

COLLECTION
DE
MÉMOIRES

RELATIFS A LA
PHYSIQUE,

PUBLIÉS PAR
LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE.

TOME II.

—
MÉMOIRES SUR L'ÉLECTRODYNAMIQUE.

PREMIÈRE PARTIE.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Augustins, 55.

—
1885

Notes relatives au Mémoire de M. Faraday.

[1] Cette succession d'attractions et de répulsions, lorsqu'on promène un fil conducteur vertical le long d'une aiguille aimantée suspendue par son centre, avait été observée par M. Oersted. Elle se déduit immédiatement, dans la théorie de M. Ampère, de la composition des forces qui résultent de l'action qu'exerce chaque élément des courants dont il admet l'existence autour des particules de cette aiguille, sur chaque élément du fil conducteur.

Quand on remplace, dans cette expérience, l'aimant par un conducteur plié en hélice, il est aisé de déduire, des formules données par M. Ampère, l'équation d'une courbe fermée, telle que le fil vertical exerce des actions contraires sur la moitié de ce cylindre la plus voisine, suivant qu'il est situé au dedans ou au dehors de cette courbe : on trouve ainsi qu'elle passe par les deux extrémités de l'hélice. Dans l'aimant, les courants, par leur action mutuelle, doivent se condenser vers son milieu, et la même courbe se change en une courbe peu différente qui passe par deux points situés à une petite distance des extrémités de l'aimant. Ces deux points sont ceux autour desquels tourne, en effet, le fil conducteur, dans l'expérience décrite ici par M. Faraday, conformément à la théorie de M. Ampère.

[2] L'action révolutive du fil conducteur et d'un aimant l'un autour de l'autre, que M. Faraday considère comme fait primitif dans tout ce Mémoire, ne suffirait pas pour soumettre les phénomènes au calcul; il faudrait qu'il eût déterminé, d'une manière précise, l'action qui a lieu entre chaque élément du fil et chaque particule de l'aimant. Si alors, comme le fait M. Wollaston, on suppose autour de tous les points du conducteur des courants électromagnétiques transversaux, on ne fait que déplacer l'hypo-

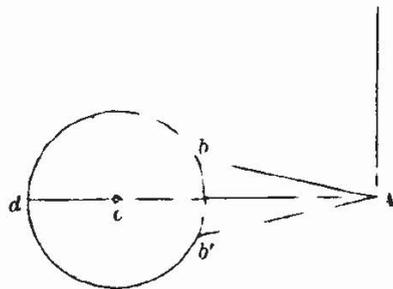
un petit cylindre de fer doux, autour duquel on verse du mercure, mais de manière que l'extrémité du cylindre dépasse un peu le niveau. Le bouchon supérieur porte un crochet auquel est suspendu, par une boucle, un petit fil rectiligne de platine, dont l'extrémité inférieure plonge dans le mercure. Quand on met l'appareil en communication avec une toute petite pile et qu'on approche un aimant de l'extrémité inférieure du morceau de fer doux, on voit le fil de platine prendre un mouvement rapide de rotation. (J.)

thèse de M. Ampère, en attribuant au fil conducteur ce que ce savant attribue à l'aimant, et réciproquement; alors l'effet produit reste le même, et, dans cette explication, comme dans celle de M. Ampère et dans toutes les autres, le mouvement circulaire et uniforme de l'aimant vertical et du fil vertical, l'un autour de l'autre, est toujours un fait composé résultant d'une multitude d'actions élémentaires.

Les attractions et les répulsions de deux fils conducteurs d'une longueur finie, découvertes par M. Ampère, ne sont pas non plus des faits simples; il nous semble qu'on ne peut donner ce nom qu'aux lois de l'action mutuelle, qu'il faut admettre entre deux points pour qu'il en résulte, entre deux assemblages d'une infinité de ces points, les phénomènes qu'ils nous présentent; dès lors, les faits simples ne peuvent être observés immédiatement, mais seulement conclus des observations à l'aide du calcul: c'est sous ce point de vue qu'on doit considérer les lois de l'action de deux petites portions de courants électriques, telles que les a données M. Ampère; elles sont confirmées, jusqu'à présent, par tous les phénomènes connus et, en particulier, par ceux que vient de découvrir M. Faraday.

[3] Ces mouvements circulaires s'expliquent facilement dans la théorie de M. Ampère. En effet, soit A (*fig. 17*) la projection

Fig. 17.

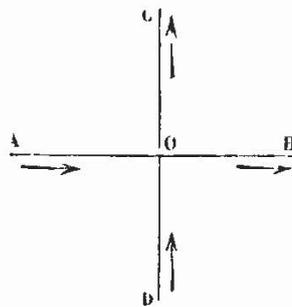


d'un fil conducteur vertical; dbb' le courant qui tourne autour d'une particule de l'aimant; si b et b' sont symétriquement placés, de part et d'autre, du plan vertical projeté en cA , un point quelconque du conducteur A éprouvera de b et b' des actions égales, mais en sens contraire; les composantes de ces actions, dans le plan vertical projeté en cA , se détruiront donc, et les composantes

horizontales perpendiculaires à ce plan s'ajouteront ; le fil A devra donc se mouvoir dans un cercle autour du centre c . Si maintenant on conçoit un aimant cylindrique et vertical, on voit aisément, par une composition de forces semblables, que la résultante des actions de chaque courant élémentaire tend à faire tourner le fil A autour de l'axe du cylindre. Ce premier mouvement expliqué, il est facile d'en déduire ceux d'un aimant autour d'un ou de plusieurs fils rectilignes, ou d'un fil plié en anneau, en spirale ou en hélice.

Quant au sens du mouvement, M. Ampère établit que deux courants AB et DC (*fig. 18*), dont les directions sont à angle droit,

Fig. 18.



et qui ont lieu dans le sens marqué par les flèches, s'attirent dans les angles BOC et AOD, où ils ont, suivant les côtés de ces angles, des directions semblables, et qu'ils se repoussent dans les angles AOC, BCD, où leurs directions sont opposées, puisque l'un parcourt un côté de l'angle en s'approchant du sommet de cet angle et l'autre en s'en éloignant (¹) ; d'où il suit que si, dans l'expérience de M. Faraday, le courant dans le fil conducteur va en s'éloignant des courants de l'aimant, ce fil doit être transporté dans le sens des courants. S'il va en s'en rapprochant, le fil doit se mouvoir dans la direction opposée aux courants de l'aimant, c'est-à-dire précisément comme l'a observé M. Faraday dans ces deux cas.

Dans toutes les hypothèses, si le fil se prolongeait de quantités égales au-dessus et au-dessous du milieu de l'aimant, il n'y aurait

(¹) Tout cela est d'ailleurs une suite nécessaire de la formule donnée par M. Ampère, dans le cahier du *Journal de Physique* du mois de septembre 1820 formule consignée dans les *Annales des Mines*, t. V, p. 550. (Voir p. 136.) (A.)

point d'action qui tendît à les faire tourner l'un autour de l'autre, toujours dans le même sens.

[4] Si M. Faraday, dans ce passage, entendait seulement que les attractions et répulsions des courants électriques sont des faits compliqués en tant qu'ils résultent d'une infinité d'actions entre toutes les parties infiniment petites de ces courants, il serait d'accord avec M. Ampère; mais il les regarde comme compliqués, sous un autre point de vue, parce qu'il prend l'action révolutive pour le fait primitif, et montre très bien que ces attractions et répulsions peuvent y être ramenées; mais nous venons de faire voir qu'en considérant, au contraire, comme fait primitif les attractions et répulsions entre les petites portions de courants électriques, d'après les lois données par M. Ampère, on en déduit immédiatement les mouvements circulaires des fils conducteurs et des aimants les uns autour des autres. La seule chose qu'on puisse en conclure, c'est que les faits qui, comme ceux dont il est ici question, s'expliquent également bien des deux manières, ne peuvent servir à résoudre la question. Nous nous bornerons à remarquer que toutes les actions qui produisent les autres phénomènes découverts jusqu'à ce jour, ont lieu entre deux points suivant la ligne qui les joint, comme les attractions et répulsions admises par M. Ampère, entre deux petites portions de courants électriques, et dont on peut déduire si facilement tous les faits électromagnétiques, y compris ceux dont M. Faraday vient d'enrichir la Science; en sorte qu'en adoptant la théorie de M. Ampère, ces faits rentrent dans les lois générales de la Physique, et qu'on n'est pas obligé d'admettre comme fait simple et primitif une action révolutive dont la nature n'offre aucun autre exemple, et qu'il nous paraît difficile de considérer comme tel.

[5] Cette expérience, où la masse entière d'un aimant est attirée par un fil conducteur dont la direction est perpendiculaire à la sienne quand son pôle austral est à gauche du courant électrique du fil et repoussée quand il est à droite, est due à M. Ampère, qui l'a communiquée à l'Académie des Sciences le 18 septembre 1820 [*Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, p. 200 (1)]. L'expli-

(1) Voir p. 42.

cation en est bien plus simple dans sa théorie, puisque cette attraction et cette répulsion sont celles de deux courants, l'un dans le fil et l'autre dans l'aimant, qui ont la même direction dans le premier cas et des directions opposées dans le second.

[6] Cette expérience ne diffère point de celle de M. Boisgiraud (*Annales*, t. XV, p. 284-286), que M. Ampère a citée [*Annales*, t. XV, p. 218⁽¹⁾] comme une confirmation remarquable de sa théorie, dont elle dérive immédiatement. Les expériences dues à M. de la Rive, dont l'auteur parle immédiatement après, sont également des conséquences nécessaires de cette théorie; elles en sont autant de preuves et ont été considérées comme telles par le savant physicien de Genève, dans une lettre qu'il écrivit à M. Ampère en lui envoyant ses appareils.

[7] Il faut en excepter M. Ampère, qui admet l'attraction entre les courants semblablement dirigés et la répulsion entre ceux qui le sont en sens contraire. Nous n'entrerons pas ici dans le détail des raisons par lesquelles il a cru pouvoir établir que, lorsqu'il s'agit des actions mutuelles de deux portions de fluide mues dans le même sens ou en sens contraire, l'attraction doit avoir lieu dans le premier cas et la répulsion dans le second.

[8] La grande intensité d'action d'une telle spirale est une des premières expériences de M. Ampère. Il a fait voir avec quelle énergie elle était attirée par le pôle d'un aimant.

[9] C'est un appareil de ce genre que M. Ampère a annoncé être encore plus identique à l'aimant que la simple hélice. Les expériences dans lesquelles il a imité l'aimant avec un fil conducteur plié en hélice et dont une partie revenait suivant l'axe de cette hélice ont été communiquées à l'Académie royale des Sciences, dans la séance du 6 novembre 1820.

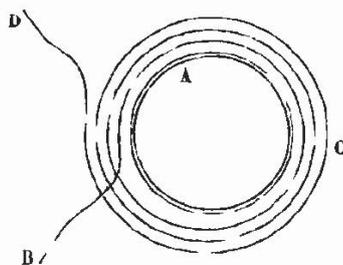
[10] Nous ne répéterons pas ce que nous avons dit de la concentration des courants vers le milieu de l'aimant, qui, dans la théorie de M. Ampère, est la cause de la différence entre la manière d'agir des hélices et des aimants, dont parle ici M. Faraday.

⁽¹⁾ Voir p. 53.

[11] Quand on suppose les courants dans l'aimant autour de son axe, l'analogie du cylindre creux avec l'hélice devrait être complète; mais si l'on admet, comme l'a fait M. Ampère dans un Mémoire lu à l'Institut en janvier 1821, que ces courants sont établis autour des particules des aimants, hypothèse qu'il annonçait dans ce Mémoire comme lui paraissant la plus probable (1), l'aiguille aimantée dans l'intérieur du cylindre creux se trouve toujours en dehors des courants, tandis que, dans l'hélice, elle leur est intérieure; ce qui doit produire les différences d'action qu'a remarquées M. Faraday.

[12] Il faudrait, pour produire des effets chimiques ou des effets de tension, pouvoir interrompre, par des liquides dans le premier cas, et par des substances isolantes dans le second, les courants établis dans l'aimant ou en exciter dans d'autres corps par l'influence de ces mêmes courants. Le premier moyen est impossible si, comme tout l'annonce, les courants existent autour des particules des aimants. M. Ampère a constaté l'impossibilité du second en suspendant à un fil très fin un cercle de cuivre A (*fig. 19*), dans l'intérieur et très près du contour d'une spirale

Fig. 19.



BCD de même métal, enveloppée de soie, dont les extrémités B

(1) Voir le compte rendu de ce Mémoire dans une Notice insérée dans le *Journal des Mines*, t. V, p. 535-558 (voir p. 140). Cette même hypothèse a reçu depuis un nouveau degré de probabilité par une expérience faite par M. Ampère, au mois de juillet 1821, et qui sera décrite dans la Note suivante; il en résulte que l'on ne peut point exciter le courant électrique par influence; ce qui a porté l'auteur à penser que les courants électriques existent, avant l'aimantation, autour des particules des corps susceptibles de magnétisme, mais qu'ils y existent dans toutes sortes de directions; ce qui fait que leurs actions sur des points situés hors de ces corps se détruisent mutuellement; ces actions ne se manifestent que quand on donne, par l'aimantation, des directions déterminées à ces courants. (A.)

et D communiquaient aux pôles d'une forte pile. Si un courant électrique s'était développé dans le cercle A, ce cercle aurait été attirable au moyen d'un fort aimant; or, il n'y a eu ni attraction ni répulsion. Ce fait vient à l'appui de l'opinion de M. Ampère sur la préexistence de l'action électromotrice et des courants électriques autour des particules des corps susceptibles de recevoir l'aimantation, courants qui ne produisent point d'action au dehors tant qu'ils existent dans toute sorte de directions, et qui n'en manifestent qu'après que, par l'aimantation, on leur a donné des directions parallèles, comme on dirige un circuit voltaïque mobile par un aimant ou un conducteur fixe. Ce n'est pas, au reste, que M. Ampère n'admette qu'il peut y avoir des compositions et des décompositions d'électricité produites dans un corps conducteur par l'influence de celles d'un conducteur voisin en communication avec les deux extrémités de la pile; mais, comme elles seraient alors précisément les mêmes que dans un espace semblable où il n'y aurait aucun corps pondérable, il n'en peut résulter des effets analogues à ceux d'un courant électrique dû à l'action électromotrice d'un élément voltaïque ou d'une particule d'aimant. Toute attraction ou répulsion produite entre deux corps par les courants électriques qui les parcourent exigent évidemment que les courants de chacun de ces corps soient produits par une cause qui réside en eux.

[13] La direction d'un conducteur mobile de fil de laiton que parcourt un courant électrique, par la seule action terrestre, n'est pas moins un résultat de l'expérience que de la théorie. Les expériences qui constataient cette découverte furent faites, par M. Ampère, au mois d'octobre 1820 et communiquées à l'Académie des Sciences le 30 du même mois. Ces expériences furent plusieurs fois répétées dans le courant de novembre, en présence d'un grand nombre de savants, entre autres, de MM. de Humboldt, Fourier, Delambre, Arago, Dulong, Vauquelin, Matthieu, de Bournon, Legendre, Chevreul, Beudant, etc., qui peuvent tous attester la vérité de ce fait. M. Dulong, faisant aux élèves de l'École Polytechnique une leçon sur ce sujet, le 21 décembre 1820, répéta lui-même devant eux celle où l'on fait tourner le conducteur mobile autour d'un axe vertical, pour imiter le mouvement en déclinaï-

son de l'aiguille aimantée; expérience très frappante par le peu de temps que met le conducteur à se porter dans un plan perpendiculaire au méridien magnétique, et qui aurait sans doute réussi partout où l'on a essayé de la répéter, si, au lieu de la tenter par d'autres moyens, on avait construit l'appareil très simple imaginé par M. Ampère et décrit dans le Cahier de septembre 1820 des *Annales*. M. Dulong employa l'appareil dont Ampère se servait depuis deux mois pour répéter cette expérience. Vers la même époque, M. Thillaye la fit aussi dans ses leçons au collège Louis-le-Grand. [*Voyez*, pour la description des appareils et des expériences, ainsi que pour celle d'un autre appareil avec lequel M. Ampère a montré, aux mêmes savants et à la même époque, l'inclinaison du circuit voltaïque par l'action du globe terrestre, les *Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, p. 191-195 (1)]. Nous ferons seulement remarquer que les mouvements correspondants à ceux de l'aiguille d'inclinaison, qu'on observe dans un circuit voltaïque de forme rectangulaire, suspendu comme l'est ordinairement cette aiguille, se trouvent décrits d'une manière incomplète dans l'endroit des *Annales* que nous venons de citer, mais qu'ils ont été exposés, avec tous les détails nécessaires, dans la *Bibliothèque universelle*, t. XVI, p. 113-114, art. 8.

[14] Le mouvement d'un fil conducteur, toujours dans le même sens, par la seule action du globe terrestre a été obtenu par M. Ampère au moyen de l'appareil représenté ici (*Pl. III, fig. 20 et 23*), et décrit dans ce Volume, p. 238; l'usage en est expliqué p. 241 (2).

(1) Voir p. 35.

(2) Voir p. 190.