

MÉMOIRE

Sur la Détermination de la formule qui représente l'action mutuelle de deux portions infiniment petites de conducteurs voltaïques.

PAR M. AMPÈRE.

(Lu à l'Académie royale des Sciences, dans la séance du 10 juin 1822.)

Lorsqu'on vient à découvrir un nouveau genre d'action jusqu'alors inconnu, le premier objet du physicien doit être de déterminer les principaux phénomènes qui en résultent, et les circonstances où ils se produisent; il reste ensuite à trouver le moyen d'y appliquer le calcul en représentant par des formules la valeur des forces qu'exercent les unes sur les autres les particules des corps où ce genre d'action se manifeste. Dès que j'en reconnus que deux conducteurs voltaïques agissaient l'un sur l'autre, tantôt en s'attirant, tantôt en se repoussant, et que j'eus distingué et décrit les effets qui en résultent dans les différentes situations où ils peuvent se trouver l'un à l'égard de l'autre, je cherchai à exprimer de cette manière la valeur de la force qui s'exerce entre deux de leurs élémens ou parties infiniment petites, afin de pouvoir en déduire, par les méthodes connues d'intégration, l'action qui a lieu entre deux portions de conducteurs données de forme et de situation.

L'impossibilité de soumettre directement à l'expérience des portions infiniment petites du circuit voltaïque oblige

Mais il existe une autre manière d'atteindre plus directement le même but, c'est celle que j'ai suivie depuis, et qui m'a conduit au résultat que je désirais, elle consiste à constater par l'expérience que les parties mobiles des conducteurs sont, en certains cas, exactement en équilibre entre des forces égales ou des momens de rotation égaux, quelle que soit d'ailleurs la forme de la partie mobile, et de chercher directement, à l'aide du calcul, quelle doit être la valeur de l'action mutuelle de deux portions infiniment petites, pour que l'équilibre soit en effet indépendant de la forme de la partie mobile.

C'est ainsi que j'ai déterminé cette valeur en combinant deux expériences de ce genre; l'une que j'ai communiquée à l'Académie le 4 décembre 1820, l'autre dont je viens de constater le résultat avec toute l'exactitude possible.

en considérant, ainsi que je l'ai fait, non pas les conducteurs comme des assemblages d'aimans transversaux, mais au contraire les aimans comme devant leurs propriétés à une disposition de l'électricité autour de chacune de leurs particules, identique à celle de l'électricité dans les fils conducteurs (1).

(403)

disposition que j'ai désignée sous le nom de *courant électrique*, comme l'ont fait la plupart des physiciens qui ont écrit sur ce sujet; or, il est clair que si l'action d'un fil conducteur sur un aimant était due à une autre cause que celle qui a lieu entre deux conducteurs, les expériences faites sur la première ne pourraient rien apprendre relativement à la seconde, et que si les aimans ne doivent leurs propriétés qu'à des courans électriques

(399)

nécessairement à partir d'observations faites sur des fils conducteurs de grande finesse, et il faut satisfaire à ces deux conditions que les observations soient susceptibles d'une grande précision, et qu'elles soient propres à déterminer la valeur de l'action mutuelle de deux portions infiniment petites. C'est ce qu'on peut obtenir de deux manières: l'une consiste à mesurer avec la plus grande exactitude des valeurs de l'action mutuelle de deux portions d'une grande finesse, en les plaçant successivement, l'une par rapport à l'autre, à différentes distances et dans différentes positions; car il est évident qu'ici l'action ne dépend pas seulement de la distance, il faut ensuite faire une hypothèse sur la valeur de l'action mutuelle de deux portions infiniment petites, en conclure celle de l'action qui doit en résulter pour les conducteurs de grande finesse sur lesquels on a opéré, et modifier l'hypothèse jusqu'à ce que les résultats du calcul s'accordent avec ceux de l'observation. C'est ce procédé que je m'étais d'abord proposé de suivre, comme je l'ai expliqué en détail dans un Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 9 octobre 1820 (1), et quoiqu'il ne nous conduise à la vérité que par la voie indirecte des hypothèses, il n'en est pas moins précieux, puisqu'il est souvent le seul qui puisse être employé dans les recherches de ce genre.

(404)

entourant chacune de leurs particules, il faudrait, pour pouvoir calculer les effets qu'ils doivent produire, que l'on sût s'ils ont la même intensité près de la surface de l'aimant et dans son intérieur, ou suivant quelle loi varie cette intensité; si les plans de ces courans sont partout perpendiculaires à l'axe du barreau aimanté, comme je l'avais d'abord supposé, ou si l'action mutuelle des courans d'un même aimant leur donne une situation d'autant plus inclinée à cet axe qu'ils en sont à une plus grande distance, et qu'ils s'écartent davantage de son milieu, comme le prouve la différence qu'on remarque entre la situation des poles d'un aimant et celles des points qui jouissent des mêmes propriétés dans un fil conducteur roulé en hélice (1).

(405)

C'est donc par l'observation des cas d'équilibre indépendants de la forme des conducteurs qu'il convient de déterminer la force dont nous cherchons la valeur. Le premier de ces cas est celui que j'ai remarqué à la fin de l'année 1820; il consiste dans l'égalité d'action, sur un conducteur rectiligne mobile, de deux conducteurs fixes, situés à égales distances du conducteur mobile, l'un rectiligne et l'autre plié et contourné d'une manière quel-

(406)

conque, quelles que soient d'ailleurs les sinuosités formées par ce dernier.

J'ai démontré, dans un Mémoire lu, le 24 décembre 1822, à l'Académie des Sciences, en partant de ce fait ainsi constaté, que si l'on nomme ρ une fonction des trois angles qui déterminent la situation respective de deux portions infiniment petites de courans électriques, proportionnelle à la force qu'elles exercent l'une sur l'autre à une distance déterminée lorsqu'on fait varier cette situation, et qu'on désigne ces trois angles par α, β, γ ; α et β étant ceux que les directions des deux petites portions forment avec la ligne qui en joint les milieux, et γ l'inclinaison mutuelle des

(407)

plans de ces deux angles, la fonction ρ est nécessairement de la forme

$$\sin. \alpha \sin. \beta \cos. \gamma + k \cos. \alpha \cos. \beta,$$

k étant un coefficient constant (1). Il me restait à déterminer la valeur de ce coefficient; je n'y réussis pas dans le temps, je vis seulement, d'après des expériences que j'ai communiquées à l'Académie le 11 décembre 1820, que cette valeur paraissait être d'autant plus petite que les expériences que je faisais pour la déterminer étaient plus exactes. Comme je ne soupçonnais pas alors que cette valeur fût négative, j'en conclus seulement qu'elle pouvait être regardée comme nulle. J'ai trouvé depuis un nouveau cas d'équilibre indépendant de la forme du fil conducteur, d'où résulte une relation entre k et l'exposant de la puissance de la distance de deux portions infiniment petites de courans électriques, à laquelle leur action mutuelle est réciproquement proportionnelle quand cette distance varie. La description de l'appareil avec lequel j'ai constaté ce nouveau cas d'équilibre, et le calcul par lequel j'en ai conclu la relation dont je viens de parler, sont le principal objet du Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Mais comme ce calcul ne peut se faire qu'à l'aide d'une transformation par laquelle j'ai exprimé la fonction des trois angles

(412)

et qu'on désigne par n l'exposant de la puissance de la distance de deux portions infiniment petites de conducteurs, à laquelle leur action mutuelle est réciproquement proportionnelle quand cette distance varie seule, il sera aisé de voir, d'après ce que j'ai donné sur ce sujet dans le Cahier de septembre du *Journal de Physique* et dans le Recueil cité plus haut, pag. 225 et suivantes, que les intensités d'action des deux petites portions de conducteurs que j'ai nommées g et h dans la note du *Journal de Physique*, seront représentées ici, à cause que leurs longueurs sont ds et ds' , par $i ds$ et $i' ds'$, et que leur action mutuelle le sera par

$$\frac{6 k i i' ds ds'}{r^n},$$

l'exposant n étant égal à 2, si cette action est, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse du carré de la distance, comme je l'ai admis dès mes premiers travaux sur les phénomènes électro-dynamiques, en me fondant, à la vérité, plutôt sur l'analogie que sur des preuves directes.

$$k = 1 - n - k,$$

ou

$$k = \frac{1 - n}{2}.$$

Telle est la relation que l'expérience démontre exister entre k et n . Quand $n = 2$, on a $k = -\frac{1}{2}$, mais quelle que soit la force des analogies qui portent à penser que n est en effet égal à 2, on n'en a aucune preuve déduite directement de l'expérience, puisque toutes les expériences faites à ce sujet l'ont été en faisant agir un conducteur voltaïque sur un aimant, et ne s'appliquent par conséquent que par une extension qu'on ne peut regarder comme une démonstration complète, à l'action mutuelle de deux portions infiniment petites de courans électriques.

La relation ci-dessus donne :

$$n = 1 - 2k;$$

Si ce conducteur forme un circuit complètement fermé, les valeurs de r et de $\cos. \beta$ seront les mêmes aux deux limites, puisque ces limites se trouveront au même point, et l'intégrale sera par conséquent nulle, d'où il suit que la résultante de toutes les actions exercées par un circuit fermé sur une petite portion de conducteur est toujours perpendiculaire à la direction de cette petite portion. Je remarque, à ce sujet, qu'il en devait être de même d'un assemblage quelconque de circuits fermés, et par conséquent d'un aimant, lorsqu'on le considère comme tel, conformément

ment à mon opinion sur la cause des phénomènes magnétiques, et c'est en effet ce qui résulte de plusieurs expériences dues à divers physiciens.

Le second résultat consiste en ce que la valeur de k étant négative, l'expression de l'action mutuelle de deux portions infiniment petites de courans voltaïques,

$$\frac{r^2 (\sin. \alpha \sin. \beta \cos. \gamma + k \cos. \alpha \cos. \beta)}{r^n}$$

devient négative quand on suppose que les deux angles α et β tournés du même côté sont nuls, en sorte que les deux petites portions doivent se repousser quand elles se trouvent sur une même droite, et qu'elles sont dirigées vers le même point de l'espace; j'en tirai cette conclusion que toutes les parties d'un même courant rectiligne se repoussent mutuellement, que c'était probablement la cause des effets connus du moulinet électrique, qu'ainsi ces effets devaient être considérés comme le premier phénomène électro-dynamique observé, et qu'on ne devait plus les expliquer comme on le fait communément.