BULLETIN DES SCIENCES,

PAR

LA SOCIÉTÉ PHILOMATIQUE DE PARIS.

ANNÉE 1824.

PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE PLASSAN, RUE DE VAUGIRARD, N° 15,

DERRIÈRE L'ODÉON.

Digitized by Google

biles, anticæ, longitrorsùm dehiscentes. Rudimentum pistilli terminale. Fem. *Calyx masc. Gynophorum* o. *Petala infra ovaria inserta. Glandulæ* o. *Stylus profundissimè* 3-*partitus; divisuris flabellato-multipartitis, omninò stigmaticis? Ovarium sessile,* 3-*loculare, loculis* 3-*spermis : ovula in angulo interiore suspensa. Capsula* 3-*cocca.*

22. Caperonia cordata, *caule basi sublignoso, simplicissimo, hispido-aculeato; foliis ovatis, basi cordatis-spinuloso-serratis, hispidulo-pilosis; petalis obcordatis.*

23. Caperonia linearifolia, *caule suffruticoso; simplici, aculeato simulque piloso; foliis linearibus, acutis, argutissimè serratis, utrinquè parcè aculeatis, pilosis; petalis obovato-cordatis, obtusissimis.*

Extrait d'un Mémoire sur les phénomènes électro-dynamiques; par M. Ampère : *présenté à l'Académie des sciences, dans sa séance du 22 décembre 1823.*

Physique.

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 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 complétaient 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 cesse de l'être, d'après la formule de M. Ampère, lorsque les courants du système ne forment pas des circuits formés 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 dont les directions passent par conséquent par son centre, ne peuvent tendre à le faire tourner autour de ce point. M. Savary a ensuite tiré de la même formule un grand nombre de conséquences également vérifiées par l'expérience, et relatives à l'ac-

Digitized by Google

tion 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 et projetées sur un plan passant par la direction de cet élément, 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 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 électro-dynamique, et il en a déduit non-seulement celles qu'avait obtenues M. Savary, 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. On peut voir dans les *Annales de chimie et de physique*, tome XXV, page 89, quelques-uns des résultats que M. Ampère déduit, dans ce paragraphe, de la manière dont il a expliqué, pages 173-177 de son recueil d'*Observations électro-dynamiques*, l'action chimique de l'électricité; nous ne nous proposons ici que de rendre compte des cinq premiers paragraphes; nous nous bornerons même à énoncer les différents théorèmes qui y sont contenus, et dont on peut voir les démonstrations dans le cahier de juin 1824, des *Annales de chimie et de physique*, tome XXVI, page 136-162, ou dans le *Précis de la théorie des phénomènes électro-dynamiques* que M. Ampère vient de publier, et qui se trouve chez Crochart, libraire, rue du Cloître-Saint-Benoît, n° 16, et chez Bachelier, libraire, quai des Augustins, n° 55.

§. Ier. 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 de 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 que l'élément, toujours situé à un même point donné de position à l'égard du système, prenne 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 ce Mémoire.

Digitized by Google

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, divisées 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 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°. Quelle 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 électro-dynamique 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 à son 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 $\sqrt{A^2 + B^2 + C^2} \cos \theta$.

§. 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.

Digitized by Google

§. III. Les résultats obtenus dans les 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. C'est M. Savary qui a le premier déduit la plupart de ces derniers résultats de la formule de M. Ampère, dans un Mémoire imprimé, en 1823, chez Bachelier, libraire, quai des Augustins, n° 55, sous ce titre : *Application du calcul aux phénomènes électro-dynamiques.*

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 de géomètres sous la dénomination de *surface canal*, ce qui a porté M. Ampère, pour éviter des circonlocutions fastidieuses, à désigner un tel système sous le nom de *sélénoïde*, du mot grec σωληνοειδης, 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 fermé, 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 les extrémités du solénoïde, le solénoïde simplement indéfini étant considéré comme n'ayant qu'une extrémité.

1°. Si le système de courants électriques dont on a déterminé précédemment l'action sur un élément est un solénoïde fermé, 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, elle l'est seulement dans le premier cas pour un solénoïde indéfini dans les deux sens, et elle ne peut l'être généralement 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 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

Digitized by Google

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 contraire 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 ses 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 celui de la somme des moments de tous les éléments d'un courant électrique d'une forme et d'une grandeur quelconque; il montre qu'elle ne dépend que de la situation des extrémités de ce courant relativement à celle du solénoïde, 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 :

Digitized by Google

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 de 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.

En concevant dans les particules des corps aimantés de petits solénoïdes électro-dynamiques dont les extrémités se trouvent aux points où l'on suppose placées, dans l'hypothèse des deux fluides magnétiques, les molécules de fluide austral et de fluide boréal ; il suit de ce dernier résultat, et de ce qui a été dit plus haut relativement à l'action mutuelle d'un solénoïde et d'un élément de courant électrique, que celle de deux aimants et celle d'un fil conducteur sur un aimant, sont identiquement les mêmes, soit qu'on les attribue à des courants électriques ou à deux fluides dont les molécules agissent les unes sur les autres, comme on le suppose dans la théorie de Coulomb, et exercent, en outre, sur un élément de courant électrique, l'action dont M. Biot a déterminé la valeur, et qu'il a considérée comme élémentaire. Tout calcul, toute explication, fondés,

Digitized by Google

soit sur la loi de Coulomb, soit sur la valeur de la force révolutive donnée par M. Biot, sont donc nécessairement communs à la théorie de M. Ampère, avec cette différence, que quand on l'adopte, ces deux lois, qu'on ne peut ramener d'aucune autre manière à un même principe, deviennent deux corollaires de sa formule, formule qui ramène encore à ce principe unique tous les phénomènes produits par l'action mutuelle de deux fils conducteurs, tandis que les physiciens qui n'admettent pas cette théorie, ne peuvent se dispenser d'attribuer ces derniers phénomènes à une troisième sorte de force tout-à-fait différente des deux autres.

C'est cette réduction des trois genres d'action qu'on observe dans ces trois cas, à un seul, que M. Ampère regarde comme la preuve la plus irréfragable de son opinion sur la constitution des aimants, puisqu'il est bien démontré que la même réduction est impossible dans toutes les théories qu'on a opposées à la sienne.

Des actions électro-motrices de l'eau et des liquides en général sur les métaux, et des effets électriques qui ont lieu, 1° dans le contact de certaines flammes et des métaux, 2° dans la combustion; par M. BECQUEREL.

(*Extrait du Mémoire lu à l'Académie royale des Sciences, le 5 juillet* 1824.)

PHYSIQUE.

L'AUTEUR commence par indiquer les causes qui l'ont empêché jusqu'à présent d'observer de très-faibles tensions électriques, surtout celles qui ont lieu dans le contact de l'eau et des métaux; il indique dans ce Mémoire le procédé suivant : Une capsule en bois ou en porcelaine est posée sur le plateau supérieur d'un condensateur excessivement sensible; en y versant un liquide quelconque, elle acquiert bientôt une faculté conductrice suffisamment grande pour transmettre au plateau l'électricité qu'elle reçoit; mais comme il arrive quelquefois que cette même capsule exerce une action électro-motrice, très-faible à la vérité, sur le métal, on la détruit, en touchant le plateau inférieur avec une autre capsule de même nature. Les choses étant ainsi disposées, et après avoir pris toutes les précautions qu'exigent de telles expériences, on plonge différents métaux dans l'eau de la capsule : on trouve alors que le fer, le zinc, le plomb, etc., prennent l'électricité négative, tandis que le platine, l'or, l'argent, etc., s'emparent de l'électricité positive. Ainsi l'eau dans son contact avec les métaux non oxidables, se comporte de la même manière que les acides dans leurs contacts avec les alcalis, lorsqu'il n'y a pas action chimique.

M. Becquerel a montré ensuite que le platine et l'or plongés préalablement dans l'acide nitrique et lavés ensuite, acquéraient alors des effets

Digitized by Google