ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME SEIZIÈME.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK.

A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, rue du Cloître Saint-Benoît, n° 16, près celle des Mathurins.

1821.

Digitized by Google

larité magnétique double du conducteur me paraît être une explication bien plus simple et plus vraisemblable.

Lettre *de M.* Ampère *à M.* Arago.

« Monsieur et cher ami,

» Je pense que vous vous proposez de publier, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, la lettre de M. Berzelius à M. Berthollet, qui a été communiquée à l'Académie, dans la séance du 8 janvier 1821. Le nom seul de l'auteur de cette lettre suffirait pour faire desirer à tous ceux qui s'intéressent aux progrès des sciences, de connaître ce que pense cet illustre chimiste de l'action entre les conducteurs voltaïques et les aimans découverte par M. Œrsted. M. Berzelius l'a écrite avant qu'il pût avoir aucune connaissance de celle dont j'ai reconnu l'existence, au mois de septembre dernier, entre deux conducteurs voltaïques, et des conséquences que j'en ai tirées relativement à l'identité des fluides électriques et magnétiques; les expériences qu'il y décrit sont une suite immédiate de la théorie fondée sur cette identité, et je crois utile aux progrès de cette branche de la physique de vous faire part des réflexions que m'a suggérées la lecture qui en a été faite à l'Académie, pour que vous puissiez aussi les insérer dans les *Annales*, si vous jugez qu'elles soient dignes d'y paraître.

» Les observations de M. Berzelius sur la cause pour laquelle M. Œrsted n'avait obtenu dans ses expériences qu'une déviation toujours moindre qu'un angle droit,

Digitized by Google

ne peuvent laisser aucun doute sur ce que cette cause ne soit dans l'action du globe terrestre, qui se combinait, dans ces expériences, avec celle du conducteur voltaïque, et je n'en parlerai ici que pour vous rappeler que, dans la séance de l'Académie du 25 septembre 1820, j'ai montré la même chose, par une expérience directe, à l'aide de l'instrument représenté dans la planche 4 du tome XV des *Annales de Chimie* : l'aiguille aimantée de cet instrument ne pouvant se mouvoir qu'en tournant dans un plan perpendiculaire à l'aiguille d'inclinaison, l'action du globe terrestre ne tendait plus à lui donner aucune direction déterminée, et il fut constaté, dans cette séance, que quand le conducteur voltaïque agissait sur elle, elle se plaçait constamment dans une direction perpendiculaire à la sienne.

» M. Berzelius a examiné les effets que produit sur l'aiguille aimantée une feuille très-mince d'étain laminée, située dans le plan du méridien magnétique, et dont la largeur était, dans ses expériences, de deux pouces. Quand cette feuille communique avec les deux extrémités de la pile, il doit s'y former, dans le sens de sa longueur et suivant des lignes horizontales, une série de courans électriques; ceux de ces courans qui se trouvent au-dessus du plan horizontal menés par le point de suspension de l'aiguille aimantée soumise à l'action de la feuille d'étain, doivent, d'après la théorie, faire tourner l'aiguille dans un sens, tandis que ceux qui se trouvent au-dessous du même plan doivent la faire tourner en sens contraire; d'où il suit, comme l'a observé M. Berzelius, que le *maximum* d'action a lieu dans le premier cas quand l'aiguille est de niveau avec le bord inférieur de la feuille d'étain, et

Digitized by Google

dans le second quand elle l'est avec son bord supérieur, puisque ce n'est qu'alors que tous les courans agissent dans le même sens sur l'aiguille à la moindre distance possible. Lorsque l'aiguille est plus haut que le bord supérieur de la feuille d'étain, ou plus bas que son bord inférieur, tous les courans agissent encore dans le même sens, mais l'augmentation de la distance diminue l'intensité de leur action sur l'aiguille; quand celle-ci est à une hauteur plus grande que celle du bord inférieur, et plus petite que celle du bord supérieur, une partie des courans agit dans un sens, et l'autre dans le sens contraire : l'effet n'est produit que par la différence de leurs actions; il est donc nécessairement moindre que dans les cas où ils agissent tous dans le même sens : quand l'aiguille répond au milieu de la largeur de la feuille d'étain, cette différence devient nulle, et l'action des courans électriques pour faire tourner l'aiguille dans le plan horizontal qui passe par son centre de gravité l'étant par conséquent aussi, cette aiguille revient par l'action terrestre dans un plan parallèle au méridien magnétique; mais si ces extrémités peuvent alors s'élever ou s'abaisser dans ce plan, elle s'incline en s'approchant de la situation verticale où elle aurait son pole austral à gauche des courans électriques de la feuille d'étain; elle se placerait même dans cette situation verticale sans l'action de la pesanteur qui l'en empêche, lorsque l'aiguille est suspendue comme elle l'est ordinairement, parce que son centre de gravité se trouvant au-dessous du point de suspension, la pesanteur tend à ramener l'aiguille dans le sens horizontal. Cette sorte d'inclinaison, produite par un conducteur voltaïque dans une

Digitized by Google

aiguille aimantée qui lui est parallèle, et situé dans un même plan horizontal, observée par M. Œrsted, est le même fait que la déviation de cette aiguille, quand elle est placée au-dessus ou au-dessous d'un conducteur horizontal parallèle au méridien magnétique, ainsi que je l'ai fait voir dans mon premier Mémoire sur ces phénomènes, lorsque, dès le 18 septembre dernier, j'ai réuni ces deux cas sous cet énoncé général :

« Lorsqu'un aimant et un conducteur agissent l'un sur » l'autre, et que l'un d'eux étant fixe, l'autre ne peut que » tourner dans un plan perpendiculaire à la plus courte » distance du conducteur et de l'axe de l'aimant, celui » qui est mobile tend à se mouvoir, de manière que les » directions du conducteur et de l'axe de l'aimant forment un angle droit, et que le pole de l'aimant qui » regarde actuellement le nord (le pole austral) soit à » gauche du courant électrique (1). » Il est aisé de voir en effet, que quand l'aiguille aimantée est au-dessus ou au-dessous du conducteur, la ligne qui mesure leur plus courte distance est verticale, en sorte que l'aiguille tend, d'après cette règle générale, à tourner dans un plan horizontal, tandis que quand l'aiguille est à côté du conducteur et de niveau avec lui, la ligne qui mesure la plus courte distance est horizontale, et que l'aiguille tend, d'après la même règle, à tourner dans un plan vertical.

» Les deux expériences que M. Berzelius rapporte ensuite dans sa lettre rentrent dans celle dont je viens de parler ; mais elles n'en sont pas moins intéressantes pour les physiciens, en prouvant que quelle que soit la forme du contour d'une feuille métallique qui fait partie d'un cir-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, p. 197.

Digitized by Google

cuit voltaïque, il s'établit dans tous les points de cette feuille des courans électriques dirigés de l'extrémité positive de la pile à son extrémité négative. Les courans doivent, d'après la théorie, être disposés dans la première de ces deux expériences, comme on le voit fig. 1, et dans la seconde, comme on le voit fig. 2; il est aisé d'en conclure l'action qu'ils doivent exercer sur l'aiguille aimantée, et cette action se trouve être précisément celle que M. Berzelius a observée.

» L'auteur insiste sur ce que, dans cette dernière expérience où la feuille d'étain a la forme d'un carré *ACBD* (*fig.* 2) qui communique avec la pile par les angles *A*, *B*, le *maximum* de déviation de l'aiguille aimantée a lieu quand elle est dans un des deux plans horizontaux qui passent par les angles *C*, *D*; mais il est évident que cela ne peut être autrement, quelle que soit la cause du phénomène, puisque ce n'est qu'alors que les courans électriques se trouvent, à la plus petite distance possible, tous au-dessus ou tous au-dessous de l'aiguille.

» M. Berzelius remarque ensuite avec raison que tous ces phénomènes auraient eu lieu s'il se fût servi, au lieu de la feuille d'étain, d'un aimant artificiel mince et plus large que long; mais que la feuille présente encore un phénomène que l'aimant n'aurait pas produit, c'est que le bord supérieur de la feuille fait toujours tourner l'aiguille du même côté, soit qu'on la place à l'est ou à l'ouest de ce bord dans le plan horizontal où il se trouve, tandis qu'un aimant mince et plus large que long, tel que celui qui est représenté dans la fig. 14, en en supposant les poles en *C* et *D*, fait, dans les mêmes circonstances, tourner dans un sens l'aiguille ai-

Digitized by Google

mantée lorsqu'elle est à l'est de cet aimant, et dans le sens opposé lorsqu'elle est à l'ouest.

» Rien ne peut mieux que cette observation confirmer ce que j'ai dit sur la disposition des courans électriques des aimans auxquels sont dues toutes leurs propriétés.

» En effet, la feuille d'étain *AB* (fig. 3), communiquant en *A* et en *B* avec les deux extrémités de la pile, est un système de courans horizontaux qui se trouvant tous, dans cette expérience, plus bas que l'aiguille aimantée, la font mouvoir toujours dans le même sens, et comme le ferait un conducteur unique placé au-dessous d'elle; mais l'aimant *AB* (fig. 4) que M. Berzelius suppose qu'on substitue à cette feuille, est un assemblage de deux systèmes de courans, l'un formé des courans qui se trouvent du côté de l'aimant qu'on voit en avant dans la figure, et qui vont, par exemple, de *A* en *B*, l'autre des courans qui reviennent de *B* en *A* de l'autre côté de l'aimant, c'est-à-dire derrière lui lorsqu'on le regarde comme il est représenté dans la figure. Lorsqu'on place l'aiguille aimantée dans un plan horizontal passant par le bord supérieur *EF* de cet aimant, tantôt à l'est, tantôt à l'ouest, elle prend la direction que tend à lui donner celui de ces deux systèmes de courans qui en est à une moindre distance, et comme leurs directions sont opposées, ils tendent à la faire tourner dans des sens qui sont aussi opposés l'un à l'autre; quand l'aiguille est à l'est de l'aimant c'est celui de ces systèmes de courans dont elle est le plus près qui détermine le sens de son mouvement; quand elle est à l'ouest

Digitized by Google

elle est plus près de l'autre, et se meut par conséquent en sens contraire.

» Il ne faut pas perdre de vue que j'ai établi sur un grand nombre de faits que ce n'est point sur les poles des aimans, mais sur les courans électriques qui ont lieu dans des plans perpendiculaires à leurs axes, que s'exerce l'action des courans électriques, soit d'un conducteur voltaïque, soit d'un autre aimant, et que cette action tend uniquement à amener les premiers dans des situations parallèles aux seconds, de manière qu'ils soient dirigés dans le même sens que ces derniers ; on voit par là qu'un seul système de courans, comme celui de la feuille d'étain, par exemple, doit toujours faire tourner du même côté l'aiguille aimantée qu'on place auprès de lui dans le plan horizontal passant par son bord supérieur, soit qu'elle soit à l'est ou à l'ouest de ce bord, et qu'il faut deux systèmes de courans dirigés en sens contraire sur les deux côtés opposés de l'aimant dont parle M. Berzelius, pour que cet aimant fasse mouvoir l'aiguille en deux sens contraires, suivant qu'elle en est à l'est ou à l'ouest, comme il la fait mouvoir en effet dans l'expérience décrite par ce grand physicien.

» Il suppose cependant que c'est dans la feuille d'étain que se trouve ce qu'il appelle une double polarisation, et que la polarisation est simple dans un aimant ; il s'appuie sur cette donnée de l'expérience : si l'on place contre l'aimant, qu'il compare à la lame d'étain, un autre aimant pareil au premier, de manière qu'ils se touchent par toute l'étendue de l'une de leurs plus grandes faces, telle qu'est la face *GHIK* (fig. 4), et que les poles d'espèces opposées se trouvent du même côté

Digitized by Google

dans les deux aimans, de manière que l'un ait en bas, par exemple, son pole austral et l'autre son pole boréal, l'assemblage de ces deux aimans agira sur l'aiguille comme la feuille d'étain; mais cela est aussi une suite nécessaire de la théorie que j'ai exposée dans le tome XV des *Annales de Chimie et de Physique*; car il y a alors quatre systèmes de courans, deux dans chaque aimant. Ceux de ces systèmes qui se trouvent dans chaque aimant du côté de la face par laquelle ils se touchent sont alors dans le même sens, et ceux qui se trouvent du côté opposé ont lieu dans l'autre sens, l'un de ceux-ci se trouvant toujours plus près de l'aiguille que ne le sont les premiers, c'est leur action qui est toujours prépondérante; et par conséquent, soit qu'on place à l'est ou à l'ouest de ces deux aimans l'aiguille qu'on suppose toujours dans le plan horizontal passant par leur bord supérieur, elle prendra dans les deux cas la même direction comme lorsqu'elle est mue par le système unique des courans électriques de la feuille d'étain.

» M. Berzelius ajoute que, quoiqu'on puisse imiter avec la pile voltaïque ce qu'il appelle la *polarité double*, on ne peut imiter ce qui a lieu dans les aimans, et qu'il nomme *polarité simple*; c'est là l'unique objection qu'il oppose à la manière dont j'ai expliqué l'action mutuelle d'un aimant et d'un conducteur, découverte par M. Œrsted, et celle de deux conducteurs que j'ai observée le premier. Mais cette imitation parfaite de tous les phénomènes que présente un aimant est précisément ce que j'ai obtenu à l'aide de l'instrument décrit dans le tome XV des *Annales de Chimie et de Physique*, et représenté dans les planches qui y sont jointes (pl. 2, fig. 3),

Digitized by Google

au moyen d'un fil métallique qu'on met en communication avec les deux poles de la pile, et dont une partie est renfermée dans un tube de verre et l'autre est pliée en hélice autour de ce tube. D'après les lois mathématiques de l'action qu'exercent les conducteurs voltaïques, celle de la partie pliée en hélice se compose de deux autres, dont l'une est égale à celle que produirait un conducteur rectiligne placé dans l'axe de l'hélice et de même longueur que cet axe, et l'autre à celle qui résulterait d'autant de courans électriques circulaires dans des plans perpendiculaires à cet axe que l'hélice a de spires. La première action est détruite par l'action égale et opposée de la partie du conducteur enfermée dans le tube, en sorte qu'il ne reste que celle des courans circulaires parfaitement identique, comme le prouve l'expérience, à celle d'un aimant qu'on substituerait simplement à ce tube; identité qui se vérifie, soit en suspendant le tube comme l'aiguille d'une boussole, et le soumettant à l'action d'un aimant ou d'un fil conducteur, soit en se servant, au contraire, de ce tube comme d'un barreau aimanté, pour étudier son action sur l'aiguille.

» C'est cette expérience qui montre d'une manière plus directe l'identité des fluides électriques et magnétiques; elle répond en même temps à toutes les objections qui m'ont été faites sur ce qu'en supposant l'aimant composé, comme je l'ai dit, de courans électriques, il n'en résulterait pas tous les phénomènes que présentent les aimans; mais ce n'est pas seulement sur elle que j'établis cette identité; tous les faits que j'ai observés depuis six mois, et vos découvertes sur l'aiman-

Digitized by Google

tation de l'acier par l'électricité produite, soit par une pile voltaïque, soit par une machine électrique ordinaire, s'accordent à prouver la vérité de la théorie qui range tous les phénomènes de l'aimant parmi les phénomènes purement électriques, et je ne doute pas que cette théorie ne fût bientôt généralement adoptée si, au lieu de se borner à examiner l'action mutuelle des conducteurs voltaïques sur les aimans, on s'occupait avec le même soin de l'action que deux fils conducteurs exercent l'un sur l'autre, et de celle du globe terrestre sur un conducteur. En multipliant et variant les expériences sur ce sujet, on observe, à chaque instant, des effets dont on ne peut se rendre raison qu'en partant de la théorie que j'ai donnée de ces phénomènes, et qui en découlent si immédiatement qu'elle aurait pu servir à les prévoir d'avance. Ces expériences n'exigent, au reste, qu'un appareil voltaïque d'une force moyenne; j'ai fait toutes les miennes avec une pile formée de douze plaques de zinc d'un pied carré, plongeant dans le liquide acide indiqué par M. OErsted, de manière que la surface totale de ces plaques en contact avec l'eau acidulée renfermée dans des vases de cuivre d'un pied de hauteur et d'un pied de longueur sur une largeur de huit ou dix lignes, était de plus de vingt pieds carrés.

» Les observations que vous venez de lire, M. et cher ami, ne m'ont été inspirées que par le desir d'indiquer aux savans qui mettraient à la question de l'identité des fluides électriques et magnétiques l'importance dont je crois que cette question est pour les progrès de la physique, quelques-uns des motifs qui me portent à regarder cette identité comme démontrée. Bien

Digitized by Google

loin d'avoir eu l'idée de combattre l'illustre auteur de tant de découvertes dans les diverses branches des sciences chimiques et physiques, c'est à M. Berzelius lui-même que je soumets les remarques que m'a suggérées la lecture de la lettre qu'il a écrite à M. le comte Berthollet. Je serais trop heureux si elles ne lui paraissaient pas indignes de son suffrage. »

MÉMOIRE

Sur l'Ecoulement uniforme de l'air atmosphérique et du gaz hydrogène carboné, dans des tuyaux de conduite.

PAR Mr P.-S. GERARD.

(Lu à l'Académie des Sciences le 12 juillet 1819.)

IL a été publié, en 1817, dans le *Journal des Sciences et des Arts de l'Institution royale de Londres*, quelques expériences sur l'écoulement de plusieurs fluides aériformes par des tubes capillaires de verre (1).

M. Faraday, auquel ces expériences sont dues, rapporte qu'il condensa successivement différens gaz dans un réservoir de cuivre et sous la même pression de quatre atmosphères; que les ayant ensuite laissé écouler librement au moyen d'un tube de thermomètre de 508 mil-

---

(1) *Voyez* aussi *Annales de Chimie et de Physique*, tome V, page 298.

Digitized by Google