

Courant électrique et magnétisme

Coulomb a établi la forme de l'interaction existant entre les particules formant les deux types d'électricité, la positive et la négative, sans pour autant avoir pu mettre en évidence ces particules, ni même lesquelles se déplaçaient lors d'une décharge électrique. Il faudra attendre environ un siècle pour que soit mis en évidence l'électron, particule conçue comme étant porteuse de l'électricité négative, avec l'expérience de Thomson. Toutefois, la transmission d'électricité d'un corps à un autre par effet triboélectrique laissait supposer initialement le déplacement d'un fluide électrique, et avec la découverte de la pile de Volta, il fallut imaginer un déplacement d'électricité continu comme le mouvement de l'eau d'un fleuve, ce qui conduisit au concept de courant électrique. Il fallut alors une expérience décisive pour pouvoir en faire une grandeur mesurable. Ce fut l'expérience d'Oersted, même si ce n'est pas lui qui en tira la bonne interprétation, mais un brillant fondateur de l'électromagnétisme, Ampère.

I La pile de Volta

Expérience à faire :

Nous allons vous montrer d'abord comment faire une pile selon la recette de Volta.

Prenez une pièce de monnaie de couleur jaune et une rondelle de zinc. Imbibez un petit carré de papier essuie-tout de vinaigre et intercalez-le entre la pièce et la rondelle. Vous avez une pile de 0,7 Volts environ. Vérifiez avec un voltmètre et notez que la pièce jaune est la borne + et la rondelle de zinc la borne -.

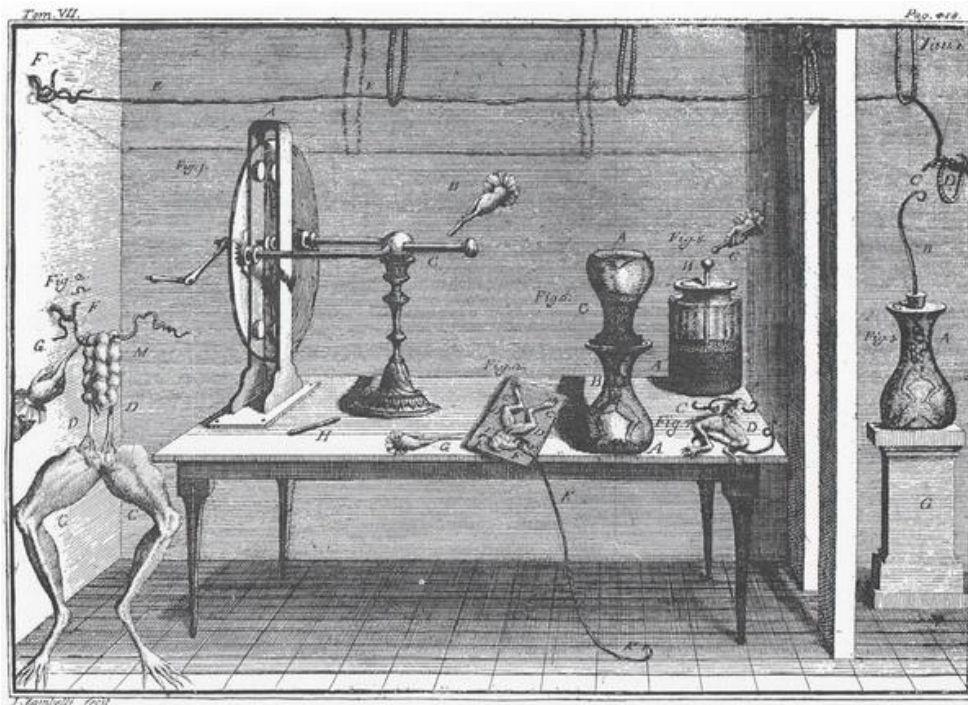
Votre pile constitue un élément galvanique. Si vous voulez augmenter sa tension, vous devez joindre un autre élément galvanique en accolant la pièce jaune du premier à la rondelle en zinc du second. La tension devrait alors doubler, et si vous joignez un troisième élément, tripler, ainsi de suite.

Toutefois, si ayant mis deux ou trois éléments, vous dépassez la tension de fonctionnement de 1,5 V d'une diode, n'espérez pas pouvoir allumer cette dernière, car la résistance interne de ce genre de pile est importante et la tension délivrée en fonctionnement, bien plus basse que la tension à vide. On peut cependant pallier à cet inconvénient, en disposant plusieurs piles en association parallèle.

Historique

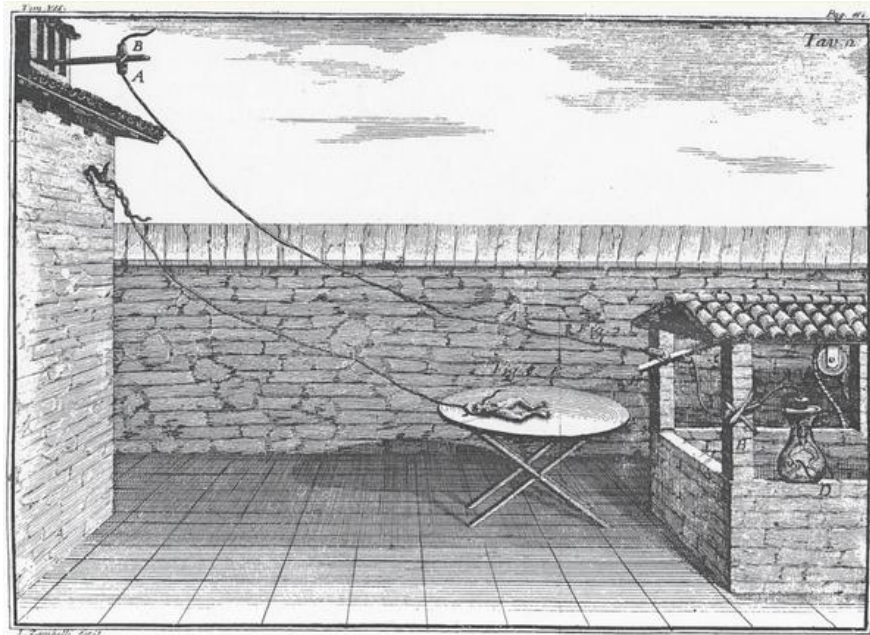
Dans l'expérience historique de Volta, ce dernier a empilé alternativement des pièces de cuivre et des pièces de zinc séparées par un feutre imbibé d'acide ou d'eau salée. Revenons rapidement sur son histoire.

Galvani fut l'inspirateur de Volta, lorsqu'il éprouva un phénomène étrange, tandis qu'il étudiait l'effet de décharges électriques dans la cuisse d'une grenouille morte et disséquée. Approchant son scalpel pour dégager le nerf crural destiné à recevoir la décharge, il fut surpris par une contraction subite de la cuisse tandis que son assistant manipulait une machine électrostatique, les contractions semblant se produire au moment de l'étincelle produite par la machine, le physiologiste crut à une décharge d'électricité condensée à l'intérieur de la cuisse et rendue possible par le contact de son scalpel, comme un éclateur permet de décharger une bouteille de Leyde, alors que des ondes électromagnétiques produites par l'étincelle chargeait son scalpel suffisamment pour déclencher un influx nerveux et provoquer la contraction musculaire, mais cela il l'ignorait, car les ondes électromagnétiques seront découvertes un peu plus d'un demi siècle plus tard par Hertz.



Matériel utilisé par Galvani : machine électrostatique- bouteille de Leyde

Galvani expérimente alors la contraction des cuisses de grenouille posée sur une table recouverte d'un film huileux isolant, par temps d'orage, le nerf crural étant relié à un long fil de fer.



Mais Galvani fut surpris par la contraction des cuisses de la grenouille, posée sur une balustrade en fer, et à laquelle était fixé un crochet en cuivre relié au nerf, contraction de se produisant quand le crochet de cuivre entra en contact avec la balustrade, sous l'action du vent, et ce, même en l'absence d'orage.

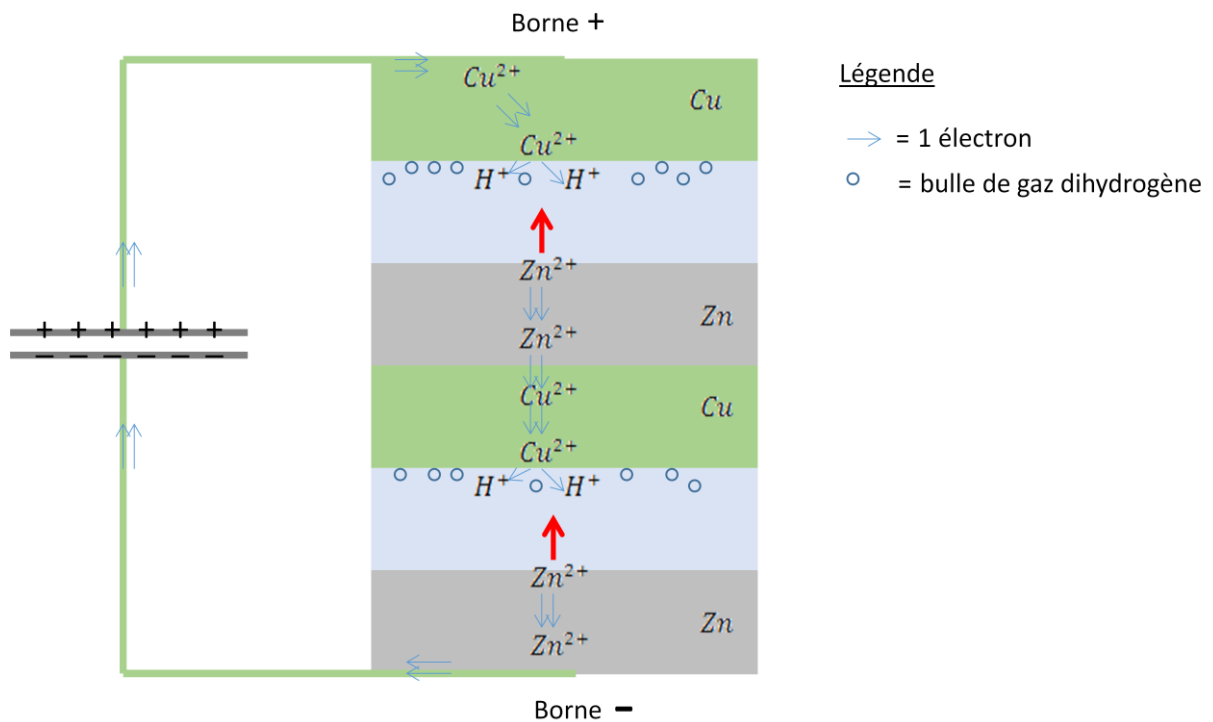
Galvani conclut à tort à une électricité animale logée dans une sorte de condensateur formé par le nerf et le muscle, la mise en contact de ces derniers par un conducteur créant la décharge et donc la contraction.

Un comte italien, Volta, refit l'expérience de Galvani et eut l'intuition que les métaux avec lesquels le nerf était en contact étaient à l'origine des contractions, en changeant de couples de métaux et en notant par exemple des contractions plus longues avec le couple argent-fer, qu'avec le couple cuivre-fer. Il eut l'idée ensuite d'empiler un nombre important de rondelles de cuivre et de zinc (une vingtaine), séparées par un carton imbibé d'acide sulfurique ou d'eau salée (saumure) puis associer en série trois assemblages similaires (comme celui de la figure ci-dessous) jusqu'à ressentir des picotements inconfortables en touchant le haut et la base du dispositif humidifiés. La pile était née.



Principe de fonctionnement

A la lumière des connaissances modernes dans le domaine de la chimie, nous allons détailler le fonctionnement de la pile de Volta, faisant une entorse à la logique historique, que le lecteur pardonnera.



Dans l'électrolyte (le feutre imbibé d'acide), il y a des ions comme l'ion hydronium H_3O^+ , généralement noté H_{aq}^+ ou plus simplement H^+ . Ces ions attirent les électrons libres des atomes de cuivre des éléments en cuivre avec lesquels ils sont en contact, lesquels les récupèrent sur des atomes voisins.

A l'interface entre un élément de cuivre et un élément de zinc s'opère une bataille défavorable aux atomes de zinc qui cèdent leurs électrons libres aux atomes de cuivre ayant perdus leurs électrons libres et qui sont « plus forts qu'eux » (voir expérience d'une lame de zinc plongée dans une solution de sulfate de cuivre et attaquée par cette dernière et d'une lame de cuivre plongée dans une solution de sulfate de zinc ne subissant aucune transformation).

Les atomes de zinc privés de leurs électrons les récupèrent sur des atomes voisins, sauf pour ceux situés à l'interface avec l'électrolyte, qui vont se trouver propulsés dans ce dernier pour deux raisons : La première est la pression électrostatique engendrée sur cette surface se trouvant chargée positivement et la seconde est le fait que l'électrolyte se charge négativement en voyant des ions H^+ disparaître.

L'apparition d'ions zinc dans l'électrolyte ramène la neutralité mais dégrade la surface de contact entre zinc et électrolyte. Des bulles de gaz dihydrogène se forment dans l'électrolyte à la surface de contact entre le cuivre et l'électrolyte, ce qui rend cette surface moins opérante, car le dihydrogène est isolant. C'est un des inconvénients de la pile de Volta que l'on appelle polarisation, outre celui que l'électrolyte peut couler sur les bords des rondelles et créer des courts circuits. Cette pile a du être rapidement améliorée sous forme d'une pile à auge présentant des caractéristiques similaires, mais évitant les coulures, et à partir de laquelle des expériences vont pouvoir être menées comme les électrolyses.

Contrairement à une machine électrostatique, la pile de Volta n'a pas besoin d'action mécanique pour produire un courant électrique.

En réunissant par soudure la rondelle supérieure de cuivre à l'armature d'un condensateur plan, et la rondelle inférieure en zinc à l'autre armature, on observe alors que l'armature reliée au cuivre se charge positivement. Il suffit pour cela d'approcher un électroscope initialement chargé négativement par mise en contact avec de l'ambre frotté. Inversement, l'armature reliée au zinc se charge négativement.

La rondelle supérieure en cuivre d'une pile de Volta transmet donc de l'électricité positive, et la rondelle inférieure en zinc, de l'électricité négative. La première est appelée borne positive de la pile et la seconde, borne négative.

II Le concept de courant électrique

Historiquement, selon la vue erronée de Benjamin Franklin, on pensait que le fluide électrique était de nature unique, que chaque corps en avait une quantité donnée et que s'il avait qu'un corps en perde, il tendrait à le récupérer. Aussi dans cette vision, le fluide électrique se déplaçait toujours des corps qui en avaient en excès vers ceux qui en avaient en défaut, donc de ceux chargés positivement vers ceux chargés négativement. Cette convention a été gardée et fait considérer le courant électrique comme étant un transfert de charges à travers une section de conducteur, par analogie avec le débit d'un fleuve, à ceci près que le courant est considéré comme positif dans le sens qui va du côté de la section qui voit sa charge diminuer (au sens algébrique) au côté qui voit sa charge augmenter.

Prenons quelques exemples pour clarifier tout cela, un dans le domaine hydraulique d'abord, pour pouvoir définir le concept de courant électrique par analogie avec le débit d'une rivière ou de l'eau dans une conduite :

domaine hydraulique :

Pierre voit l'eau d'une rivière, dont nous supposerons la section de forme rectangulaire et d'aire égale à quatre mètre-carré, avancer à une vitesse de deux mètres par seconde. En une seconde, l'eau qui se situait deux mètres derrière une section donnée, donc contenue dans un parallépipède rectangle de volume : $2 \text{ m} \times 4 \text{ m}^2 = 8 \text{ m}^3$ a traversé cette section. Ce volume est appelé **débit volumique** du fleuve. De manière formelle, si v est la vitesse moyenne d'un point d'une section de rivière d'aire S , le débit volumique à travers cette section est :

$$D = S v$$

L'eau étant incompressible, si elle ne s'accumule pas dans un réservoir, ou n'est pas déviée, par exemple par un jardinier qui la pomperait pour irriguer son jardin, toute l'eau entrant, en une durée donnée, dans une portion de rivière, et en une section donnée, doit ressortir en une autre section quelconque située en aval. Le débit en ces deux sections est donc le même.

Attention de bien noter que la notion commune de courant, que ce soit un courant d'air ou le courant d'un fleuve n'est que la vitesse du fluide et non le débit volumique. En électricité,

le même terme va alors être employé pour désigner un débit de charges et non une simple vitesse de leurs porteurs.

Domaine électrique :

Par analogie avec le domaine hydraulique, on peut formuler l'idée suivante : Lorsque la borne + d'une pile de Volta charge d'électricité positive une armature d'un condensateur, la quantité d'électricité positive transférée en une unité de temps à travers une section du fil conducteur qui relie cette borne à l'armature, est la même en toute section de ce fil. On l'appelle **intensité électrique**. C'est l'analogue du débit de volume en hydraulique, à la différence près qu'il s'agit d'un débit de quantité d'électricité exprimée en Coulomb.

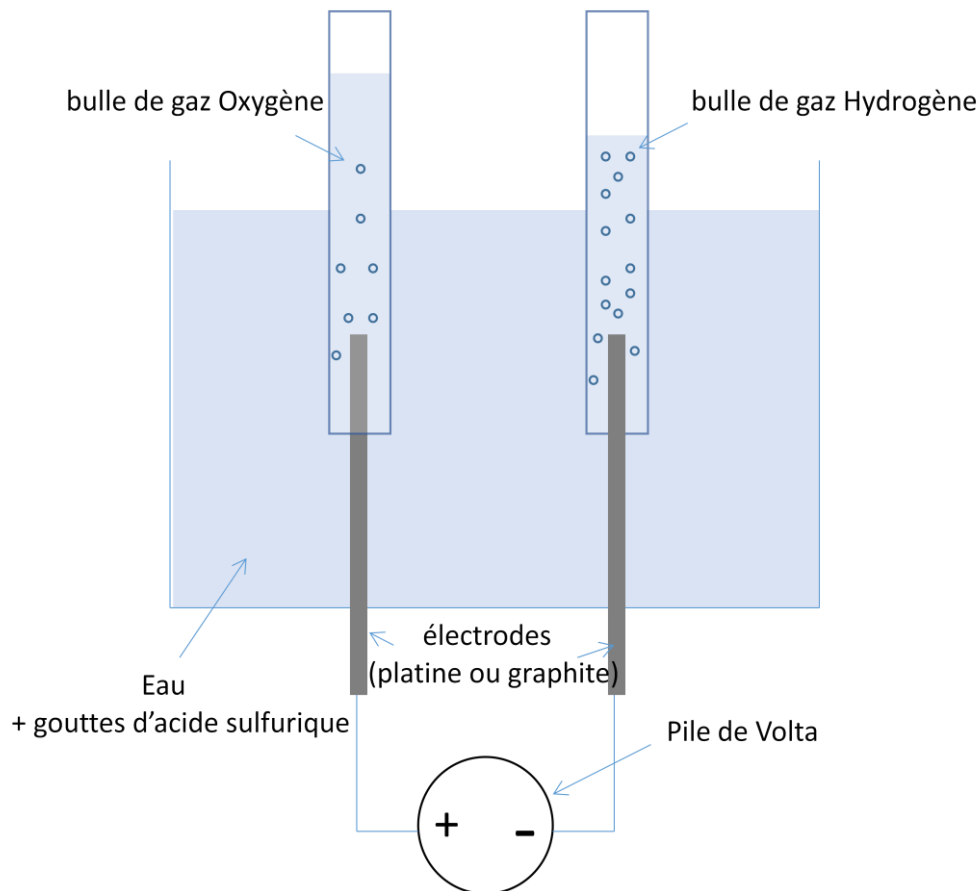
L'unité actuelle de l'intensité est l'**Ampère** ou **Coulomb par seconde**. Par ironie de l'histoire, bien que la charge électrique ait été conceptualisée et mesurée avant celle d'intensité électrique, c'est l'Ampère qui de nos jours sert à définir le Coulomb comme étant l'Ampère-seconde.

Il faut cependant préciser un point important, la notion moderne d'intensité algébrique. Considérons en effet une section de conducteur, traversé, mettons, de la gauche vers la droite, en une seconde, par N électrons portant la charge élémentaire $-e$ (voir dans le fichier force de Laplace, force de Lorentz, la découverte des électrons par Thomson et celle de sa charge élémentaire par Millikan). Appelons A le milieu conducteur situé à gauche de la section et B celui situé à droite. Le milieu B a vu sa charge varier de la quantité $-Ne < 0$ donc diminuer, tandis que le milieu A a vu sa charge varier de $Ne > 0$ donc augmenter.

Si maintenant N charges positives, chacune de valeur e , avaient traversé cette section de B vers A pendant la même seconde, les charges électriques initiales et finales des milieux A et B seraient les mêmes.

Voilà pourquoi on peut considérer le courant électrique comme étant un transfert (et non un déplacement) de charges positives dans le sens inverse de celui des électrons, et ainsi conserver la vision originale de Franklin selon laquelle le fluide électrique se déplace des conducteurs qui en ont le plus (dont la charge est la plus élevée dans la vue moderne parce que positive par exemple) vers ceux qui en ont le moins (dont la charge est la moins élevée parce que négative par exemple).

qualifié d'électrolyse (littéralement : décomposition par l'électricité). On savait depuis Lavoisier que deux gaz nommés respectivement Hydrogène et Oxygène donnaient par combustion de l'eau. Avec la pile de Volta, c'est le phénomène inverse qui est mis en évidence, à savoir la décomposition de l'eau en ces deux gaz. Rappelons en le principe :



Deux tubes à essais, initialement remplis d'eau acidifiée, recouvrent chacun une électrode inoxydable (en platine ou en graphite par exemple). Les électrodes sont reliées aux bornes d'un générateur de courant continu (historiquement, une pile de Volta). Des petites bulles se forment à la surface des électrodes et font apparaître des volumes gazeux dans leur partie supérieure. On constate que le gaz apparaissant à l'électrode reliée au moins de la pile fait apparaître un volume de gaz double de celui apparaissant à l'autre électrode, ce qui, combiné à la théorie d'Avogadro, deviendra un moyen de se représenter la composition atomique des corps composés comme l'eau, mais bien d'autres également.

Les petites bulles d'hydrogène et d'oxygène qui se forment aux deux électrodes témoignent du passage du courant. Ces débits de gaz sont plus faciles à observer (hauteur de gaz dans un tube à essai). La régularité du remplissage des tubes ou de la production des bulles de gaz

est en faveur de l'idée d'une intensité constante, quasiment dès la fermeture du circuit, pratiquement jusqu'à son arrêt, mais se révèle incommode pour une mesure précise.

IV La mesure de l'intensité moyenne du courant

Nous avons vu que la présence d'un courant électrique pouvait être détectée à l'aide de ses effets électrolytiques sur de l'eau acidifiée par exemple. Toutefois, utiliser un tel dispositif n'est pas très commode et relier la mesure des volumes de gaz produits à l'intensité n'était probablement pas encore d'actualité à l'époque.

Aussi, le plus simple était il de charger un condensateur plan et de mesurer la charge Q obtenue au terme d'une durée de charge Δt . Cette dernière durée pouvait être mesurée par le temps au bout duquel les dégazages aux électrodes chutaient rapidement. On pouvait alors en déduire l'intensité moyenne dans le circuit pendant la charge en appliquant la formule :

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

Dans ce cas, l'unité de charge (actuellement le Coulomb) avait la primauté, l'unité d'intensité (actuellement l'Ampère) s'en déduisant.

Notons que cette valeur de l'intensité est quasiment la valeur constante de l'intensité qui s'établit sur presque toute la durée de la charge, comme le montrerait un ampèremètre inventé plus tard, prouvant que le courant s'établit quasi instantanément.

La méthode que nous venons de présenter reste cependant inappropriée pour évaluer l'intensité électrique à un instant donné et la mesure des débits de gaz resterait incommode, le dispositif d'électrolyse utilisé étant peu pratique. C'est là que l'expérience d'Oersted va amener un fait décisif dans la détection du courant électrique en faisant apparaître un des ses effets, l'effet magnétique.

Mais commençons par présenter la notion de magnétisme naturel

V Le magnétisme naturel

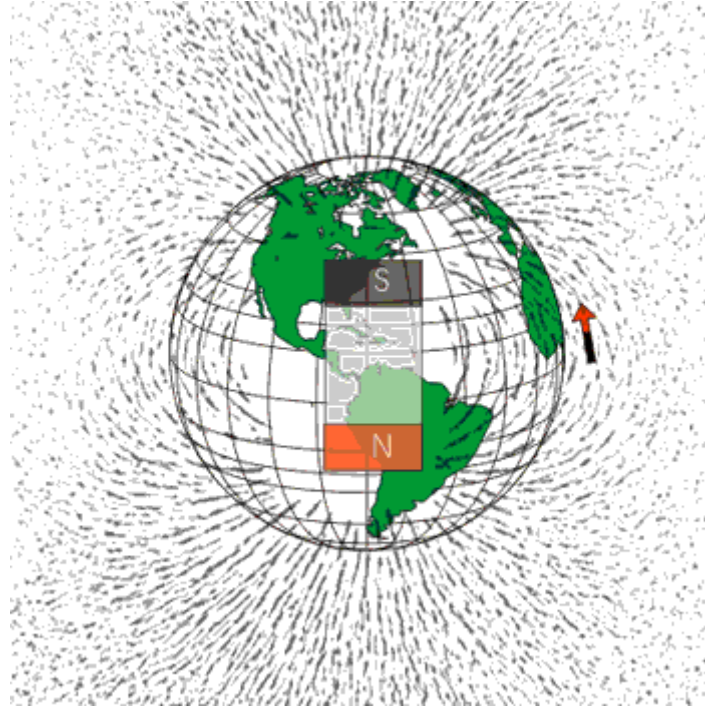
Le magnétisme est connu depuis l'antiquité mais son lien avec l'électricité n'a véritablement été établi qu'au dix-neuvième siècle. Le nom de magnétisme vient d'un minéral appelé magnétite ayant les propriétés naturelles d'un aimant et dont le nom est tiré d'un mont Magnetos (« Grand Mont »), une montagne grecque particulièrement riche en ce minéral, *magnês* signifiant « aimant ». Un morceau de magnétite (Fe_3O_4) comme ceux de la photo peut attirer des objets métalliques.



Les Chinois avaient aussi découvert les propriétés magnétiques de la magnétite, mais l'utilisaient plutôt pour faire de la divination. Ils ont été les premiers à trouver une utilité au magnétisme. En effet, en plaçant une cuillère faite de magnétite sur une surface liquide, on remarquait que cette dernière pointait toujours le sud. On utilisa donc ce nouvel objet (cuillère et bol d'eau) et on lui donna le nom de « pointeur de sud ».



C'est l'Anglais William Gilbert (1540-1603) qui fut le premier à proposer que la planète Terre soit en fait un gigantesque aimant.



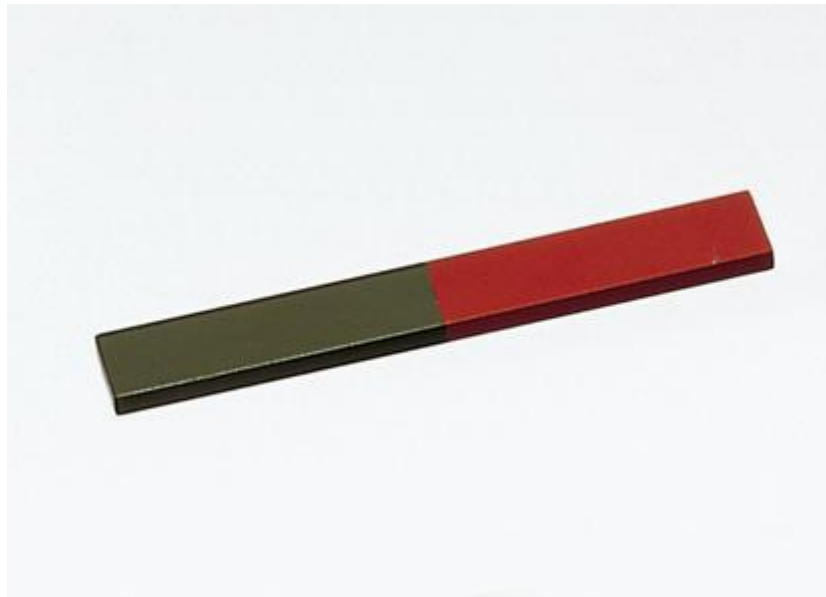
Les aiguilles aimantées, les barreaux aimantés et leurs propriétés

On raconte que les Vikings, pour pouvoir s'orienter en mer, fabriquaient des aiguilles de boussoles en travaillant des plaques de fer disposées Nord-Sud sur l'enclume et en les martelant toujours dans la même direction. Ces aiguilles étaient ensuite posées sur une rondelle de liège flottant librement dans un récipient emporté à bord des drakkars. Les pays nordiques étaient aussi riches en magnétite.

Des barreaux aimantés peuvent également être fabriqués à partir de minerai naturel. De nos jours, grâce à la découverte de la possibilité de générer de forts champs magnétiques à l'aide de courants passant dans des spires, on peut créer des aimants ayant de fortes propriétés d'aimantation.

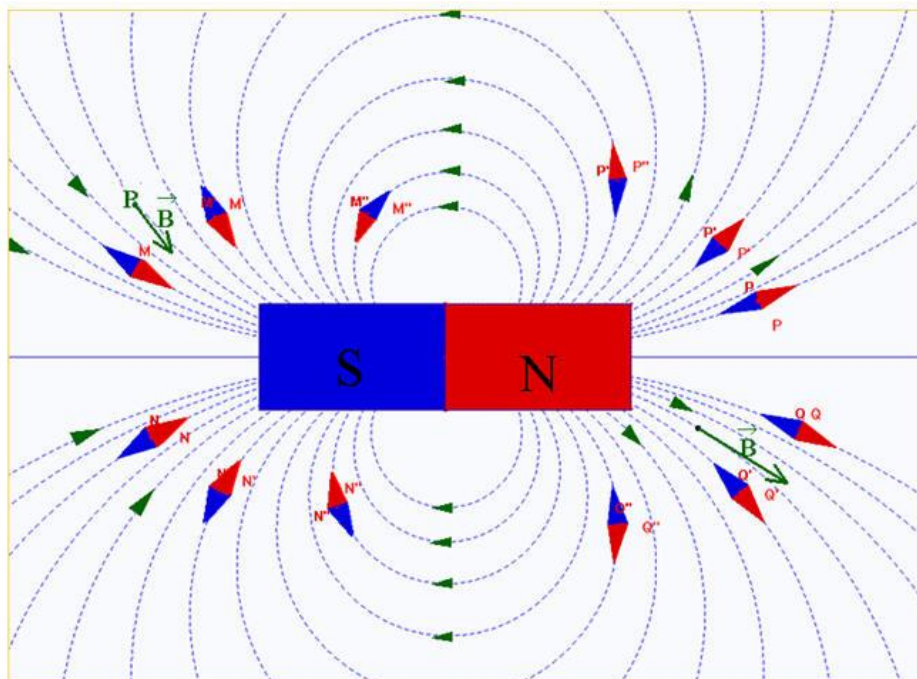
Une aiguille aimantée, libre de tourner dans un plan horizontal, aura une de ses deux extrémités qui pointe en un lieu donné, toujours dans la même direction, qui est à peu de choses près le Nord géographique. C'est pourquoi on qualifie cette extrémité de Nord et l'autre de Sud

Un barreau aimanté a également une face Nord et une face Sud comme sur la photo ci-dessous, où la face Nord est la section à l'extrémité de la partie rouge.



Si on coupe un aimant dans un plan perpendiculaire à une de ses faces, on obtient deux aimants, un peu comme on obtient deux vers de terre en coupant un en deux, et ainsi de suite si on recommence. Autrement dit, il n'y a pas de zone Nord ni de zone sud comme les couleurs de la photo précédente le laisseraient penser, mais bien seulement une face Nord et une face Sud.

Si on place une aiguille aimantée devant la face Nord (respectivement Sud) d'un barreau aimanté, elle pivote de façon à présenter son extrémité Sud (respectivement Nord). En plaçant l'aiguille à différents endroits dans le plan de l'aimant, voilà les positions qu'elle adopterait :



Un barreau aimanté ayant la propriété d'attirer des éléments métalliques, il vient alors à l'esprit de disposer, en plus de boussoles, de la limaille de fer tout autour du barreau aimanté. On obtient alors une figure faisant apparaître des lignes plus ou moins courbes appelées **lignes de champ magnétique**.



Le milieu environnant le barreau aimanté semble donc empreint d'une propriété qui oriente la limaille de fer et les aiguilles aimantées. A ce stade de l'expérience, cette propriété en un lieu donné (là où on observe le comportement d'une aiguille aimantée par exemple) présente donc deux caractéristiques : une direction qui est la tangente en ce point à une ligne de champ, et un sens qui oriente cette tangente du Sud vers le Nord de l'aiguille aimantée posée en ce point. Il ne manque donc qu'un qualificatif d'intensité pour décrire cette propriété par un vecteur, ce qui viendra après la découverte du lien entre magnétisme et électricité et permettra de décrire le magnétisme de l'aimant à l'aide d'un champ de vecteurs.

Forces magnétiques entre aimants

Si on approche le pôle Sud d'un aimant du pôle Nord (respectivement Sud) d'un autre, les deux aimants se repoussent (respectivement s'attirent), selon une force qui décroît assez vite en fonction de la distance entre les aimants.

Aimantation induite

Si on approche une petite aiguille de fer d'un barreau aimanté, celle-ci s'aimante à son tour et vient se coller sur le barreau aimanté. En plaçant convenablement l'aiguille selon l'axe du barreau (dans la direction des lignes du champ magnétique) on peut l'aimanter de telle sorte à en faire une boussole.

VI L'expérience d'Oersted

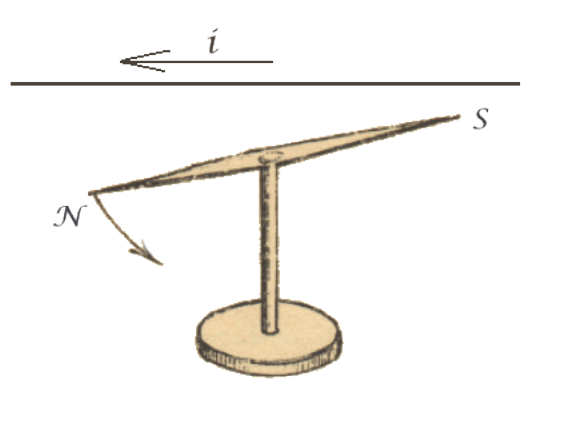
Nous vous proposons d'abord une petite expérience de pensée. Par temps d'orage, placez-vous en un point élevé, loin de tout arbre, sous une cage de Faraday (attention la cage est essentielle si vous tenez à la vie !). Déposez une boussole à l'extérieur de la cage et regardez ce qui se passe. Si la foudre ne tombe pas loin de vous, vous devriez voir l'aiguille de la boussole tourner vivement.

Oersted a peut-être été inspiré par ce phénomène, en approchant en 1820 une aiguille aimantée d'un fil rectiligne parcouru par un courant d'intensité constante.

Faites alors une expérience pour de vrai cette fois-ci, car la précédente, il vaut mieux éviter, en prenant une pile plate, en redressant ses deux bornes en forme de lamelles et en les court-circuitant avec un morceau rectiligne de fil de cuivre. Disposez la pile de telle sorte que le fil de cuivre soit dans la direction Nord-Sud, le courant allant du sud vers le Nord, puis approchez une boussole par dessus. Vous devriez voir l'aiguille tourner vers l'Est mais pas complètement.

C'est ce qu'a observé Oersted :

Une aiguille aimantée, placée au dessus ou au dessous d'une portion de conducteur rectiligne disposé de telle sorte que l'aiguille soit parallèle au conducteur en l'absence de courant, et parcourue par un courant (le témoignage du passage du courant pouvant être des débits gazeux dans un électrolyte) subit une déviation qui tend à la diriger perpendiculairement à la direction du conducteur.



Si, placée sous le conducteur comme dans l'exemple de la figure ci-dessus, l'aiguille dévie vers l'Ouest, alors placée au dessus du conducteur, elle dévie vers l'Est.

La déviation est d'autant plus marquée que le courant traversant le conducteur est important (courant apprécié par la vitesse d'apparition des volumes gazeux dans un électrolyte).

Toutefois, il va revenir à Ampère de définir les concepts permettant d'interpréter convenablement l'expérience d'Oersted.

VII L'interprétation d'Ampère et la naissance du galvanomètre

L'expérience d'Oersted a suggéré à André Marie Ampère que l'action du courant se combinait avec celle du magnétisme naturel terrestre. Le savant émit l'idée qu'en l'absence de ce dernier, l'aiguille aimantée s'orienterait perpendiculairement au conducteur parcouru par un courant qui lui est proche. Pour vérifier son intuition, des dispositifs permettant d'éliminer l'action du magnétisme terrestres furent construits.

Premier dispositif : aiguille horizontale astatique :

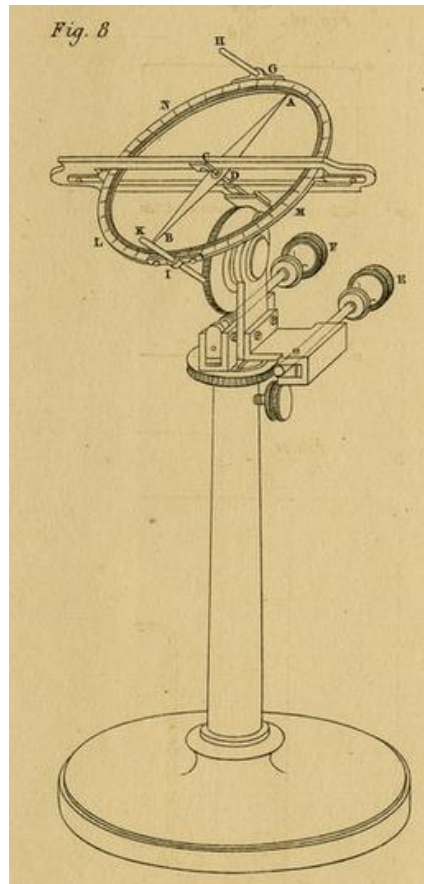


Ce type de dispositif, inventé par Ampère, est constitué de deux aiguilles aimantées disposées en sens inverse selon le montage de la figure ci-dessus. Les influences du champ magnétique terrestre sur les deux aiguilles se compensant, le système n'a pas de position d'équilibre définie. Il est **astatique**.

Ce type d'instrument, placé au dessus d'un conducteur (fil rectiligne) parcouru par un courant, permet par sa sensibilité, de définir un premier type d'instrument permettant de mesurer un courant électrique, instrument qui sera qualifié par Ampère de galvanomètre.

"Il manquait un instrument qui fit connaître la présence du courant dans une pile ou un conducteur, qui en indiquât l'énergie et la direction. Cet instrument existe aujourd'hui ; [...] un appareil semblable à une boussole, et qui n'en diffère que par l'usage qu'on en fait [...]. Je pense [qu'] on doit lui donner le nom de *galvanomètre*."

Second dispositif : aiguille aimantée inclinée dans un cadran



Grâce à ce dispositif, l'aiguille aimantée, se trouvant perpendiculaire à la direction du magnétisme terrestre, demeure en équilibre quelle que soit sa position. Elle est là encore astatique.

En plaçant alors un fil conducteur dans un plan parallèle au plan dans lequel l'aiguille peut pivoter (fil attaché aux petits barreaux isolants en verre GH et IK) et en faisant passer un courant dans ce fil, on a pu observer que l'aiguille dévie de telle sorte à s'orienter perpendiculairement à la direction du courant.

Constance de la mesure le long d'un circuit fermé :

Ampère a constaté qu'en déplaçant son dispositif de mesure de courant (« galvanomètre ») en différentes positions d'un circuit électrique fermé et alimenté par une pile, la déviation de l'aiguille aimantée restait la même. Cette observation a conduit à formuler le principe suivant :

Dans un circuit électrique fermé alimenté par une pile, l'intensité est la même en tous points du circuit.

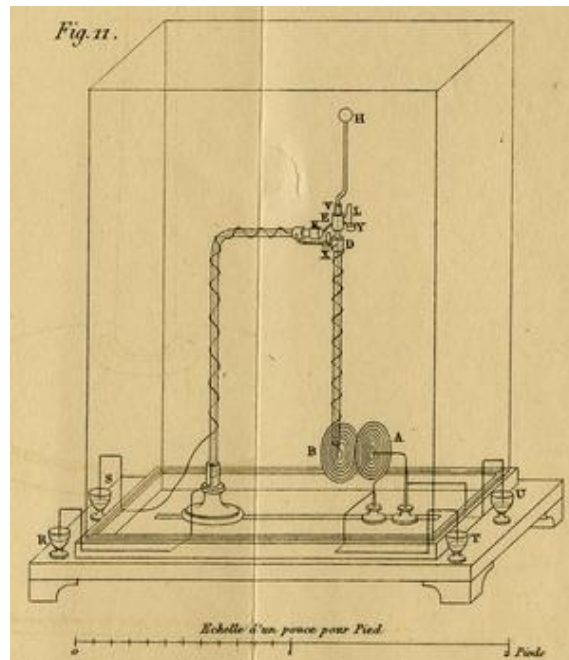
Toutefois, d'autres expériences, notamment celle de Laplace, permirent de développer des instruments plus précis et plus sensibles pour mesurer l'intensité, à l'origine des ampèremètres analogiques modernes, eux-mêmes supplantés par des ampèremètres électroniques numériques.

VIII Magnétisme produit par les courants

Ampère est l'un des premiers à avoir compris la liaison entre magnétisme et électricité. Il va le mettre en évidence plus particulièrement en enroulant un conducteur en spirale puis en hélice et en montrant que le passage d'un courant dans un tel conducteur le transforme en aimant. Cela va conduire à une technologie révolutionnaire, celle de l'électro-aimant.

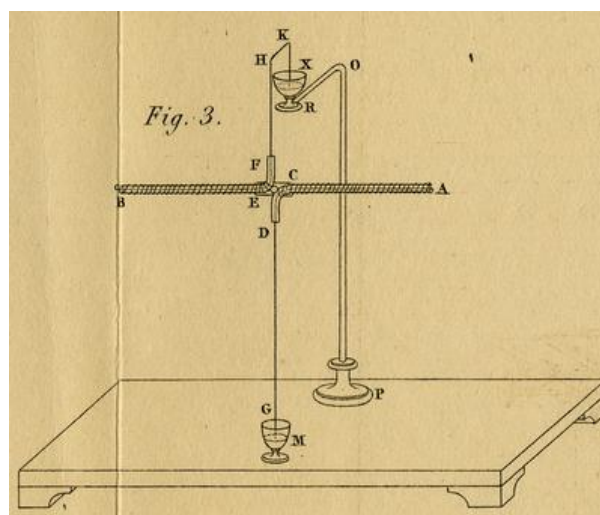
Expériences d'Ampère des spirales parcourues par un courant :

Ampère a observé que deux fils conducteurs enroulés en spirales et disposés selon un même axe s'attirent ou se repoussent selon qu'ils sont parcourus par des courant tournant dans le même sens dans les spires ou dans des sens inverses. Ampère dut pour cela acheter une pile ayant une tension suffisante sans quoi l'expérience n'était pas concluante.



Expériences d'Ampère des solénoïdes parcourus par un courant :

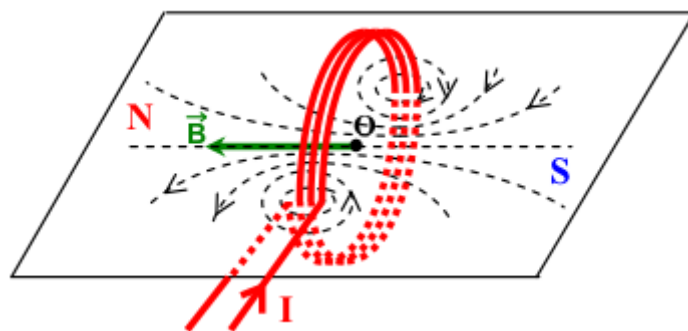
Ampère qualifie de solénoïde un bobinage en hélice. Il met en évidence que deux solénoïdes placés à faible distance sur un même axe se comportent comme les spirales citées précédemment.



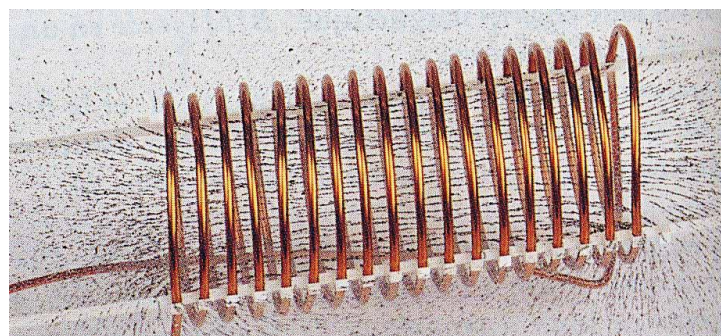
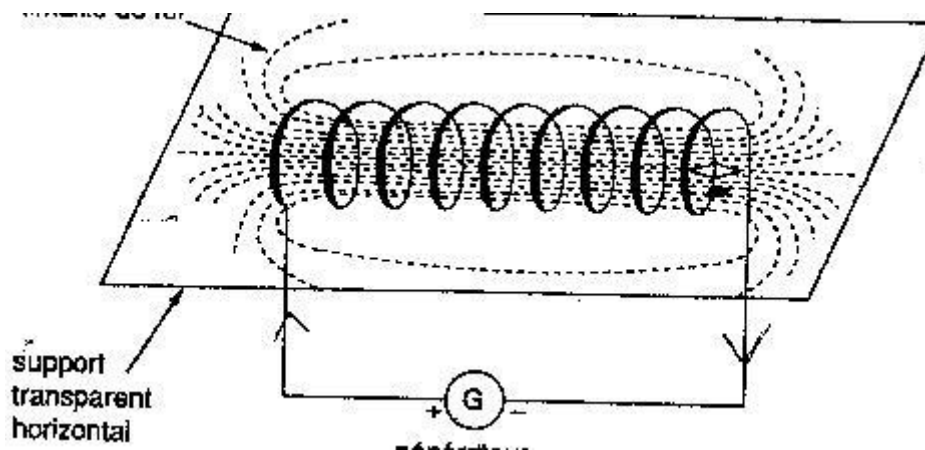
Lignes de champ magnétique créées par des conducteurs parcourus par un courant

Afin de parfaire l'analogie avec les aimants, observons les lignes de champ magnétique produites par des bobines plates, qui sont analogues aux spirales d'Ampère, puis des solénoïdes et des fils rectilignes, parcourus par un courant d'intensité constante.

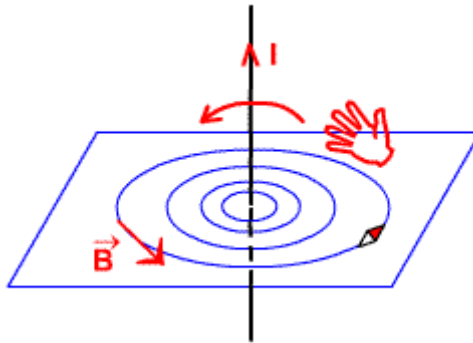
Bobine plate :



Solénoïde :



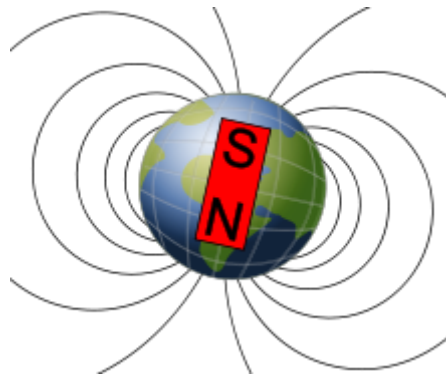
Fil rectiligne :



L'origine du magnétisme terrestre :

Ampère interpréta le magnétisme terrestre comme étant le fait de courants électriques circulant au sein de la Terre.

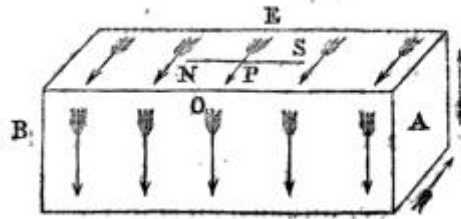
Cela a conduit à voir cette dernière comme un gigantesque aimant dont le pôle Nord géographique est le pôle Sud magnétique et le pôle Sud géographique, le pôle Nord magnétique.



L'origine du magnétisme dans les matériaux aimantés.

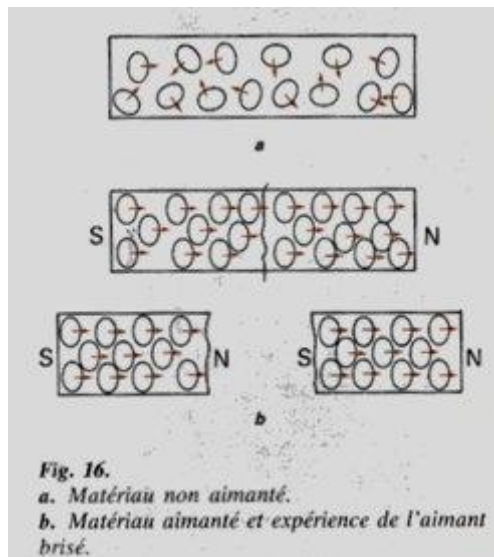
Ampère fut également un des premiers à proposer une explication du magnétisme de certains minéraux comme la magnétite ou bien des matériaux comme le fer, une fois aimanté.

Selon lui existaient au sein de tels matériaux des courants qu'il pensait macroscopiques dans une première vision (voir figure ci-dessous)



Puis il se rallia à l'idée de courants particuliers, s'approchant des thèses modernes sur l'origine du magnétisme, lesquelles cependant incluent les visions de la physique quantique.

Il reste cependant intéressant de conserver la vision classique d'électrons orbitant selon des orbites formant de petits courants en forme de spire. L'arrangement selon des axes parallèles de ces spires explique alors le magnétisme.



Il est alors aisé de comprendre pourquoi un aimant coupé en deux génère deux aimants (voir figure ci-dessus).