: plus rapidement le champ électrique varie, plus intense est le champ magnétique qui l'accompagne ¹. »

« Un champ peut être considéré comme quelque chose qui est toujours associé à un courant. Il est là, même en l'absence d'un pôle magnétique qui décèle son existence ². »

« De même que la variation d'un champ électrique est accompagnée d'un champ magnétique, de même la variation d'un champ magnétique est accompagnée d'un champ électrique ³. »

Cette proposition est démontrée, d'après Einstein, par l'apparition d'un courant électrique dans un solénoïde chaque fois que nous changeons rapidement la position d'un barreau aimanté, placé près de lui, soit en l'éloignant, soit en le rapprochant du solénoïde. Toutes les fois que la position de l'aimant sera changée, le courant apparaîtra. Or un courant signifie, pour Einstein, l'existence d'un champ électrique obligeant le fluide à se déplacer à travers le fil.

« Les deux champs électrique et magnétique h et H , dit Langevin à son tour, dont l'éther peut être le siège et qui correspondent aux localisations d'énergie rappelées plus haut, ne sont pas indépendants l'un de l'autre et sont liés de telle façon que chacun d'eux ne peut exister seul qu'à condition de ne pas varier: toute variation dans le temps de l'un des deux champs entraîne la production de l'autre. La variation du champ magnétique dans une région donnée de l'éther produit un champ électrique dont les lignes de force tournent autour

¹ A. EINSTEIN et L. INFELD, *L'Evolution des Idées en Physique*, trad. par M. Solovine, ch. III, p. 133.

² *Ibid.*, p. 130.

³ *Ibid.*, p. 134.

de la direction dans laquelle le champ magnétique varie; c'est le phénomène d'induction statique ¹. »

« Corrélativement, la variation du champ électrique dans une région donnée de l'éther produit un champ magnétique dont les lignes de force tournent autour de la direction dans laquelle le champ électrique varie. C'est le phénomène primordial du courant de déplacement prévu par Maxwell et dont nous allons voir qu'on peut immédiatement déduire la loi du courant de convection vérifiée expérimentalement par Rowland, ainsi que la propagation des ondes électromagnétiques avec la vitesse de la lumière, vérifiée expérimentalement par Hertz ². »

« Tant qu'un centre électrisé reste immobile par rapport à l'éther, le champ électrique qui l'entoure reste invariable en tout point du milieu et, par conséquent, aucun champ magnétique n'est produit.

» Si, au contraire, un centre électrisé O de charge e est en mouvement (nous supposons tout d'abord ce mouvement rectiligne et uniforme), le champ électrique qu'il produit en un point fixe du milieu tel que A varie avec le temps; augmente quand le centre électrisé s'approche, passe par un maximum quand le centre passe par le pied de la perpendiculaire abaissée du point A sur la trajectoire, puis diminue quand le centre s'éloigne ³. »

C'est ainsi que s'exprimait Langevin en 1912, en admettant l'existence de l'éther qu'il supposait d'ailleurs continu et homogène ⁴.

« Il n'y a pas de courant électrique tant que le champ ne varie pas, si grande que soit son intensité. Mais un courant commence à traverser le contour fermé dès que le nombre des lignes passant à travers la surface limitée varie. Le courant est déterminé par la variation — quelle qu'en soit la cause — du nombre des lignes de force passant à travers la surface. Cette

¹ P. LANGEVIN, *La Physique depuis vingt ans*, ch. VII, § 6, p. 357. — « L'inertie de l'énergie et ses conséquences », *Journ. de Physique* (5), t. 3, 1913, p. 553.

² *La Physique depuis vingt ans*, ch. VII, § 6, p. 358.

³ P. LANGEVIN, *La Physique depuis vingt ans*, ch. II, p. 95.

⁴ *Ibid.*, p. 81.

variation du nombre des lignes de force est le seul concept essentiel pour la description qualitative et quantitative du courant induit ¹. »

Ainsi donc, pour Einstein comme pour Langevin, ce n'est pas le mouvement, mais c'est la variation d'une quantité ou d'un flux qui est la cause de la production du champ, mais cette image de la variation du nombre des lignes de force ne peut pas s'appliquer à un corps, tel que le disque dans les expériences de Rowland, la rotation d'un disque métallique uniformément chargé ne pouvant produire aucune variation du champ électrique autour de lui.

Dans les expériences où l'on fait simplement tourner un disque chargé, remarque avec raison Poincaré ², la répartition des charges demeure invariable, puisque chaque charge électrique en quittant un point de l'espace, y est immédiatement remplacée par une autre charge égale. Le champ électrique ne change pas par conséquent.

Eichenwald fait remarquer également que lorsqu'un disque tourne d'un mouvement uniforme autour de son centre de symétrie, le champ électrique est réparti autour de cet axe d'une manière symétrique. La rotation ne produit aucune modification dans cette répartition du champ qui ne varie pas par conséquent dans les conducteurs voisins ³.

« Revenons, poursuit Einstein, à la sphère électrique qui est restée jusqu'à présent au repos et supposons qu'elle commence à se mouvoir par suite de l'action de quelque force extérieure. La charge de la sphère se meut, signifie dans le langage du champ ceci: le champ de la charge électrique varie avec le temps. Mais le mouvement de cette sphère chargée est équivalent, comme nous le savons par l'expérience de Rowland, à un courant. En outre, tout courant est accompagné d'un champ électrique ⁴. »

¹ Albert EINSTEIN et Léopold INFELD, *L'évolution des idées en physique*, ch. III, pp. 136-137.

² W. POINCARÉ, « A propos des expériences de M. Crémieu », *Revue gén. des Sciences*, t. 12, 1901, p. 1004.

³ A. EICHENWALD, *Ann. der Physik*, p. 24.

⁴ EINSTEIN et INFELD, *ibid.*, p. 132-3.

Einstein, sous prétexte de décrire des expériences idéalisées, déforme les faits expérimentaux. Ce n'est pas le mouvement de translation d'une sphère chargée qui, dans les expériences de Rowland et de ses continuateurs — nous faisons abstraction ici de celles peu concluantes, d'Adams et de Wood, qui n'ont jamais été reproduites —, produit les effets magnétiques que nous connaissons, mais c'est la rotation d'un disque portant une charge uniformément répartie à sa surface. Où est, dans ces cas, la variation du nombre des lignes de force, la variation du champ autour de ce disque ? Nous avons démontré plus haut que la rotation d'une charge ainsi répartie ne peut pas provoquer une variation quelconque du champ autour de lui ; ce n'est donc pas la variation, mais c'est le mouvement qui est à l'origine du champ magnétique. Mais mouvement ou rotation par rapport à quoi ?

Rotation par rapport à l'éther, disait Eichenwald¹. Rotation par rapport à l'éther, répondent également les relativistes. Quel est donc l'éther des relativistes ?

« L'état mécanique d'un système de corps qui flotte librement dans l'espace vide dépend, non seulement de ses positions relatives (distances), et de ses vitesses relatives, mais encore de son état de rotation qui, du point de vue physique, ne doit pas être conçu comme un caractère appartenant au système en soi. Pour concevoir la rotation du système comme quelque chose de réel, ne fût-ce qu'au point de vue formel, Newton a objectivé l'espace. Par le fait qu'il place son espace absolu parmi les objets réels, la rotation par rapport à l'espace absolu devient aussi une réalité. Newton aurait pu aussi bien appeler son espace absolu éther ; ce qui importe principalement, c'est de supposer comme réel, à côté des objets accessibles à l'observation, un objet qui est inaccessible, afin de pouvoir regarder l'accélération ou la rotation comme quelque chose de réel². »

¹ A. EICHENWALD, *Ann. der Physik*, p. 421. — *Jahrb. Radioakt.*, p. 82. *Z. Phys.*, t. 4, p. 309.

² *L'éther et la théorie de la relativité*, par Albert EINSTEIN, traduction française par Maurice Solovine, Paris, Gauthier-Villars & C^{ie}, 1921, p. 11.

« L'éther de la théorie de la relativité générale est un milieu privé de toutes les propriétés mécaniques et cinématiques, mais qui détermine les phénomènes mécaniques (et électro-magnétiques) ¹. »

Ainsi l'éther d'Einstein, *privé de toutes les propriétés* mécaniques et cinématiques, détermine, c'est-à-dire *possède la propriété* de déterminer ces mêmes phénomènes mécaniques (et électromagnétiques)...

« S'il n'y a pas, au moins en mécanique, de translation absolue, il y a au contraire rotation absolue, comme en témoignent les effets de force centrifuge en statique et de force centrifuge composée en dynamique. Des expériences faites à l'intérieur d'un système matériel permettent de mettre en évidence un mouvement de rotation d'ensemble ². »

« On savait déjà, et la mécanique rationnelle rend parfaitement compte de ce fait, que des expériences de mécanique, sur les mouvements visibles, effectuées à l'intérieur d'un système matériel, ne permettent pas de mettre en évidence un mouvement de translation uniforme d'ensemble du système, mais permettent au contraire d'atteindre le mouvement de rotation par le pendule de Foucault ou le gyroscope. Autrement dit, au point de vue mécanique, la translation uniforme d'ensemble n'a pas de sens absolu, la rotation au contraire en a un ³. »

« C'est un fait que des expériences purement mécaniques effectuées à l'intérieur d'un système en translation uniforme ne peuvent pas déceler ce mouvement; autrement dit qu'il n'y a pas de mouvement de translation absolu ⁴. »

En discutant l'expérience de Sagnac, Langevin écrit encore: « Cette expérience optique du premier ordre s'apparente ainsi à l'expérience du pendule de Foucault ou à celle du gyro-

¹ *Ibid.*, p. 12.

² Paul LANGEVIN, *Le principe de relativité*, Etienne Chiron, éditeur, Paris, 1922, p. 8.

³ P. LANGEVIN, *La Physique depuis vingt ans*, ch. V, pp. 270-271. — « L'évolution de l'espace et du temps », *Revue de Métaphysique et de Morale*, t. 19, 1911, p. 466; *Scientia*, t. 10, 1911, p. 31.

⁴ P. LANGEVIN, *La Physique depuis vingt ans*, ch. VI, p. 308. — « Le temps, l'espace et la causalité dans la physique moderne », *Bull. Soc. française de Philosophie*, t. 12, 1912, p. 21.

scope et manifeste une fois de plus depuis Newton la possibilité de mettre en évidence le mouvement de rotation d'un système matériel par des expériences intérieures au système ¹. »

Ainsi donc, d'après Langevin, la rotation a un sens absolu précisément parce que l'on peut la mettre en évidence, sans avoir besoin de repères extérieurs, à l'aide d'expériences faites uniquement à l'intérieur du système, tandis qu'il n'en est pas ainsi du mouvement rectiligne et uniforme dont la mise en évidence exige un système de référence ou un repère extérieur, alors que d'après Einstein, la réalité du mouvement de rotation ne peut avoir de sens en l'absence de l'éther extérieur, auquel doit être rapporté la rotation absolue.

A propos de l'éther, Langevin déclare: « Mais il ne faut pas conclure pour cela, comme on l'a fait parfois prématurément, que la notion d'éther doit être abandonnée, que l'éther est inexistant, inaccessible à l'expérience. Seule une vitesse uniforme par rapport à lui ne peut être décelée, mais tout changement de vitesse, toute accélération a un sens absolu. En particulier, c'est un point fondamental dans la théorie électromagnétique que tout changement de vitesse, toute accélération d'un centre électrisé s'accompagne de l'émission d'une onde qui se propage dans le milieu avec la vitesse de la lumière, et l'existence de cette onde a un sens absolu; inversement toute onde électromagnétique, lumineuse par exemple, a son origine dans le changement de vitesse d'un centre électrisé. Nous avons donc prise sur l'éther par l'intermédiaire des accélérations, l'accélération a un sens absolu comme déterminant la production d'ondes partant de la matière qui a subi le changement de vitesse, et l'éther manifeste sa réalité comme véhicule, comme support de l'énergie transportée par ces ondes ². »

Avec ces réflexions sur le rôle de l'éther dans le repérage des mouvements accélérés, Langevin confirme Einstein, mais il se contredit lui-même puisqu'il disait le contraire à propos de l'expérience de Sagnac.

¹ P. LANGEVIN, *C. R. Acad. Sc.*, t. 173, 1921, p. 831.

² P. LANGEVIN, *La Physique depuis vingt ans*, ch. V, p. 289.

« S'il existe un éther immobile, fait observer fort à propos Chwolson, ou du moins un éther dont toute la masse stellaire se trouve en repos, le repos absolu et le mouvement absolu rectiligne et uniforme doivent exister aussi. Nous devons considérer comme en repos absolu un corps qui est fixe par rapport à l'éther; nous devons également regarder comme un mouvement absolu un mouvement rectiligne et uniforme par rapport à l'éther en repos.

» Si nous renonçons complètement à l'idée de l'existence du repos absolu et du mouvement absolu rectiligne et uniforme, nous sommes contraints de renoncer aussi à l'idée de l'existence de l'éther ¹. »

Enfin, Langevin et Einstein, cherchant à expliquer la propagation des ondes électro-magnétiques, la ramènent à la notion du champ variable et de l'accélération.

« Une particule électrisée, dont le mouvement n'est pas uniforme, qui subit une accélération, dit par exemple Langevin, émet une onde qui se propage autour d'elle dans toutes les directions avec la vitesse de la lumière ². »

Langevin ne précise pas ici, pas plus que dans le texte que nous avons cité plus haut, la forme de ce mouvement varié et il ne dit pas si c'est un mouvement de translation rectiligne ou circulaire ou bien une rotation; cette précision est cependant importante parce que, comme nous le montrerons plus loin, dans l'expérience de Rowland, dans laquelle il s'agit d'une rotation, — ce qui produit une accélération dirigée suivant le rayon du disque tournant, — il n'est nullement question d'émission d'ondes.

Pour Einstein cependant, c'est un mouvement pendulaire.

« Imaginons encore, dit-il, une expérience idéalisée. Une petite sphère chargée électriquement est forcée, par quelque influence extérieure, d'osciller rapidement et rythmiquement comme un pendule. En possession de la connaissance des

¹ O. D. CHWOLSON, *Traité de Physique*, traduit par E. Davaux, E. Cosserat et F. Cosserat, Paris, Librairie scientifique A. Hermann & Fils, 1914, t. 5, ch. V, § 2, p. 225.

² P. LANGEVIN, *La Physique depuis vingt ans*, ch. II, p. 110.

variations du champ, comment faut-il décrire en langage du champ tout ce qui se passe ici ?

» L'oscillation de la charge produit un champ électrique variable, qui est toujours accompagné d'un champ magnétique variable. Si l'on place dans le voisinage un fil formant un circuit fermé, le champ magnétique qui varie sera alors accompagné d'un courant électrique dans le circuit. Tout cela n'est qu'une répétition de faits connus, mais l'étude des équations de Maxwell nous permet de pénétrer plus profondément le problème de la charge électrique oscillante. Par une déduction mathématique des équations de Maxwell, nous pouvons découvrir le caractère du champ entourant une charge oscillante, sa structure près et loin de la source et sa variation dans le temps. Le résultat d'une telle déduction est l'onde électromagnétique. La charge oscillante émet de l'énergie radiante, qui se propage dans l'espace avec une vitesse définie; mais le transport d'énergie, le mouvement d'un état, sont les caractéristiques de tous les phénomènes ondulatoires ¹. »

Encore une fois Einstein déforme les faits. Ce n'est pas l'oscillation d'une petite sphère portant une charge invariable qui produit l'onde électro-magnétique, par suite de la variation, due au mouvement, du champ électrique autour d'elle, mais c'est la variation périodique de la charge de cette sphère, laquelle reste bien fixe, qui est à l'origine de l'onde en question.

En outre, il est bien remarquable qu'après avoir attribué la déviation de l'aiguille aimantée placée au voisinage d'un disque chargé en rotation à la variation du champ électrique autour de ce disque, Einstein introduit subrepticement, sous prétexte de charges en mouvement, la notion de la charge oscillante qui est à l'origine de l'émission des ondes hertziennes et il attribue cette émission à la même influence du champ électrique variable par l'effet du mouvement, alors que dans l'expérience de Rowland, à laquelle il donnait la même explication, il n'était nullement question de la production d'ondes électromagnétiques, de même qu'il n'est pas question de

¹ EINSTEIN et INFELD, *ibid.*, p. 144.

l'émission de telles ondes par l'électron dans la théorie de l'électron tournant.

Ce qui se propage dans le cas du rayonnement hertzien, c'est une véritable onde électromagnétique et non pas la simple variation périodique d'un champ qui s'étend au loin, à partir de son point d'origine, comme le laisse entendre le texte d'Einstein. D'après lui, il y aurait une analogie entre la production d'un courant d'induction dans un conducteur placé au voisinage d'un champ magnétique variable et la réception d'une onde électro-magnétique par un appareil placé bien loin du champ de l'appareil producteur de l'onde. Le champ s'étendrait alors sans interruption entre deux instruments extrêmement éloignés l'un de l'autre, dont le premier fonctionnerait comme la source et le second comme le récepteur de l'onde électromagnétique en question, et c'est la variation périodique de ce champ qui constituerait l'onde propagée. Un tel champ passerait donc inaperçu s'il restait sans variation et ne serait décelable que s'il variait.

En effet, ce qui se passe dans l'obtention des ondes hertziennes, c'est la production d'un champ magnétique variable autour d'un conducteur immobile chargé en faisant varier la charge de ce conducteur et avec elle, le champ électrique qui l'entoure. Mais nous avons vu qu'un champ magnétique prend également naissance lorsqu'on fait tourner autour de son axe ou qu'on déplace tout simplement par un mouvement quelconque ce conducteur, sans faire varier sa charge.

Rappelons que les expériences sur le mouvement des conducteurs chargés ayant été effectuées toujours au moyen des disques en rotation entre deux armatures fixes, l'effet du déplacement rectiligne d'une sphère chargée et isolée n'a jamais été vérifié.

« L'expression même de courant électrique impliquant l'idée d'un transport d'électricité, écrit Karpen, aurait pu conduire Rowland à tenter son expérience, dont il pouvait soupçonner le résultat par analogie et en dehors de toute théorie.

» Il n'en est plus de même si nous considérons, par exemple, une petite sphère électrisée en mouvement; nous ne trouvons

plus l'analogie de ce cas parmi les phénomènes de conduction qui nous sont familiers et nous serions embarrassés de prévoir, en dehors de toute théorie, quel sera l'effet magnétique d'une pareille sphère.

» La théorie de Maxwell permet, au contraire, de résoudre cette question ¹. »

Ainsi, tout le mal qu'on s'est donné pour vérifier cette importante prévision de la théorie de Maxwell n'a donc servi à rien, puisque les résultats obtenus par les expériences de Rowland et de ses continuateurs avec des disques ou des sphères chargés en mouvement ne sont pas valables pour le cas de la sphère isolée et l'existence d'un champ magnétique autour d'une sphère chargée se mouvant isolément reste toujours du domaine de l'hypothèse, à l'état d'une possibilité théorique, et non pas, comme le prétend Einstein (voir p. 207), comme un fait prouvé par l'expérience de Rowland.

A quoi donc devons-nous finalement rapporter le mouvement de nos conducteurs pour expliquer l'apparition du champ magnétique ? Est-ce, comme nous le disions tout à l'heure, par rapport à l'espace que ce mouvement a lieu ou à l'éther qui figure cet espace ? Mais nous introduisons ainsi le concept du mouvement absolu.

« Les phénomènes dont un système est le siège, disait Poincaré, semblaient devoir dépendre de la vitesse absolue de translation du centre de gravité de ce système, ce qui est contraire à l'idée que nous nous faisons de la relativité de l'espace. A la soutenance de M. Crémieu, M. Lippmann a mis cette objection sous une forme saisissante. Supposons deux conducteurs chargés, animés d'une même vitesse de translation. Ils sont en repos relatif; cependant, chacun d'eux équivalant à un courant de convection, ils doivent s'attirer, et on pourrait, en mesurant cette attraction, mesurer leur vitesse absolue. Non, répondent les partisans de Lorentz; ce que l'on mesurerait ainsi, ce n'est pas leur vitesse absolue, mais leur vitesse relative par rapport à l'éther, de sorte que le principe

¹ N. VASILESCO-KARPEN. *Ann. Chim. Phys.*, *ibid.*, § 53. p. 561.

de relativité est sauf¹. » Or, nous avons vu page 210 que, d'après ces mêmes partisans de Lorentz, il était impossible de déceler une vitesse uniforme par rapport à l'éther immobile, c'est-à-dire à l'espace.

Nous avons vu également dans les pages précédentes que les expériences de Rowland ont été faites, à de rares exceptions près, avec des disques chargés qui tournent entre deux armatures métalliques immobiles. Le rôle probable de ces armatures dans le phénomène a été bien discuté mais il n'a pas pu être définitivement éclairci². On a constaté que si l'on faisait tourner les armatures en même temps que le disque, on n'obtenait plus aucun effet magnétique³. Si le champ magnétique observé était dû au mouvement du disque par rapport à l'espace, ce mouvement existe toujours dans cette dernière expérience. Au contraire, le mouvement du disque relativement aux armatures est supprimé, puisque ces derniers tournent aussi en même temps que le disque. Il nous semble évident que le champ magnétique résulte du fait du mouvement du disque par rapport aux armatures immobiles. On peut penser certes que, les faces internes des armatures portant une charge égale et de signe contraire à celle du disque, l'absence d'effet lorsqu'on fait tourner les armatures avec le disque est dû à la production de deux courants en sens inverse qui se neutralisent mutuellement. Mais il est très probable que, selon la remarque de Righi⁴, cette charge induite des armatures suit celle du disque dans son mouvement, même lorsque les armatures restent immobiles. Nous avons vu, d'autre part, que si l'on fait tourner en sens inverse le disque et les armatures, l'effet devient deux fois plus considérable, car la vitesse relative du disque par rapport à son armature devient deux fois plus grande, alors que la vitesse par rapport à l'espace reste constante. Au contraire, lorsqu'on fait tourner deux disques en sens contraire, l'effet s'annule, car on provoque ainsi deux mouvements en

¹ H. POINCARÉ, *La Science et l'Hypothèse*, Ernest Flammarion, éditeur, ch. XIII, p. 280. — *Revue gén. des Sciences*, ibid., p. 1000.

² CRÉMIEU, *Annales*, loc. cit., p. 312.

³ N. VASILESCO-KARPEN, *Ann. Chim. Phys.*, ibid., § 56, p. 567.

⁴ A. RIGHI, *Phys. Zeitschr.*, t. 3, 1902, pp. 310, 409, 449.

sens inverse par rapport aux deux armatures fixes, de même qu'aussi par rapport à l'éther, ce qui produit deux courants en sens contraires qui se neutralisent ¹.

Le mouvement des disques à secteurs ou bien des sphères dans l'expérience d'Adams produit certainement un champ électrique variable, mais comme l'effet magnétique obtenu dans ces expériences est absolument identique à ceux obtenus avec des disques portant une charge continue et uniforme ², il est hors de doute que le phénomène observé n'est pas dû aux variations du champ électrique, mais bien au mouvement des charges par rapport à d'autres charges qui restent fixes (armatures ou autres parties immobiles) et l'effet magnétique provient, selon nous, de ce mouvement relatif des corps électrisés par suite d'un mécanisme comparable en quelque sorte au frottement.

Dans le cas des disques à secteurs métalliques isolés, la variation du champ électrique extérieur est due au passage alternatif des secteurs du disque mobile devant les secteurs alternativement conducteurs et isolants des armatures. Ces variations du champ donnent d'ailleurs naissance à des courants de conduction qui, suivant la remarque d'Eichenwald (Cf. p. 203) faussent le caractère des courants de convection purs, ce qui peut expliquer les irrégularités des résultats dans l'expérience d'Adams. Du reste, dans cette expérience comme dans certaines variantes de l'expérience de Rowland (cf. p. 201), l'absence des armatures fixes est compensée par d'autres parties métalliques immobiles, qui peuvent se charger par influence exactement comme les armatures.

Dans le cas des électrons, de même que dans l'expérience de Wood au moyen d'un flux de particules chargées (cf. p. 202), le mouvement de ces corpuscules, au moment de leur déviation dans le champ magnétique, n'a pas lieu relativement à des conducteurs immobiles comparables aux armatures dans l'expérience de Rowland. On sait cependant que le flux électronique est le mouvement d'ensemble d'une grande quantité

¹ F. HIMSTEDT, *ibid.*

² N. VASILESCO-KARPEN, *ibid.*, § 44, p. 541.

de sphères chargées et animées de vitesses très différentes. Le flux électronique se compose par conséquent du mouvement de milliers de sphères chargées qui se meuvent les unes par rapport aux autres, et l'effet magnétique est dû selon nous à ce mouvement relatif des corps électrisés, par suite d'un mécanisme comparable en quelque sorte au frottement. Sans cette explication, nous serions obligés de nous demander avec Vasilescu Karpen : « Si les lignes de force sont toutes entraînées quand le disque seul est en mouvement, pourquoi, ainsi que l'expérience le prouve, l'effet magnétique s'annule-t-il lorsqu'on fait tourner les armatures avec le disque et pourquoi ce même effet devient-il deux fois plus grand lorsque les armatures tournent en sens contraire du disque ? Qu'arrive-t-il avec les lignes de force dans ce dernier cas ? ¹ »

A la suite de Goudsmit et Uhlenbeck ² qui ont eu l'idée d'attribuer le moment magnétique de l'électron à sa rotation (spin), divers auteurs ont émis l'hypothèse que le magnétisme terrestre était dû également à son mouvement de rotation, à l'exclusion de son mouvement de translation.

Blackett en particulier ³, a relié le moment magnétique P d'un corps en rotation à son moment angulaire U , à la constante de gravitation G , à la vitesse de la lumière c et à un coefficient β sans dimension, qui est de l'ordre de l'unité.

La formule qu'il a trouvée ainsi, s'écrit :

$$P = \beta \frac{\sqrt{G} U}{c} .$$

D'après cette théorie, le champ magnétique doit diminuer avec la profondeur dans laquelle il a été mesuré, tandis qu'il doit au contraire augmenter si l'on attribue la cause du magnétisme au noyau terrestre.

¹ N. VASILESCO-KARPEN, *Ann. Chim. Phys.*, *ibid.*, § 56, p. 567.

² S. GOUDSMIT et G. E. UHLENBECK, *Nature*, t. 117, 1926, p. 264. — *Physica*, t. 6, 1926, p. 273.

³ P. M. S. BLACKETT, *Nature*, t. 159, 1947, p. 658. — *Philosoph. Mag.*, t. 40, 1949, p. 125.

Hales et Gough¹, en faisant des mesures à des différentes profondeurs, ont constaté cette diminution, en bon accord, au moins qualitatif, avec la théorie de Blackett, mais Chapman² estime que les résultats des mesures de ces auteurs ne sont pas à l'abri de la critique.

Fuchs, ainsi qu'Arley³ soulignent également les difficultés que soulève cette théorie. Arley fait observer notamment que la rotation ou le mouvement ayant lieu relativement à l'observateur, le champ magnétique constaté ne doit pas être le même pour deux systèmes d'axes, dont le premier est relié au corps en rotation, c'est-à-dire par rapport auquel le corps est au repos et dont l'autre n'est pas lié à ce corps qui se meut par conséquent relativement à ce deuxième système d'axes (mouvement de rotation).

La formule de Blackett, vérifiée empiriquement pour la terre, le soleil et l'étoile 78 Virginis, montre en somme que le rapport du moment magnétique P au moment de rotation U était, pour ces corps, sensiblement constant et égal au quotient de la racine carrée de la constante de la gravitation G par la vitesse de la lumière⁴.

Ce résultat, si frappant qu'il soit, fait remarquer avec raison Dauvillier⁵, est purement empirique et dénué, quant à présent, d'interprétation théorique.

La théorie de Blackett se rattache à une idée, exprimée depuis longtemps déjà par un certain nombre d'auteurs, idée qui voit une relation entre l'électromagnétisme et la gravitation. Dès 1891, Schuster (cité par Blackett) se demandait déjà si « Is every large rotating mass a magnet ? »

Swann développa cette question en 1912⁶, puis en 1927⁷ en proposant une théorie généralisée pour expliquer à la fois le magnétisme terrestre et la gravitation universelle et il essaya

¹ A. L. HALES et D. I. GOUGH, *Nature*, t. 160, 1947, p. 746.

² S. CHAPMAN, S. K. RUNCORN, *Nature*, t. 161, 1948, p. 52.

³ N. ARLEY, J. FUCHS, *Nature*, t. 161, 1948, p. 598.

⁴ H. Y. TZU, *Nature*, t. 160, 1947, p. 746. — A. DAUVILLIER, *C. R. Acad. Sc.*, t. 225, 1947, p. 839.

⁵ A. DAUVILLIER, *C. R. Acad. Sc.*, t. 225, 1947, p. 839.

⁶ W. F. G. SWANN, *Philosoph. Mag.* (6), t. 24, 1912, p. 80.

⁷ IDEM, *ibid.* (7), t. 3, 1927, p. 1088.

de vérifier sa théorie par l'expérience. Dans ce but Swann et Longacre ¹ ont fait tourner, à la vitesse de 200 tours par seconde, une sphère de cuivre de 10 cm de rayon. La théorie leur donnait une loi en $\rho\omega^4 r^4$, qui devait produire dans cette expérience un champ magnétique de $4,4 \cdot 10^{-3}$. Or ce champ ne s'est pas manifesté.

L'idée dominante de ces théories est que la rotation de toute masse, même non électrisée, doit nécessairement créer un champ magnétique ².

« Une masse en rotation, par le simple fait qu'elle est en rotation, dit Giau, engendre donc un champ magnétique ³. »

On attribue ainsi le magnétisme à la seule rotation d'une masse matérielle électriquement neutre ³, bien que ce processus soit contraire à l'électro-magnétisme et échappât à toute vérification expérimentale, comme le fait bien remarquer Dauvillier ⁴.

D'ailleurs Rowland lui-même pensait que le mouvement d'un conducteur non chargé à travers l'éther devrait produire un courant électrique et il espérait expliquer ainsi le magnétisme terrestre. Les expériences faites, sur son instigation, par Gilbert ⁵ et reprises ensuite par Lebedew ⁶, n'ont pas mis ce courant en évidence. Wilson ⁷ a repris plus tard cette idée en supposant que toute masse en mouvement, qui n'est forcément pas une rotation, mais une simple translation, engendre un champ magnétique. L'expérience tentée par lui, à l'aide d'une

¹ W. F. G. SWANN et A. LONGACRE, *Journ. of the Franklin Institute*, t. 206, 1928, p. 421.

² R. REULOS, *C. R. Acad. Sc.*, t. 226, 1948, p. 1433. — E. DURAND, *Cahiers de Physique*, janvier 1948, n° 31-32, p. 75. — C. SALCEANU, *C. R. Acad. Sc.*, t. 227, 1948, p. 624.

³ A. GIAU, *C. R. Acad. Sc.*, t. 225, 1947, p. 924; t. 226, 1948, pp. 1298, 645; t. 224, 1947, p. 1813; L. DÉCOMBE, *Ibid.*, t. 175, 1922, p. 872. — J. MARIANI, *Bull. Soc. Philomatique de Paris*, t. 125, 1944-45, p. 168; *C. R. Acad. Sc.*, t. 206, 1938, p. 1247; *Phys. Rev.*, t. 73, 1948, p. 78; *C. R. Acad. Sc.*, t. 218, 1944, p. 447.

⁴ A. DAUVILLIER, *ibid.*

⁵ N. E. GILBERT, *Philosoph. Magazine* (6), t. 3, 1902, p. 361.

⁶ P. LEBEDEW, *Ann. der Physik* (4), t. 11, 1902, p. 442.

⁷ H. A. WILSON, *Proceed. Roy. Soc. of London*, Serie A, t. 104, 1923, p. 451.

barre de fer flottante, pour déceler ce champ n'a pas donné non plus de résultat. Toutefois Prunier¹, sans connaître d'ailleurs ces résultats, est revenu récemment sur cette question, dans le cadre de la théorie hydrodynamique de l'éther développée par lui. D'après cet auteur, de même qu'on peut avoir du magnétisme sans électricité préalable, par mouvements de l'éther, dont la vitesse serait le potentiel vecteur, on pourra avoir aussi de l'électricité dynamique sans magnétisme préalable. Il est remarquable de constater à ce propos que le neutron, dont la charge électrique est nulle, possède un moment magnétique μ_g égal à

$$1,935 \frac{eh}{4\pi Mc},$$

M étant ici, la masse du neutron, ce qui pourrait être considéré comme une preuve en faveur de ces théories récentes sur l'origine du magnétisme.

Prunier considère que le moment magnétique total du proton provient de la superposition de deux moments, l'un μ_g d'origine gravo-magnétique, l'autre μ_e d'origine électromagnétique².

C'est au cours de cette étude que Prunier a donné, avant Blackett, la formule qui relie le moment magnétique P de la terre à son moment angulaire et à la constante de la gravitation³.

Le magnétisme des masses neutres aurait pu être attribué aussi à un effet résiduel, les électricités négative et positive contenues dans la terre, par exemple, ne se neutralisant pas d'une façon exacte (Swann). Selon Lebedew⁴, la rotation serait la cause de la libération de charges positives et négatives par action de la force centrifuge. Blackett faisant la critique de la théorie de Wilson, fait remarquer que si l'on admet pour la

¹ F. PRUNIER, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, Genève, 5^e période, t. 28, 1946, ch. I, p. 51, § XVIII; *Archives des Sciences*, Genève, t. 1, 1948, ch. VI, p. 66, § VI.

² F. PRUNIER, *Archives des Sciences*, *ibid.*, pp. 67, 68.

³ IDEM, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, *ibid.*, p. 51; *Archives des Sciences*, *ibid.*, p. 66.

⁴ P. LEBEDEV, *Ann. der Physik*, t. 39, 1912, p. 840.

rotation le pouvoir de provoquer la séparation des charges, il ne peut pas en être de même du mouvement rectiligne qui ne peut pas produire par conséquent d'effet magnétique.

Mais nous pouvons aller plus loin dans cette voie de la critique. En effet, l'expérience a bien prouvé l'apparition du champ magnétique au voisinage de charges électriques en rotation (expériences de Rowland et ses variantes), mais elle n'a pas pu mettre en évidence l'existence d'un tel champ autour d'un conducteur électriquement neutre et soumis à un mouvement de rotation rapide (expérience de Swann et Longacre). Si l'on objecte que l'absence d'effet dans ce deuxième cas est dû à ce que le champ qui doit faire son apparition étant trop faible, échappe à nos moyens de détection, on doit alors en conclure que la nouvelle théorie qui tend à unifier les causes des effets magnétiques observés, en généralisant cette propriété à toutes les masses, sans tenir compte de leur état électrique, ne se trouve pas vérifiée, puisqu'il faut alors reconnaître au moins deux causes aux effets magnétiques : 1^o les corps électrisés, dont le mouvement produit un effet magnétique sensible, et 2^o les corps neutres au point de vue électrique, dont le mouvement donne naissance à un effet magnétique trop faible pour être accessible à nos moyens de détection; or cette dualité d'origine est inadmissible pour un effet dont la nature ne comporte pas une telle distinction.

D'autre part, si le magnétisme de la terre ou de l'électron dans l'atome qui portent des charges électriques, est dû à leur mouvement de rotation seule, à l'exclusion de leur mouvement de translation, par suite de la présence de forces centrifuges ou d'autres forces analogues, telle que la gravitation et que, le mouvement de rotation a des propriétés telles qu'un corps, même électriquement neutre, peut devenir le siège de magnétisme, à cause de cette rotation (l'existence du moment magnétique du neutron semble pourtant donner raison à cette hypothèse), alors le mouvement rectiligne et uniforme de l'électron ne doit pas produire de champ magnétique, à moins d'admettre que les électrons conservent leur mouvement de rotation même en dehors de l'atome, lorsqu'ils sont à l'état libre. Nous savons en effet que le flux électronique est sensible à

la présence des champs magnétiques dans lesquels on le fait traverser.

Aux expériences inaugurées par Rowland se rattachent celles qui sont connues sous le nom d'expériences de Trouton et Noble et qui ont eu une vogue énorme dans la théorie de la relativité ¹.

Si un condensateur chargé est placé ayant ses plateaux parallèles à la direction du mouvement de la terre relativement à l'éther ou, ce qui revient au même, dans le sens du vent d'éther, et en supposant, selon la théorie de Maxwell, confirmée par l'expérience de Rowland, que la charge en mouvement produit un champ magnétique, alors le condensateur sera accompagné d'un champ magnétique perpendiculaire aux lignes de l'induction électrique et à la direction du mouvement. Si N est l'énergie électrostatique du condensateur, l'énergie magnétique produite, lorsque le condensateur se meut avec la vitesse ω à travers l'éther, en ayant ses plateaux parallèles au mouvement, a pour valeur $N (\omega/v)^2$, où v est la vitesse habituelle de la propagation. Mais lorsque les plateaux du condensateur sont perpendiculaires à la direction du mouvement, les effets des charges opposées se neutralisent mutuellement; il n'y a donc pas de champ magnétique. Ainsi, disent Trouton et Noble ², si nous avons un condensateur suspendu librement avec ses plateaux, faisant un angle φ avec la direction du vent d'éther, l'énergie magnétique sera $N (\omega/v)^2 \cos^2 \varphi$. Le couple qui tend à augmenter cet angle φ est $-dE/d\varphi$, ce qui fait $N (\omega/v)^2 \sin 2\varphi$. Or l'expérience réalisée par ces auteurs n'a pas révélé l'existence de ce couple. En analysant la théorie de cette expérience, Ferrier arrive d'ailleurs à conclure que l'existence d'un tel couple n'est nullement prouvée ².

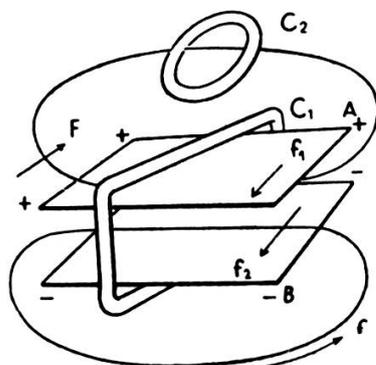
Mais nous pouvons continuer notre exposé et considérer par exemple un condensateur, dont les armatures A et B se

¹ TROUTON, *Philosoph. Transactions*, A, 1904, p. 165. — F. T. TROUTON et H. R. NOBLE, *Proceed. Roy. Soc. London*, t. 72, 1904, p. 132.

² R. FERRIER, *Revue gén. de l'électricité*, t. 23, 1928, p. 397.

déplacent dans leur propre plan et dans la direction de la flèche F avec une vitesse de 30 km à la seconde.

L'armature A , chargée positivement, donnera une nappe de courant de convection dirigée suivant la flèche f_1 ; l'armature



négative B , une nappe dirigée suivant f_2 . Ces deux nappes sont réunies par des courants de déplacement.

On aura ainsi l'équivalent d'un solénoïde produisant un champ magnétique figuré par deux lignes de force ayant la direction des flèches f .

Si les armatures sont distantes de 1 cm et le potentiel de charge de 20 000 volts, dit Vasilescu Karpen, auquel nous empruntons ces lignes ¹, le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde atteint 1/30 de la valeur du champ terrestre horizontal. Il semble donc qu'on puisse déceler ce champ soit directement, par l'aiguille aimantée, soit par des phénomènes d'induction.

Une spire, telle que C_1 ou C_2 , semble traversée par un flux magnétique qui, apparaissant ou disparaissant avec la charge du condensateur, produirait dans cette spire un courant d'induction.

La théorie de Larmor admet bien l'existence de ce courant, mais elle la considère tout à fait négligeable, le mouvement de la terre n'ayant tout au plus, sur le phénomène électrique, qu'une influence de l'ordre du carré de l'aberration ², tandis que Vasilescu Karpen démontre que, en réalité, cette quantité

¹ N. VASILESCO-KARPEN, *Ann. Chim. Phys.*, *ibid.*, § 57, p. 569.

² *Aether and Matter*, by Joseph LARMOR, Cambridge, 1900, ch. IV, § 40, p. 65.

d'électricité n'est pas petite, mais nulle ¹. « L'explication physique de ce fait assez curieux, dit-il, est la suivante: la spire conductrice se charge par influence et l'électricité induite en mouvement crée à travers la spire un flux magnétique, qui se trouve être égal et de signe contraire à celui produit par le reste des conducteurs.

» Le flux magnétique est également nul à l'intérieur des conducteurs et des enceintes métalliques fermées; l'aiguille aimantée, si elle est entraînée dans le mouvement général de translation, ne pourra donc pas, non plus, déceler le champ magnétique dont il s'agit ². »

Roentgen chercha bien à déceler ce champ des condensateurs par son effet sur l'aiguille placée à leur intérieur, mais il n'a pas pu observer un tel effet ³. Larmor explique cela en montrant que la charge induite développée sur l'aiguille est telle qu'elle annule totalement, par son mouvement, le champ magnétique produit par le mouvement du corps chargé. Qu'arriverait-il si, à la place de l'aiguille, on se servait d'une bobine d'induction tournant autour d'un axe perpendiculaire aux deux plateaux d'un condensateur plan ? D'après Swann ⁴, si l'espace compris entre les deux plateaux est homogène, c'est-à-dire de pouvoir inducteur spécifique constant, le flux à travers la bobine est constamment nul. Si au contraire une partie de l'espace entre les plateaux est remplie par exemple de paraffine et l'autre par l'air ou le vide, on doit observer un flux magnétique à travers la bobine, pourvu que le pouvoir inducteur spécifique soit une quantité continue dans le milieu auquel il se rapporte.

En citant plus haut Vasilescu Karpen, nous avons vu que d'après lui, si l'aiguille aimantée accompagne le condensateur dans son mouvement, elle ne décèlera rien du champ magnétique (résultat négatif de l'expérience de Roentgen). Or dans

¹ N. VASILESCU-KARPEN, *Ann. Chim. Phys.*, *ibid.*, p. 570-571, §. 57.

² *Ibid.*, p. 573.

³ W. C. ROENTGEN, *Sitzungsber.*, *ibid.*; *Wiedemann's Annalen*, *ibid.*, t. 35, p. 264.

⁴ W. F. G. SWANN, *Phil. Mag.* (6), t. 22, 1911, p. 150.

l'expérience de Rowland, lorsqu'on fait tourner le disque avec ses deux plateaux condensateurs, l'aiguille ne décèle rien non plus, bien qu'elle ne soit pas entraînée dans ce mouvement. Quelle différence peut-il y avoir entre ces deux expériences, dont la première porte sur un mouvement de translation rectiligne, et la seconde sur une rotation ? Y aurait-il dans le dernier cas, c'est-à-dire dans celui de l'expérience de Rowland, deux courants en sens inverse qui se neutraliseraient mutuellement ? Pourquoi alors ne serait-il pas de même dans le cas de Roentgen ? D'ailleurs dans cette conjoncture, l'expérience de Trouton et Noble eut été sans objet et l'explication relativiste de cette expérience inutile.

D'après la théorie, dans l'expérience de Rowland, il y aurait deux courants en sens inverse qui se ferment sur eux-mêmes à cause du mouvement de rotation, tandis que dans le cas de l'expérience de Trouton et Noble ou de celle de Roentgen, il n'y aurait qu'un seul courant allant d'un plateau à l'autre à travers le diélectrique, grâce aux courants de déplacement. A-t-on le droit d'admettre cette différence fondamentale entre les deux groupes d'expériences dont le principe est le même et le mode d'exécution est aussi à peu près identique, et qui donnent tous les deux le même résultat négatif. Pourquoi chercher alors deux explications différentes ?

Ces deux groupes d'expériences ont été conçues d'après les mêmes principes théoriques, c'est-à-dire celui de la production de champ magnétique par des charges ou des condensateurs chargés en mouvement. Or ils donnent des résultats identiques, en montrant l'absence de ce champ. Devons-nous essayer d'expliquer ces résultats de deux manières différentes, parce que dans l'un, l'effet magnétique attendu est dû à un mouvement de rotation qui, répétons-le, ne produit d'ailleurs aucune variation du champ électrique autour de lui et que dans l'autre, il est dû à un mouvement de translation rectiligne qui peut produire cette variation du champ électrique. Mais nous avons démontré que l'effet observé devrait être attribué uniquement au mouvement et non pas à la variation du champ ; la différence que l'on voulait trouver entre ces deux groupes d'expériences n'existe donc pas en réalité.

L'expérience de Trouton et Noble fut reproduite avec des moyens plus perfectionnés par Tomaschek¹ et Chase².

Tomaschek a répété cette expérience avec un dispositif qui devait lui donner une sensibilité 800 fois supérieure à celle de Trouton et Noble. Les expériences ont été réalisées au sommet de la Jungfrau (3457 m d'altitude) dans la première semaine d'avril 1926 et le résultat a été strictement négatif. Aucun effet, ni du premier ordre en v/c , ni du second ordre, n'a été observé.

L'appareil utilisé par Chase pourrait à son tour indiquer une vitesse relative de 4 km par seconde et là encore le résultat a été absolument nul.

La théorie de la relativité a essayé de donner de ces insuccès une explication où l'on invoque la contraction de Lorentz. Cette expérience d'ailleurs, avec celle de Michelson et Morley, a été considérée comme l'une des principales preuves en faveur de cette théorie³. Mais nous avons montré plus haut que l'expérience de Trouton et Noble était à rapprocher de celle de Rowland et que par conséquent l'explication donnée à cette dernière s'appliquait entièrement aussi à la première.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

L'expérience démontre la réalité du champ magnétique qui accompagne un corps chargé soumis à un mouvement de rotation. Mais, contrairement à ce que l'on affirme, ce champ magnétique n'est pas la conséquence d'une variation du champ électrique, dont le mouvement eut été la cause indirecte, mais uniquement du mouvement de la charge même. Ce mouve-

¹ R. TOMASCHEK, *Ann. der Physik* (4), t. 78, 1925, p. 743; t. 80, 1926, p. 509; t. 84, 1927, p. 161.

² C. T. CHASE, *Phys. Rev.* (2), t. 30, 1927, p. 516; t. 28, 1926, p. 378. — P. S. EPSTEIN, *Phys. Rev.*, t. 29, 1927, p. 753.

³ P. LANGEVIN, *C. R. Acad. Sc.*, t. 140, 1905, p. 1171. — M. LAUE, *Ann. der Physik* (4), t. 38, 1912, p. 370. — *La Théorie de la relativité*, par M. VON LAUE, traduite par Gustave Létang, Paris, Gauthier-Villars, éditeur, t. 1, ch. V, § 8, p. 145.

ment dont le résultat revêt plutôt le caractère d'un effet de frottement, a lieu, selon certains auteurs, par rapport à l'éther, mais on peut très bien le rapporter aussi aux parties fixes de l'appareil et en particulier aux armatures. En tout cas, puisque l'effet magnétique observé n'est pas dû à la variation du champ électrique, il n'a aucun rapport avec la propagation des ondes électromagnétiques. Au contraire, l'émission de telles ondes est provoquée par les variations périodiques d'un champ électrique, variations dans lesquelles le mouvement ne joue aucun rôle.

D'autre part, la théorie de la relativité, d'accord avec la théorie classique, maintient la distinction du mouvement rectiligne et uniforme et du mouvement varié ou accéléré. Avec une certaine apparence de vérité, elle fait aussi la distinction du mouvement relatif et du mouvement absolu.

Le mouvement relatif est celui d'un système dont l'état de mouvement n'est jamais révélé par une expérience quelconque intérieure à ce système. Pour le révéler nous avons besoin d'un repère extérieur ou d'un système de référence. C'est le cas des mouvements rectilignes et uniformes et encore dans ces cas on peut mettre l'existence du mouvement en évidence, sans jamais parvenir à déterminer par qui le mouvement est exécuté.

Il n'en est pas de même, d'après la théorie de la relativité, des mouvements accélérés. L'accélération a un sens absolu et les mouvements accélérés sont des mouvements réels et absolus, susceptibles d'être mis en évidence par des expériences physiques intérieures aux systèmes (pendule de Foucault, expérience de Sagnac). La relativité admet ensuite la nécessité de maintenir la notion d'éther. Il est donc naturel que l'on pense pouvoir déceler le mouvement de la terre relativement à l'éther à l'aide d'expériences analogues à celle de Michelson. Mais cette expérience ne donne pas la réponse cherchée. Si nous ne pouvons pas déceler le mouvement relatif par rapport à l'éther, par contre, nous avons absolument besoin de lui, selon la relativité, pour déceler le mouvement absolu, celui précisément qui, d'après le principe de la relativité même, pourrait très bien se passer de cet éther, pour nous révéler son existence (pendule

de Foucault). Nous avons cependant l'expérience de Rowland sur les effets magnétiques des courants de convection qui pouvait nous être utile pour mettre en évidence un mouvement absolu, rectiligne et uniforme, d'un système, au moyen d'expériences intérieures à ce système. Cette fois l'éther retrouve ses propriétés en tant que repère et la théorie admise répond que l'expérience de Rowland ne nous révèle qu'un mouvement relatif par rapport à l'éther. Mais nous savons que l'expérience de Trouton et Noble, qui est comparable à celle de Rowland, reste également muette à ce sujet. La théorie de la relativité cherche à voir dans ce résultat négatif l'effet de la contraction générale des dimensions dans le sens du mouvement, tandis que d'après nous, il n'y a aucune raison de séparer ce cas particulier de l'ensemble des résultats obtenus par les expériences faites à la suite de Rowland.

Il ressort enfin de cette enquête qu'il n'existe aucune base, ni expérimentale, ni théorique, nous autorisant à admettre l'existence d'une onde d'accélération qui a été à l'origine de la théorie quantique de l'atome de Bohr.
