

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

XXIX.

EXTRAIT D'UN MÉMOIRE SUR LES PHÉNOMÈNES ÉLECTRODYNAMIQUES;

PAR M.-A. AMPÈRE.

Présenté à l'Académie royale des Sciences (Institut de France), dans la séance du 22 décembre 1823 ⁽¹⁾.

M. Ampère, dès l'année 1820, avait communiqué à l'Académie la formule qui représente l'action de deux portions infiniment petites de fils conducteurs qu'il désigne sous le nom d'*éléments de courants électriques*, mais cette formule contenait un coefficient constant, dont il n'avait pas à cette époque déterminé la valeur. Ce coefficient est le rapport des actions qui s'exercent entre les

(1) Copie avec corrections et additions de la main d'Ampère, tirée de la collection appartenant à l'Académie des Sciences.

Le succès obtenu par Savary dans l'application de la formule élémentaire au calcul des phénomènes électrodynamiques ramena Ampère à l'idée entrevue dès l'origine et appliquée une première fois sans succès (voir la note de la p. 135), d'embrasser dans une même théorie mathématique tous les phénomènes de l'Électricité et du Magnétisme. On trouve dans ses papiers un grand nombre d'essais et de brouillons de Mémoires, la plupart inachevés, écrits dans la seconde moitié de l'année 1823 et témoignant de ses tentatives et de ses progrès successifs.

Les résultats définitifs de ces recherches ont été communiqués à l'Académie, dans les séances des 22 et 29 décembre 1823 et du 5 janvier 1824; ils ont été publiés dans le t. XXVI des *Annales de Chimie et de Physique*, p. 134 et 296, et dans un Opuscule qui, sauf l'addition de quelques notes, n'est qu'un tirage à part de l'article des *Annales*, et qui a pour titre : *Précis de la théorie des phénomènes électrodynamiques*, par M. AMPÈRE, pour servir de supplément à son *Recueil d'observations électrodynamiques* et au *Manuel d'Électricité* de M. Demonferrand; Paris, Crochard et Bachelier, 1824.

Nous n'avons pas jugé utile de reproduire ces divers essais, ni l'article des *Annales*, ni le *Précis*. Tout ce que contient le *Précis* se trouve reproduit textuellement dans le grand *Mémoire*, publié en 1826, dans la *Collection des Mémoires de l'Académie des Sciences* pour 1823, et qu'on trouvera au commencement du Volume suivant; tous les passages intéressants des essais, considérations générales, discussions, etc., ont été reproduits dans ce même *Mémoire*. L'extrait publié ici est surtout intéressant par les théories exposées dans le § VI, auxquelles il est fait plusieurs fois allusion par Ampère, soit dans le *Précis*, soit dans le grand *Mémoire*, et qui n'ont jamais été publiées

deux éléments supposés toujours à la même distance, dans les deux cas où ils sont, soit dirigés tous deux suivant la droite qui joint leurs milieux, soit tous deux perpendiculaires à cette droite et compris dans le même plan.

Le 10 juin 1822, il communiqua à l'Académie des expériences qui déterminent la valeur de ce coefficient, et qui complètent ainsi sa formule. Bientôt après, il en déduisit que, si un élément de courant électrique est soumis à l'action d'un système de courants formant des circuits fermés ou indéfinis dans les deux sens, la force qui en résulte pour mouvoir l'élément est perpendiculaire à la direction de cet élément. Elle ne l'est plus, d'après la formule de M. Ampère, lorsque les courants du système ne forment pas des circuits fermés ou indéfinis dans les deux sens, et c'est en effet ce que démontre l'expérience sur la rotation d'un cercle de cuivre autour de son centre, par l'action des courants électriques de l'eau acidulée où il est plongé, lorsque la direction du courant reste la même à tous les points de ce cercle, car des forces perpendiculaires à la circonférence d'un cercle et passant, par conséquent, par son centre ne peuvent tendre à le faire tourner autour de ce point. M. Savary (1) a, depuis, tiré de la même formule un grand nombre de conséquences également vérifiées par l'expérience et relatives à l'action qu'exercent des systèmes de courants fermés ou indéfinis dans les deux sens auxquels seuls ces conséquences sont applicables. M. Ampère a remarqué depuis qu'elles tiennent à ce que la résultante des forces exercées par ces systèmes sur un élément dans un plan passant par sa direction est, d'après sa formule, proportionnelle à la somme des aires correspondantes à tous les points du système, projetées sur ce plan et divisées chacune par le cube de la distance entre l'élément d'un

(1) Article XXVI, p. 338.

Les papiers d'Ampère témoignent maintes fois de l'importance qu'il attachait au travail de Savary. Dans un des fragments dont il est question dans la note précédente, daté du 24 novembre 1823 et dont l'original appartient à la Société française de Physique, on lit le passage suivant : « On connaît les travaux de MM. Demouffrand et Savary sur l'accord des résultats déduits de ma formule et de ceux que donne l'expérience; c'est surtout du travail plus complet de M. Savary que je me suis aidé dans ce Mémoire, et je dois déclarer que, sans ce secours, je n'aurais probablement pas pu tirer de ma formule toutes les conséquences que je me propose de faire connaître. »

des courants du système qui sert de base à cette aire et celui sur lequel il agit.

Cette remarque l'a conduit à des procédés de calcul très simples pour déterminer toutes les propriétés de l'action électrodynamique, et il en a déduit non seulement celles qu'avait obtenues M. Sayary, mais encore plusieurs autres, que l'expérience confirme également et dont la réunion forme une théorie complète, que M. Ampère expose dans les cinq premiers paragraphes de son Mémoire; le sixième a pour objet d'examiner la nature du courant électrique, la manière dont il est produit, soit par le contact de deux métaux d'espèces différentes, soit par la combinaison de deux substances dont les particules sont dans des états électriques différents, et les phénomènes qui dépendent de l'action chimique de l'électricité et de la production des courants électriques par l'influence d'autres courants, non seulement dans les métaux magnétiques, mais, en général, dans tous les corps soumis à cette influence.

I. M. Ampère cherche d'abord l'action d'un système de courants fermés ou indéfinis dans les deux sens, ce qui revient au même, sur un élément du courant électrique, et il trouve :

1° Que la résultante de toutes les actions exercées par les courants du système est perpendiculaire à l'élément, comme il l'avait déjà remarqué dans une Note lue à l'Académie le 24 juin 1822 ;

2° Que, si l'on suppose l'élément toujours situé à un même point donné de position à l'égard du système, qu'on lui donne successivement diverses directions dans un plan passant par ce point et également donné de position, et qu'on décompose la résultante en une force située dans ce plan et une force qui lui soit perpendiculaire, la première sera constante, quelle que soit la direction de l'élément, ce qu'on vérifie à l'égard du système que forment les courants de notre globe par une expérience décrite dans le Mémoire ;

3° Que cette composante est exprimée par le produit d'un coefficient constant et de la somme des projections sur le même plan des aires des secteurs infiniment petits, qui ont pour sommet le point où est situé l'élément et pour base les petits arcs des courants du système, divisés respectivement par les cubes des distances de ce point à chacun de ces arcs ;

4° Que pour un point donné de position à l'égard du système, il y a toujours un plan et un seul plan, dont la situation est indépendante de la direction de l'élément qu'on suppose placé à ce point, pour lequel la somme dont nous venons de parler est la plus grande possible;

5° Que, si l'on élève au point donné une perpendiculaire à ce plan, la même somme est nulle pour tout plan passant par cette perpendiculaire ;

6° Que, quelle que soit la direction de l'élément, si l'on mène un plan par cette perpendiculaire et par la direction de l'élément, la composante de la résultante dans ce plan est nulle, d'après ce qu'on vient de dire, et qu'ainsi cette résultante lui est perpendiculaire ;

7° Qu'elle l'est donc à la fois et à la direction de l'élément, comme on l'a déjà vu, et à celle de cette perpendiculaire. La résultante est donc dans le plan sur lequel cette dernière a été élevée, d'où il suit que la résultante est toujours comprise dans ce plan, que nous nommerons en conséquence *plan directeur de l'action électrodynamique au point donné*, ou, plus simplement, *plan directeur à ce point*; la perpendiculaire qui y est élevée sera désignée sous le nom de *normale au plan directeur* ;

8° Que la résultante est proportionnelle au sinus de l'angle formé par la direction de l'élément et la normale au plan directeur ; qu'elle est par conséquent nulle quand l'élément est dans la direction de cette normale et maximum quand il lui est perpendiculaire, c'est-à-dire quand il est situé dans le plan directeur ;

9° Que, pour trouver la composante dans un plan quelconque passant par la direction de l'élément, il faut multiplier l'action maximum qui aurait lieu si l'élément était situé dans le plan directeur par le cosinus de l'angle des deux plans ;

10° Que si l'on représente par A, B, C les sommes sur trois plans rectangulaires des projections des aires des petits secteurs dont le sommet est au point donné, divisées respectivement par les cubes des distances, l'action maximum est exprimée par le produit du coefficient dont nous avons parlé plus haut et de la quantité $\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}$, et celle qui a lieu dans un autre plan formant avec celui-là l'angle θ est comme $\cos \theta \sqrt{A^2 + B^2 + C^2}$.

II. M. Ampère calcule ensuite les trois intégrales A, B, C, dans le cas particulier où le système se réduit à un courant circulaire fermé, et fait voir que ces intégrales prennent des valeurs simples quand on suppose très petit le diamètre du cercle décrit par ce courant.

III. Les résultats obtenus dans les deux paragraphes précédents sont indépendants de l'exposant de la puissance de la distance de deux éléments de courants électriques à laquelle on suppose que leur action mutuelle est réciproquement proportionnelle quand on fait varier cette distance sans changer les directions des éléments ; ceux qui vont suivre n'ont lieu, au contraire, que quand la même action est, dans ce cas, en raison inverse du carré de la distance. Ces résultats appartiennent, la plupart, à M. Savary, qui les a le premier déduits de la formule de M. Ampère, dans un Mémoire imprimé en 1823, chez Bachelier, sous ce titre : *Application du Calcul aux phénomènes électrodynamiques*.

M. Ampère considère dans ce paragraphe l'action d'un système de courants circulaires d'un très petit diamètre décrivant des cercles égaux dans des plans équidistants normaux, à la ligne droite ou courbe qui passe par leurs centres ; la réunion des circonférences qu'ils décrivent détermine une surface connue des géomètres sous la dénomination de *surface canal*, ce qui a porté M. Ampère à nommer, pour éviter des circonlocutions fastidieuses, à désigner un tel système sous le nom de *solénoïde*, du mot grec *σωληνοειδής*, qui a la forme d'un canal. Le solénoïde peut être fermé, indéfini dans les deux sens, simplement indéfini, ou défini, suivant que la ligne qui passe par tous les centres des courants circulaires est fermée, s'étend à l'infini dans les deux sens ou dans un seul, ou se termine à deux points déterminés que nous nommerons, comme lui, du solénoïde, le solénoïde simplement indéfini étant considéré comme n'ayant qu'une extrémité.

1^o Si le système de courants électriques dont on a déterminé précédemment l'action sur un élément est un solénoïde fermé ou indéfini dans les deux sens, cette action devient nulle lorsque l'on prend un des nombres 2 et -1 pour l'exposant de la puissance de la distance à laquelle l'action mutuelle de deux éléments est réciproquement proportionnelle et elle ne peut l'être généra-

lement pour d'autres valeurs de cet exposant; comme des expériences directes prouvent qu'elle l'est effectivement, quelles que soient la forme et la grandeur des courants dont l'élément fait partie, et que, d'après l'expérience, cet exposant est positif et plus grand que 1, il en résulte nécessairement que cette puissance de la distance en est le carré.

2° Si le même système est un solénoïde simplement indéfini, la normale au plan directeur est la droite menée de son extrémité au point où est l'élément, en sorte que la force exercée par le solénoïde sur l'élément est à la fois perpendiculaire à cette droite et à l'élément, ce qui suffit pour en déterminer la direction.

3° Si l'on calcule dans ce cas la valeur de la quantité $\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}$, on trouve qu'elle est réciproquement proportionnelle au carré de la longueur de cette droite, d'où il suit que, quand l'élément lui est perpendiculaire, la force que le solénoïde exerce sur lui est en raison inverse du carré de la distance.

4° Dans toute autre direction de l'élément, la même force est, en outre, d'après ce qu'on a vu dans le premier paragraphe, proportionnelle au sinus de l'angle que forme cette direction avec la même droite menée de l'élément à l'extrémité du solénoïde.

5° L'action d'un solénoïde défini est la résultante des deux forces passant par l'élément, qui seraient produites par deux solénoïdes indéfinis, dont les courants seraient dirigés en sens contraires dans ces deux solénoïdes et qui auraient chacun son extrémité à une des extrémités du solénoïde défini; il suffira donc, pour avoir la direction et la grandeur de cette force, de déterminer ces deux composantes, d'après ce que nous venons de dire, et d'en conclure la direction et la grandeur de leur résultante.

M. Ampère examine ensuite la réaction d'un élément de courant électrique sur un solénoïde, qu'il suppose d'abord indéfini dans un sens, afin de n'avoir à en considérer qu'une extrémité; il cherche la valeur du moment de rotation qu'imprime cette réaction au solénoïde autour d'une droite quelconque passant par son extrémité, et conclut aisément de cette valeur celle de la somme des moments de tous les éléments d'un courant électrique d'une forme et d'une grandeur quelconques; il montre qu'elle ne dépend que de la situation des extrémités de ce courant, relativement à celle du solénoïde indéfini, et que la même somme devient nulle

quand il s'agit d'un courant fermé ou indéfini dans les deux sens, et par conséquent aussi d'un système de tels courants, quelles que soient d'ailleurs leur forme et leur grandeur. D'où il suit que la résultante des actions exercées par tous les éléments de ce système sur le solénoïde passe par l'extrémité de ce dernier. Les mêmes conséquences s'appliquent à un solénoïde défini, et il en résulte que l'action exercée sur ce dernier par le système dont nous parlons ne peut tendre à le faire tourner autour d'une droite passant par ses deux extrémités, ainsi que le montre l'expérience faite en substituant un aimant au solénoïde, cette sorte de rotation ne pouvant, comme on sait, s'obtenir qu'en faisant agir sur l'aimant un courant, dont une partie passe par cet aimant ou par un fil de cuivre lié invariablement avec lui, afin que, l'action de cette partie étant détruite par la réaction correspondante, le reste du circuit voltaïque agisse comme un courant non fermé.

IV. L'action exercée sur l'extrémité d'un solénoïde indéfini par un système de courants fermés ou indéfinis dans les deux sens, passant, d'après ce qu'on vient de voir, par l'extrémité du solénoïde, M. Ampère détermine la direction et la grandeur de cette action en considérant le plan directeur relatif à ce système, pour le point où est située l'extrémité du solénoïde, et il trouve :

1° Que cette action est dirigée suivant la normale à ce plan directeur;

2° Qu'elle est dans un rapport constant avec l'action que le même système exercerait sur un élément de courant électrique situé au même point que l'extrémité du solénoïde et dans le plan directeur, et que ce rapport, indépendant de la forme et de la grandeur des courants du système, est celui de la surface des cercles décrits par les courants du solénoïde, au produit de la distance de deux de ces cercles et de la longueur de l'élément.

Pour avoir l'action exercée sur un solénoïde défini, il suffit encore ici de le remplacer par deux solénoïdes indéfinis dont les courants soient dirigés en sens contraires, et qui se terminent chacun à une des extrémités du solénoïde défini; on a ainsi la grandeur et la direction des deux forces passant par ces extrémités, dont la réunion donne l'action totale exercée sur le solénoïde défini.

V. Lorsque le système qui agit sur le solénoïde indéfini est lui-même un solénoïde indéfini, il suffit d'appliquer ce qui a été dit dans le troisième paragraphe sur la direction de la normale du plan directeur, cette sorte de système et la valeur de la force qu'il exerce sur un élément situé dans ce plan, à ce qui vient d'être démontré à la fin du paragraphe précédent, pour en conclure sur le champ :

1° Que l'action entre deux solénoïdes indéfinis est dirigée suivant la ligne qui en joint les extrémités ;

2° Qu'elle est en raison inverse du carré de la distance de ces deux extrémités.

En substituant à deux solénoïdes définis des solénoïdes indéfinis équivalents, on en conclut immédiatement que leur action mutuelle se compose de quatre forces dirigées suivant les quatre droites qui joignent les deux extrémités de l'un aux deux extrémités de l'autre, que deux de ces forces sont attractives, les deux autres répulsives, et toutes quatre proportionnelles à une même quantité divisée respectivement par les carrés de ces quatre distances.

Pour justifier la manière dont M. Ampère a conçu les phénomènes dont nous parlons, il fallait montrer, en partant de la formule qui représente l'action mutuelle de deux éléments de courants électriques :

1° Qu'il y a une disposition qu'affectent ces courants avant l'aimantation et dans laquelle ils soient sans action sur d'autres éléments de courants, quelles qu'en soient les distances et les positions relatives. Nous avons vu au commencement du troisième paragraphe de ce Mémoire que c'est, en effet, ce qui résulte de ma formule, relativement à un solénoïde fermé et homogène, c'est-à-dire dont tous les courants circulaires sont de même grandeur, de même intensité et équidistants ;

2° Que, pour une autre disposition des mêmes courants, un certain système de très petits courants produisent des forces qui ne dépendent que de la situation de deux points déterminés de ce système, et qui jouissent relativement à ces deux points de toutes les propriétés des forces qu'on attribue à ce qu'on appelle des molécules de fluide austral et de fluide boréal, lorsqu'on explique par ces deux fluides les phénomènes que présentent les aimants,

soit dans leur action mutuelle, soit dans celle qu'ils ont sur un fil conducteur; en sorte que, quand deux systèmes de courants électriques ainsi disposés agissent l'un sur l'autre, il en résulte quatre forces, deux forces attractives et deux répulsives en raison inverse des carrés de leurs distances respectives, et dirigées suivant les droites qui joignent les deux points déterminés de l'un aux deux points déterminés de l'autre, et que l'action d'un de ces systèmes sur un élément de courant électrique se compose de deux forces perpendiculaires au plan passant par les deux mêmes points du système, en raison inverse des carrés des distances de ces points à l'élément et proportionnels aux sinus des angles que sa direction forme avec les droites qui mesurent ces distances. Tant qu'on attribue ces deux espèces de forces à des molécules d'un fluide austral et d'un fluide boréal, il est impossible de ramener à un seul principe ces deux espèces de forces; mais elles se déduisent toutes deux de sa formule, comme il résulte de ce que nous venons de trouver et de ce qui a été démontré dans le troisième paragraphe, lorsqu'on substitue à l'assemblage de deux molécules, l'une de fluide austral, l'autre de fluide boréal, un solénoïde homogène et non fermé, dont les extrémités, qui sont les deux points déterminés dont dépendent les forces dont il s'agit, soient situées précisément au même point où l'on supposerait placées les molécules pleines des deux fluides.

Il suit de là que tous les calculs, toutes les explications fondées tant sur la considération des forces attractives et répulsives de ces molécules en raison inverse des carrés des distances, que sur celles des forces révolutives entre une de ces molécules et un élément de courant électrique, dont je viens de rappeler la loi, telle que M. Biot l'a déduite de ses expériences, sont nécessairement les mêmes, soit qu'on adopte ma manière de concevoir les phénomènes produits par les aimants dans ces deux cas, ou l'hypothèse des deux fluides, et qu'ainsi on ne peut chercher dans ces calculs, dans ces explications, ni objections contre la théorie de M. Ampère, ni preuves en sa faveur. Ces preuves résultent surtout de ce qu'elle ramène à un principe unique trois sortes d'actions que l'ensemble des phénomènes prouve être dues à une cause commune, et qui ne peuvent y être ramenées autrement. En Suède, en Allemagne, en Angleterre, on a cru pouvoir les ramener au

seul fait de l'action mutuelle de deux aimants, telle que Coulomb l'avait déterminée ; le fait du mouvement de rotation continue est en contradiction manifeste avec cette idée. En France, ceux qui n'ont pas adopté sa théorie sont obligés de regarder comme indépendants les trois genres d'actions que j'ai ramenés à une loi commune.
.....(1)

On peut considérer chaque particule comme une petite pile de Volta, dont les courants, entrant par une extrémité de la particule et en sortant par l'extrémité opposée, reviennent à travers l'espace environnant à la première de ces deux extrémités, formant ainsi un solénoïde fermé, qui, d'après ce qui précède, ne peut exercer aucune action tant que tous ces courants sont de même intensité et équidistants, comme ils doivent l'être nécessairement avant l'aimantation de la particule. Lorsqu'un fil conducteur ou un barreau aimanté vient à agir sur ces courants, ils doivent être déplacés et s'accumuler en plus grand nombre sur le côté de la particule vers lequel ils sont portés par cette action ; alors on peut considérer le solénoïde hétérogène qui en résulte comme un assemblage de solénoïdes homogènes partiels, dont l'un soit fermé et ait pour intensité celle du solénoïde hétérogène au point où il en a le moins, et dont les autres ne soient pas fermés ; ces derniers agissent alors en produisant deux forces qu'on peut considérer comme émanant de leurs extrémités et identiques, dans tous les cas, à celles qu'on attribue aux molécules de fluide austral et de fluide boréal.

Mais ce qu'il faut surtout remarquer, c'est que ces points doivent nécessairement se disposer dans chaque particule, lors de l'aimantation, par l'action soit d'un fil conducteur, soit d'un aimant, de manière qu'en réunissant à un point quelconque de l'intérieur de ce corps les actions exercées sur les courants de la particule qui y est située, tant par le fil conducteur ou l'aimant qui agit du dehors que par les courants des autres particules du même corps, on trouve que la résultante de ces actions est nulle, puisque, tant qu'elle ne l'est pas, elle doit tendre à changer la situation des courants de la particule que l'on considère, et à distribuer par conséquent autrement les points dont nous parlons.

Ce principe, semblable à celui sur lequel M. Poisson a établi

(1) Il y a ici une lacune dans le texte, une page ayant été arrachée. (J.)

sa belle Théorie de l'Electricité, est encore celui qu'il applique à l'hypothèse de Coulomb sur les deux fluides magnétiques, dans le travail qu'il a annoncé à l'Académie le 8 septembre dernier, sur la distribution du magnétisme dans les corps qui en sont susceptibles, lorsqu'ils sont soumis à l'influence d'un aimant ou à celle du globe terrestre : on doit donc appliquer à ces formules ce que nous avons déjà dit de tout calcul fondé sur les lois d'après lesquelles on suppose que les molécules magnétiques agissent comme les extrémités des solénoïdes électrodynamiques doivent agir d'après la formule de M. Ampère, et les conséquences qui en ont été déduites dans ce Mémoire ; elles sont nécessairement communes aux deux manières de concevoir les phénomènes que présentent les aimants, et complètent également la théorie de ces phénomènes dans les deux hypothèses.

On peut dire cependant que deux circonstances des phénomènes magnétiques s'expliquent mieux quand on admet que ces phénomènes sont produits par des courants électriques, parce qu'elles sont des conséquences nécessaires de cette manière de concevoir l'action des aimants, et qu'elles obligent ceux qui veulent les expliquer, dans l'hypothèse des deux fluides, à joindre à cette hypothèse d'autres suppositions qui ne s'en déduisent pas nécessairement. La première de ces deux circonstances est la nécessité d'admettre, pour rendre raison des phénomènes, que les deux fluides magnétiques, quoique susceptibles de se séparer sans résistance dans les particules de certains corps, tels que le fer doux et le nickel, ne passent cependant jamais d'une particule à l'autre, et qu'il y a, par conséquent, toujours dans chaque particule des quantités égales de fluide boréal et de fluide austral ; la seconde est la différence d'intensité d'action de deux masses semblables des deux métaux que je viens de citer, lorsqu'ils sont rendus magnétiques par l'influence d'une même force, ce qui oblige d'admettre ou que les fluides auxquels le fer et le nickel doivent la propriété d'être susceptibles d'aimantation ne sont pas les mêmes dans ces deux métaux, ou qu'ils ne peuvent pas être séparés dans toute l'étendue de la masse de ces derniers, mais seulement dans des parties déterminées de cette masse. Il est évident que, quand on attribue les phénomènes magnétiques à des courants électriques propres aux particules des corps et auxquels

l'aimantation ne fait que donner une direction qui s'oppose à ce que la résultante de toutes leurs actions sur un point quelconque continue d'être nulle, comme je l'ai expliqué dans la lettre que j'écrivis à M. Van Beek, au commencement de l'an 1822 ⁽¹⁾, il s'ensuit nécessairement que les deux extrémités d'un petit solénoïde, qui agissent comme deux molécules, l'une de fluide austral et l'autre de fluide boréal, ne peuvent sortir de la particule où est ce solénoïde, et que l'intensité de l'action doit être différente dans différents corps, parce que l'intensité et le diamètre des courants circulaires produits autour des particules par une action électromotrice propre à ces particules doivent dépendre de la nature et de la grandeur des particules elles-mêmes.

Ce qu'il y a de plus remarquable relativement à cette force, tantôt attractive, tantôt répulsive, qui émane des conducteurs voltaïques, c'est que, quoique en remontant jusqu'à l'action simple de deux éléments; on trouve qu'elle agit, comme toutes les forces auparavant reconnues dans la nature, suivant la droite qui joint les milieux de ces éléments, on trouve, en même temps, qu'elle n'est pas, comme les autres, proportionnelle à une simple fonction de la distance; il s'agit ici de la conséquence nécessaire et immédiate d'un théorème rigoureusement démontré, comparé à un fait incontestable. Il est mathématiquement démontré que, tant que les forces élémentaires ne dépendent que des distances des points matériels entre lesquels elles s'exercent, les points matériels d'un système que ces forces mettent en mouvement ne peuvent tous revenir dans la même situation avec des vitesses plus grandes que celles qu'ils avaient en la quittant; or il est de fait que tous les points matériels d'une portion non fermée du fil conducteur sur laquelle agit une autre portion du même circuit reviennent exactement dans la même situation relativement à tous les points de cette dernière, et qu'ils y reviennent en vertu des forces élémentaires qui s'exercent entre les uns et les autres, quand le courant électrique est établi dans le circuit avec une vitesse de plus en plus grande à chaque révolution, jusqu'à ce que les frottements et la résistance de la portion liquide du circuit mettent un terme à l'accroissement indéfini de cette vitesse: rien ne manque donc à

(1) *Ann. Chim.* XVII, p. 212.

la démonstration complète, qu'il existe dans la nature inorganique, entre les portions infiniment petites des fils conducteurs de l'appareil voltaïque, une force élémentaire qui n'est pas fonction de la seule distance des particules entre lesquelles elle s'exerce, mais qui dépend encore des directions suivant lesquelles se fait dans ces particules la réunion ou la séparation des deux fluides électriques dont cette force émane. On voit, par ma formule, comment elle dépend des directions dont il est question, parce que cette formule contient la seconde différentielle de la racine carrée de la distance des deux particules, et que cette seconde différentielle dépend elle-même de ces directions.

Les époques où l'on a ramené à un principe unique des phénomènes considérés auparavant comme dus à des causes absolument différentes, ont été presque toujours accompagnées de la découverte d'un grand nombre de nouveaux faits, parce qu'une nouvelle manière de concevoir les causes suggère une multitude d'expériences à tenter, d'explications à vérifier; c'est ainsi que la démonstration donnée par Volta de l'identité du galvanisme et de l'électricité a été accompagnée de la construction de la pile, et suivie de toutes les découvertes qu'a enfantées cet admirable instrument. A en juger par les résultats si inattendus des travaux de M. Becquerel sur l'influence de l'électricité dans les combinaisons chimiques, et de ceux de MM. Prévost et Dumas sur les causes des contractions musculaires, on peut espérer que tant de faits nouveaux découverts depuis quatre ans, et leur réduction à un principe unique, aux lois des forces attractives et répulsives observées entre les conducteurs des courants électriques, seront aussi suivis d'une foule d'autres résultats qui établiront, entre la Physique d'une part, la Chimie et même la Physiologie de l'autre, la liaison dont on sentait le besoin sans pouvoir se flatter de parvenir de longtemps à la réaliser.

VI. Après avoir ainsi complété, dans les cinq premiers paragraphes de ce Mémoire, la partie mathématique de la théorie électrodynamique, M. Ampère s'occupe, dans le sixième, de la partie physique de la même théorie, et il examine diverses questions qui en dépendent; il avait depuis longtemps réuni les principaux matériaux de ce paragraphe, dont il se proposait alors de faire le prin-

cipal objet d'un Mémoire particulier ; nous ne pouvons indiquer ici que d'une manière très succincte l'objet de cette partie de son travail ; il s'est particulièrement occupé :

1° De la nature du courant électrique, d'après la manière dont les physiciens conçoivent les phénomènes relatifs à l'électricité en général, comme produits par la séparation de deux fluides de nature opposée, dont la réunion forme le fluide neutre répandu universellement dans l'espace, et des compositions et décompositions continuelles de ce dernier fluide qui doivent en résulter à tous les points de ce qu'on est convenu de nommer *courant électrique* ;

2° De la nécessité, d'après l'attraction mutuelle des deux électricités, et la répulsion des molécules électriques semblables, que ces compositions et décompositions se propagent dans le fluide neutre environnant, suivant des directions perpendiculaires à celle de la propagation de cette sorte d'influence, précisément comme les travaux de M. Fresnel sur la Lumière ont prouvé que le sont les mouvements du fluide répandu dans l'espace d'où résultent la lumière et la chaleur, mouvements qui rentreraient ainsi dans l'ensemble des phénomènes produits par les deux fluides électriques. J'ai déjà indiqué cette manière de concevoir les choses aux pages 172 et 173 de mon *Recueil d'observations électrodynamiques* ⁽¹⁾, mais sans entrer dans aucun des détails qui auraient été nécessaires pour la développer ;

3° De la théorie de l'action chimique de l'électricité dont j'ai exposé les bases aux pages 174, 175, 176 et 177 du même Ouvrage ⁽²⁾, et qui est fondée sur ce que, les propriétés chimiques des particules des corps se retrouvant toujours les mêmes, quelles que soient les combinaisons où elles soient entrées, et dont on les ait dégagées, on ne peut attribuer ces propriétés à leur état électrique, à moins qu'on n'admette que cet état ne change jamais, et qu'ainsi une particule d'oxygène, par exemple, ne cesse jamais d'être dans un état électronégatif. Mais alors, d'après les lois de l'action mutuelle des corps électrisés dans l'état de tension, l'électricité négative de cette particule doit décomposer le fluide neutre environnant, repousser le fluide négatif qui en fait partie et s'envelopper d'une

(1) Voir la Réponse à Van Beck, p. 216.

(J.)

(2) Pages 217 et suivantes du présent Volume

(J)

sorte d'atmosphère d'électricité positive, jusqu'à ce que l'action de celle-ci s'oppose à toute décomposition ultérieure du fluide neutre, précisément comme il arrive à la surface extérieure d'une bouteille de Leyde, quand sa surface intérieure est électrisée négativement; de même, si une particule d'hydrogène est toujours et essentiellement dans l'état positif, elle doit être entourée d'une atmosphère d'électricité négative. La même chose doit se dire des particules de tous les corps simples ou composés, et suivant qu'une de ces dernières contient des nombres de particules simples, tels que l'électricité négative ou l'électricité positive se trouve en excès, elle doit, dans le premier cas, s'entourer d'une atmosphère positive et se porter, comme l'oxygène, du côté positif de la pile, et, dans le second, s'entourer d'une atmosphère négative et se porter du côté négatif comme l'hydrogène.

Lorsque deux particules sont ainsi dans deux états électriques différents, elles tendent à s'unir quand elles sont à une assez petite distance l'une de l'autre pour que les portions les plus voisines des deux atmosphères se trouvant en contact se réunissent en partie en reproduisant du fluide neutre, parce qu'alors elles ne repoussent plus autant chacune la particule opposée que les deux particules ne s'attirent entre elles. Lorsque ces particules s'unissent ainsi, il y a combinaison chimique, et la particule qui résulte de cette combinaison, n'ayant plus qu'une tension égale à la différence des tensions des particules élémentaires dont elle est composée, n'a besoin que d'une atmosphère électrique de l'espèce opposée, en sorte que l'atmosphère la moins intense, devenant entièrement libre ainsi qu'une partie équivalente de l'atmosphère opposée, le courant électrique qui s'établit alors dans un fil métallique joignant les deux particules, doit aller de l'atmosphère positive à l'atmosphère négative, c'est-à-dire de l'acide à l'alcali, comme l'a trouvé M. Becquerel.

Au contraire, dans le cas où les deux particules de natures électriques différentes, dont les atmosphères sont en contact, ne peuvent se rapprocher et se combiner, parce qu'elles font partie de corps solides, tels qu'une lame de cuivre et une lame de zinc, M. Ampère montre, dans son Mémoire, que le courant doit aller en sens contraire, comme on sait que cela a lieu dans la pile de Volta: ainsi disparaît l'opposition jusqu'à présent inexplicquée que

présente le sens du courant dans ces deux cas. Je fais voir à ce sujet que l'action électromotrice qui a lieu au contact de deux métaux ne consiste pas, comme on le croyait, dans une décomposition, mais dans une composition de fluide neutre résultant de la réunion de deux parties des atmosphères électriques en contact, et que la décomposition correspondante a lieu dans le fil conducteur. C'est le contraire de ce qui se passe dans ce fil lorsqu'il y a combinaison chimique.

Dans le cas où un acide touche un métal, les deux sortes d'actions ont lieu, et l'on n'observe que la différence des phénomènes qu'elles produiraient séparément. C'est à cette cause qu'on doit peut-être attribuer les résultats très singuliers, observés par M. Becquerel, quand on fait agir deux acides de forces différentes sur un même métal ou un même acide sur deux métaux différents.

De nouveaux faits, qui viennent d'être découverts par cet habile physicien, sont expliqués par M. Ampère à la fin de son Mémoire; ces faits sont relatifs à la production, par influence, de courants électriques autour des particules de tous les corps, même les moins conducteurs de l'électricité, courants que M. Ampère avait obtenus seulement dans un cercle de métal (1). Il montre que ces faits, extrêmement remarquables, se lient à tous les autres et fournissent encore de nouvelles preuves de la manière dont il a considéré l'action des conducteurs voltaïques et des aimants.

(1) *Recueil d'observations électrodynamiques*, p. 285, 286, 321 et 322, dans l'extrait d'un Mémoire lu à l'Académie des Sciences, le 16 septembre 1822. (A.)
Voir les art. XVII, XXIV et XXV.