

CHAPITRE XIX.

MAGNÉTISME.

Attraction qui s'exerce entre l'aimant et le fer. — Pôles des aimants. — Aiguille aimantée. — Magnétisme terrestre. — Déclinaison et inclinaison. — Boussoles. — Procédés d'aimantation.

Attraction qui s'exerce entre l'aimant et le fer.

242. *Magnétisme.* — On entend par *magnétisme* l'ensemble des phénomènes que présentent certains corps appelés *aimants*. Ce mot sert encore à désigner la cause de ces phénomènes.

243. *Aimants.* — Les *aimants* sont des substances qui jouissent de la propriété d'attirer le fer, l'acier, et quelques autres métaux, tels que le nickel, le cobalt et le chrome. On les divise en aimants *naturels* et en aimants *artificiels*.

1^o *Aimants naturels.* Les aimants naturels, que l'on appelle encore *pierres d'aimant*, se trouvent très-abondamment dans la nature : ils sont tous formés d'un oxyde de fer désigné en chimie sous le nom d'*oxyde magnétique*. Cet oxyde a pour formule Fe^3O^4 . On le trouve principalement en Suède et en Norvège, où on l'emploie comme minerai pour la fabrication du fer.

2^o *Aimants artificiels.* Les aimants artificiels sont des barreaux ou des aiguilles d'acier trempé, auxquels on a communiqué les propriétés des aimants naturels à l'aide de procédés dont nous parlerons plus loin. Ils ont sur les aimants naturels l'avantage d'être, en général, plus puissants et d'un emploi beaucoup plus commode.

244. *Attraction qui s'exerce entre l'aimant et le fer.* — Cette attraction s'exerce soit au contact, soit à distance, à travers tous les corps qui ne sont pas eux-mêmes magnétiques, tels que le bois, le papier, le carton, le verre, etc. Son intensité décroît rapidement à mesure que la distance augmente, et elle

varie avec la température. Quand on chauffe, en effet, un barreau aimanté, sa force magnétique diminue de plus en plus ; mais il la reprend en se refroidissant, pourvu cependant qu'il n'ait pas été chauffé jusqu'au rouge, température à laquelle il la perd sans retour.

Pôles des aimants.

245. *Pôles des aimants.* — La force magnétique n'est pas la même à tous les points de la surface d'un aimant (*fig. 169*). Elle est nulle à sa partie moyenne, qui pour cette raison a reçu le nom de *ligne neutre*, et s'accroît à partir de cette ligne jusqu'à deux points P et P' situés au voisinage de ses extrémités, et que l'on désigne sous le nom de *pôles magnétiques*. Pour le démontrer, il suffit de plonger dans de la limaille de fer une aiguille ou un barreau aimanté. On voit alors la limaille s'attacher avec force aux deux bouts du barreau, où elle forme des filaments dont la longueur et le nombre vont en diminuant vers sa partie moyenne, au niveau de laquelle l'adhérence est nulle.

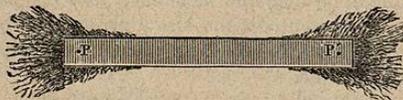


Fig. 169.

Le même phénomène se reproduit avec tous les aimants naturels ou artificiels. Donc tout aimant possède au moins une ligne neutre et deux pôles. Nous disons au moins, parce qu'il peut se faire qu'en raison de certains accidents d'aimantation une aiguille ou un barreau présente, entre ses deux pôles extrêmes, d'autres pôles intermédiaires que l'on appelle *points conséquents*. Mais comme cette disposition des aimants est exceptionnelle, nous supposerons toujours, dans les développements qui vont suivre, que les aimants n'ont qu'une ligne neutre et deux pôles.

246. *Action mutuelle des aimants.* — Les deux pôles des aimants ont reçu les noms, l'un de *pôle austral* et l'autre de *pôle boréal*, en raison de l'action directrice que la terre exerce sur l'aiguille aimantée. Bien que ces deux pôles aient la même action sur le fer, la force magnétique qu'ils possèdent est essentiellement différente dans chacun d'eux. En effet, si l'on ap-

proche du pôle austral d'une aiguille librement suspendue le pôle semblable d'une autre aiguille que l'on tient à la main, on observe une vive répulsion; si, au contraire, on présente le même pôle austral au pôle boréal de l'aiguille mobile, il y a attraction. Les mêmes phénomènes se reproduisent en sens inverse si l'on approche successivement des deux pôles de l'aiguille mobile le pôle boréal de l'aiguille fixe. L'action réciproque des deux aimants est donc soumise à la loi suivante : *Les pôles de même nom se repoussent, et les pôles de noms contraires s'attirent.*

247. Hypothèse des deux fluides magnétiques. — Les phénomènes d'attraction et de répulsion que nous venons d'indiquer ont conduit les physiciens à supposer, pour le magnétisme comme pour l'électricité, l'existence de deux fluides contraires s'attirant mutuellement, et dont les molécules de chacun se repoussent. Ces deux fluides ont été appelés, l'un *fluide austral* et l'autre *fluide boréal*, suivant le nom des pôles des aimants où leur intensité prédomine. Nous admettrons encore cette hypothèse par laquelle on explique facilement tous les phénomènes magnétiques; mais nous devons, dès à présent, faire observer qu'il est bien plus probable que ces phénomènes dépendent de l'électricité dynamique.

248. Substances magnétiques. — On entend par *substances magnétiques* toutes celles que l'aimant attire avec plus ou moins d'énergie : telles sont le fer, l'acier, le nickel, le cobalt et le chrome. On admet que toutes ces substances renferment les deux fluides magnétiques à l'état de *fluide neutre* ou de combinaison. Les substances magnétiques se distinguent des aimants, parce qu'elles n'exercent dans leur état ordinaire aucune attraction les unes sur les autres, et que, présentées successivement aux deux pôles d'un aimant, elles les attirent indistinctement l'un et l'autre

249. Aimantation par influence. — Le fluide magnétique neutre que renferment les substances magnétiques peut être décomposé par l'influence d'un aimant, soit au contact, soit à distance.

Pour démontrer ce fait, on présente à l'un des pôles d'un barreau aimanté AB (fig. 170) un petit cylindre *ab* de fer doux. Supposons que ce soit au pôle austral A. Dès que la distance

est suffisamment petite, et, à plus forte raison, quand le contact a lieu, le fluide magnétique neutre du petit cylindre de fer est décomposé; son fluide boréal *b* est attiré vers l'extrémité la plus rapprochée du pôle austral A du barreau aimanté, tandis que son fluide austral *a* est repoussé vers l'autre extrémité. Le petit cylindre devient alors lui-même un aimant, ayant sa ligne neutre et ses deux pôles; il peut à son tour en attirer un autre *b'a'*, lequel en attirera un troisième *b'a'*, et ainsi de suite, tant que l'influence du barreau sera assez énergique. Mais cette aimantation ne dure en général que pendant le temps où s'exerce cette influence; car aussitôt que l'on sépare du barreau le premier cylindre, les autres se détachent et ne conservent aucune trace de magnétisme; ce qui prouve que leurs fluides, un instant séparés, se sont immédiatement recomposés. Les filaments que forment les grains de limaille autour des pôles des aimants sont également un effet de l'aimantation par influence.



Fig. 170.

250. Force coercitive. — La décomposition par influence des deux fluides magnétiques, et leur recombinaison quand l'influence a cessé d'agir, n'est pas également facile pour toutes les substances magnétiques. Avec le fer doux, ce double effet se produit instantanément, comme le prouve l'expérience précédente; mais dans l'acier trempé, par exemple, la séparation des fluides est lente et difficile. Il faut, pour l'obtenir, un contact prolongé ou des frictions répétées avec un aimant. Réciproquement, lorsque la décomposition est effectuée, les deux fluides restent séparés, et l'acier peut conserver indéfiniment ses propriétés magnétiques après avoir été soustrait à l'influence de l'aimant qui les lui a communiquées. Or, cet obstacle qui, dans l'acier trempé, s'oppose d'abord à la séparation des fluides magnétiques, et ensuite à leur recombinaison, est le résultat d'une force qui a reçu le nom de *force coercitive*. Cette force est d'autant plus grande que la trempe de l'acier est plus dure. Le fer doux ou fortement recuit en est totalement dépourvu, mais il peut l'acquérir à un certain degré par l'oxydation, la pression ou la torsion.

251. Théorie du magnétisme. — Bien que les deux fluides magnétiques semblent séparés l'un de l'autre par la ligne neutre et paraissent être distribués d'une manière distincte dans les

pôles d'un aimant, il ne faudrait pas croire que chaque pôle contient exclusivement, l'un du fluide austral et l'autre du fluide boréal. Les deux fluides, au contraire, sont répandus dans toutes les parties de l'aimant. Si l'on prend, en effet (fig. 171), une longue aiguille aimantée AB dont on a reconnu la ligne neutre et les deux pôles, et qu'on la casse en son milieu, chaque moitié devient aussitôt elle-même un aimant complet *ab*, ayant aussi sa ligne neutre et ses deux pôles contraires. Si l'on brise ensuite par le milieu ces deux nouveaux aimants, on observe encore le même phénomène, c'est-à-dire la formation instantanée d'un aimant complet *a'b'* pour chacun des fragments séparés, et ainsi de suite, aussi loin qu'il est possible de pousser l'expérience. Les deux fluides magnétiques existent donc dans toutes les parties d'un aimant. Pour expliquer leur séparation apparente dans les deux pôles, on admet que les deux fluides austral et boréal sont distribués autour de chaque molécule de l'aimant, dans deux directions constantes et opposées l'une à l'autre, ce qui donne deux résultantes contraires, dont les points d'application, voisins des extrémités de l'aimant, forment les pôles, et dont le plan de séparation forme la ligne neutre.

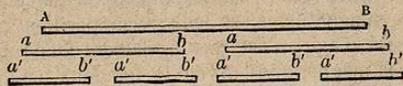


Fig. 171.

252. *Action des aimants sur tous les corps.* — Le fer, l'acier, le nickel, le cobalt et le chrome ne sont pas les seules substances sur lesquelles peuvent agir les aimants. Beaucoup d'autres corps sont sensibles à leur action, mais d'une manière très-faible. La connaissance de ce fait résulte d'expériences très-déliées exécutées par Coulomb en 1812, et plus tard par MM. Lebaillif et Becquerel. Ces observateurs ont reconnu que certaines substances sont attirées par l'aimant, tandis que d'autres sont repoussées. Les premières ont reçu le nom de *corps magnétiques*, les secondes ont été nommées *corps diamagnétiques*. L'or, l'argent, le verre, le bois, sont des corps magnétiques; le bismuth, le plomb, le soufre, la cire, l'eau, sont, au contraire, diamagnétiques.

253. *Loi des attractions et des répulsions magnétiques.* — Les actions magnétiques qui s'exercent entre les pôles con-

traires ou semblables de deux aimants sont soumises à la loi suivante, découverte par Coulomb : *Les attractions et les répulsions magnétiques varient en raison inverse du carré des distances.* Cette loi se démontre, comme celle des attractions électriques, au moyen de la balance de torsion, ou par la méthode des oscillations. Cette dernière méthode consiste à faire osciller une petite aiguille aimantée sous l'influence d'un aimant placé successivement à diverses distances, et à compter le nombre des oscillations qu'elle exécute dans un même temps; on trouve ensuite la loi par le calcul.

Aiguille aimantée. — Magnétisme terrestre. — Déclinaison et inclinaison. — Boussole.

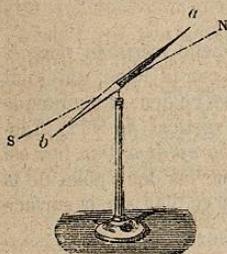


Fig. 172.

254. *Aiguille aimantée.* — Lorsqu'une aiguille aimantée repose par son centre de gravité sur un pivot vertical autour duquel elle peut tourner librement (fig. 172), elle prend toujours d'elle-même une position fixe à laquelle elle est invinciblement ramenée, lorsqu'on l'en écarte, après une série d'oscillations. On observe que l'un de ses pôles *a* se dirige constamment vers le nord, et l'autre pôle *b* vers le sud.

255. *Magnétisme terrestre.* — La force magnétique qui agit sur l'aiguille aimantée s'exerce dans tous les lieux de la terre, sur le sommet des plus hautes montagnes comme dans les mines les plus profondes. Elle a donc son siège dans le globe terrestre lui-même, lequel peut être considéré comme un vaste aimant dont la ligne neutre est située au voisinage de l'équateur et les deux pôles magnétiques aux environs des pôles de rotation. Les fluides magnétiques terrestres ont reçu les noms des pôles de rotation où leur intensité prédomine. Ainsi celui qui prédomine au pôle nord a été nommé fluide boréal, tandis que l'autre a été appelé fluide austral. Or, comme les fluides de nom contraire s'attirent et que ceux de même nom se repoussent, l'extrémité de l'aiguille qui se dirige vers le nord ou vers le pôle boréal de la terre a dû recevoir le nom de pôle austral, et réciproquement,

l'extrémité qui se tourne vers le sud a été nommée pôle *boréal*. D'où il résulte que les pôles de l'aiguille aimantée sont désignés en sens inverse des pôles magnétiques terrestres.

Remarque. — L'action de la terre sur l'aiguille aimantée est une action *purement directrice*, dont l'effet se borne à faire tourner l'aiguille sur son pivot de manière à placer dans le prolongement l'une de l'autre les deux forces contraires qui la sollicitent. Il suffit, pour démontrer ce principe, de fixer une aiguille aimantée sur un disque de liège flottant sur l'eau : on voit alors cette aiguille tourner autour de son centre et s'orienter du sud au nord ; mais on n'observe *aucun mouvement de translation* du disque vers un point quelconque de la surface du liquide, ce qui prouve que l'aiguille n'est ni attirée ni repoussée, mais simplement *dirigée* par la terre, qui agit sur elle à la manière d'un couple.

256. Méridien magnétique. — On appelle *méridien magnétique* d'un lieu le plan vertical passant par la ligne qui joint les pôles d'une aiguille aimantée placée en ce lieu, et maintenue horizontalement en équilibre sur un axe vertical (fig. 472). Rappelons ici que le *méridien terrestre* ou *géographique* d'un lieu est le plan vertical qui passe par ce lieu et par les deux pôles de la terre, et que la *méridienne* est la trace de ce plan sur la surface du globe.

257. Déclinaison. — Nous venons de dire que les pôles d'une aiguille aimantée, mobile autour de son centre dans un plan horizontal, se dirigent constamment l'un vers le nord et l'autre vers le sud. Mais cette direction ne coïncidant pas exactement avec la méridienne, on appelle *déclinaison magnétique* l'angle que forme le méridien magnétique avec le méridien terrestre, ou plus simplement, *l'angle plan formé par la direction de l'aiguille avec la méridienne passant par son centre de mouvement*. Ainsi, dans la fig. 473, l'angle AON est l'angle de déclinaison formé par la méridienne NS et par l'aiguille AB mobile autour du point O. La déclinaison est dite *orientale* ou *occidentale*, selon que le pôle austral de l'aiguille se dirige à l'est ou à l'ouest de la méridienne.

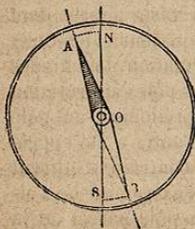


Fig. 473.

258. Variations de la déclinaison. — La déclinaison varie, selon les différents lieux de la terre, avec la latitude et avec la longitude. Elle est occidentale en Europe, orientale en Amérique et dans le nord de l'Asie. Il y a des points du globe où elle est nulle, c'est-à-dire où les deux méridiens magnétique et terrestre coïncident : l'ensemble de ces points forme des lignes sinueuses appelées *lignes sans déclinaison*. La déclinaison change encore pour un même lieu avec le temps : elle est actuellement occidentale à Paris et d'environ 20°; mais elle a grandement varié depuis à peu près trois siècles, comme le montre le tableau suivant des observations faites à Paris depuis l'année 1580 :

Années.	Déclinaisons.	Années.	Déclinaisons.
1580.	11° 30' à l'est.	1830.	22° 10'.
1618.	8°.	1850.	20° 21'.
1663.	0.	1855.	19° 57'.
1700.	8° 10' à l'ouest.	1860.	19° 32'.
1800.	22° 5'.	1865.	18° 57'.
1814.	22° 34' à l'ouest.	1871.	17° 40'.

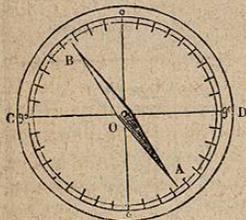
On voit, par ce tableau, que la déclinaison a varié à Paris de plus de 32°, en allant toujours de l'est à l'ouest depuis 1580, époque des premières observations, jusqu'en 1814, où elle a atteint son maximum 22°, 34' à l'ouest. Depuis cette époque, elle n'a plus cessé de rétrograder vers l'est.

Indépendamment de ces variations que l'on peut appeler *variations séculaires*, et dans lesquelles l'aiguille aimantée semble osciller lentement autour du méridien terrestre, la déclinaison éprouve encore des *variations diurnes*. Depuis le lever du soleil jusqu'à trois heures après midi, le pôle austral de l'aiguille s'avance vers l'ouest ; de 3 heures à minuit environ, il retourne à l'est. Pendant la nuit l'aiguille reste stationnaire. Ces variations diurnes sont très-petites ; leur amplitude ne dépasse pas un quart de degré.

259. Perturbations de l'aiguille aimantée. — L'aiguille aimantée est quelquefois soumise à des *perturbations* ou variations accidentelles dans sa direction. Ces perturbations sont la conséquence de quelques-uns des grands phénomènes naturels,

tels que les aurores boréales, les tremblements de terre, les éruptions volcaniques et surtout le passage de la foudre au voisinage de l'aiguille. Dans ce dernier cas, l'aiguille peut perdre son magnétisme; on a vu quelquefois ses pôles renversés en sens contraire, accident qui a pu faire courir de grands dangers aux navigateurs.

260. Inclinaison. — Lorsqu'une aiguille est suspendue par son centre de gravité sur un axe horizontal autour duquel elle peut tourner librement dans un plan vertical, elle prend encore une direction fixe qui dépend de la situation du plan vertical



dans lequel elle se meut. Lorsque ce plan coïncide avec le méridien magnétique, le plus petit des deux angles que fait la moitié australe de l'aiguille avec l'horizon porte le nom d'inclinaison magnétique. Ainsi dans la fig. 174 l'angle DOA, formé par l'horizon CD et par la moitié australe OA de l'aiguille AB est l'angle d'inclinaison. Cet angle varie suivant une progression déterminée par la latitude.

261. Équateur et pôles magnétiques de la terre. — Dans les régions équatoriales, on trouve une série de points où l'aiguille, également sollicitée de chaque côté par les deux pôles magnétiques de la terre, se tient horizontale, et où, par conséquent, l'inclinaison est nulle. La ligne qui joint ces points forme une courbe sinuëuse qui coupe l'équateur terrestre en deux points opposés, à partir desquels elle s'en écarte d'environ 15° à 16° , en passant de l'un à l'autre hémisphère. Cette ligne a reçu le nom d'équateur magnétique. Si, partant de cet équateur, on s'avance vers l'un ou l'autre des deux pôles terrestres, on voit le pôle contraire de l'aiguille s'incliner de plus en plus au-dessous de l'horizon et finir par prendre une direction verticale. L'inclinaison est alors de 90° , et elle indique, dans chaque hémisphère, la situation du pôle magnétique correspondant. C'est ainsi que l'on a reconnu que le pôle magnétique boréal est situé vers le 75° degré de latitude nord, et le pôle magnétique austral vers le 72° degré de latitude sud.

262. Variations de l'inclinaison magnétique. — L'inclinaison magnétique d'un lieu varie avec le temps, comme la déclinaison. En 1670, époque à laquelle ont commencé les observations, elle était, à Paris, de 75° . Depuis cette époque, elle a toujours diminué, et elle n'est plus actuellement que de $65^{\circ} 30'$.

263. Boussoles. — On désigne sous le nom de boussoles les instruments destinés à mesurer la déclinaison ou l'inclinaison magnétique. Il y a donc deux sortes de boussoles : celle d'inclinaison et celle de déclinaison.

Boussole de déclinaison. — Cette boussole consiste (fig. 175) en un cadran horizontal au centre duquel est un pivot vertical en acier. Une aiguille aimantée très-légère repose sur ce pivot par une chape en agate, et peut ainsi se mouvoir autour du cadran dont le limbe est gradué. Deux diamètres NS, OE, se coupant à angles droits, servent à orïenter la boussole. On emploie cet instrument pour mesurer la déclinaison d'un lieu dont on connaît le méridien terrestre, et réciproquement, pour trouver ce méridien quand on connaît la déclinaison.

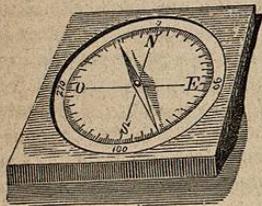


Fig. 175.

1^o Pour mesurer la déclinaison, il suffit d'orienter la boussole, c'est-à-dire de placer le diamètre NS dans le plan du méridien terrestre, l'extrémité N dirigée vers le nord. On lit alors sur la division du cadran l'angle que fait l'aiguille avec le diamètre NS. Cet angle indique la valeur de la déclinaison.

2^o Pour trouver le méridien terrestre d'un lieu dont on connaît la déclinaison, on tourne la boussole jusqu'à ce que l'angle formé par l'aiguille et par le diamètre NS soit égal à l'angle de déclinaison du lieu. Le diamètre NS est alors dans le plan du méridien terrestre.

Méthode du retournement. — La distribution du magnétisme dans les aiguilles des boussoles n'est pas toujours régulière, en ce sens que leur axe magnétique ne coïncide pas constamment avec leur axe de figure. La déclinaison donnée directement par de telles aiguilles est donc inexacte : elle est toujours trop grande ou trop petite. C'est pour corriger cette cause

d'erreur que l'on emploie la *méthode du retournement*. Cette méthode consiste à faire deux observations en retournant successivement l'aiguille sur chacune de ses deux faces. Supposons que la déclinaison trouvée soit de 48° dans l'une des observations et de 46° dans l'autre. Il est évident que le premier angle sera plus grand que la déclinaison réelle, et le second plus petit. Or, comme la différence en plus ou en moins est la même, il suffira, pour avoir exactement la déclinaison, de prendre la moyenne ou la demi-somme des deux observations, ce qui donnera, pour l'exemple que nous avons choisi, un angle de 47° .

Boussole marine. — La boussole marine, nommée encore *compas de mer* ou *compas de variation*, est une boussole de déclinaison dont se servent les navigateurs pour diriger la marche de leurs navires. Cette boussole est placée dans une boîte à l'arrière du bâtiment. Elle a pour cadran une feuille mince de talc recouverte d'un cercle de papier sur lequel est imprimée la *rose des vents*. Ce cadran est fixé sur la face supérieure de l'aiguille, et tourne avec elle devant une ligne appelée *ligne de foi*, dont la direction, parallèle à la quille du vaisseau, est indiquée par deux points marqués sur les bords de la boîte. La boussole marine est suspendue de manière à conserver toujours sa position horizontale, malgré les oscillations du navire.

264. *Boussole d'inclinaison.* — Cette boussole (fig. 176) se compose essentiellement d'un cercle vertical en cuivre C dont le limbe est divisé et au centre duquel est un axe horizontal qui soutient l'aiguille *ab* par son centre de gravité. Ce cercle et l'axe de l'aiguille sont supportés par un cadre DEFG, lequel est mobile sur un cercle horizontal C' que soutient le pied de l'appareil. Trois vis calantes *m*, *n*, *o*, et un niveau à bulle d'air Z servent à placer le cercle C' dans le plan de l'horizon. Le cercle vertical C doit toujours être tourné dans la direction du méridien magnétique lorsqu'on veut observer l'inclinaison.

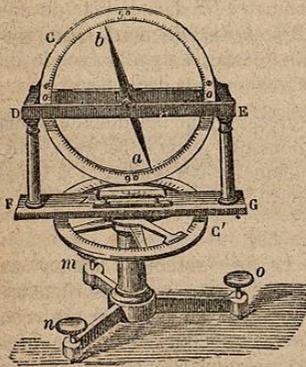


Fig. 176.

265. *Aimantation par l'action de la terre.* — La terre agit comme les aimants sur les substances magnétiques; elle décompose par influence leur fluide neutre et les transforme en aimants. Mais, comme cette influence est très-faible, elle ne peut avoir d'effet que sur les substances magnétiques dont la force coercitive est à peu près nulle. Voilà pourquoi l'action de la terre, insensible sur l'acier trempé, est au contraire très-évidente sur le fer doux. Lorsqu'on prend, en effet, une barre de fer doux d'environ un mètre de longueur et qu'on la dispose parallèlement à l'aiguille l'inclinaison dans le méridien magnétique, ses deux fluides se séparent aussitôt; un pôle austral se forme dans la partie de la barre dirigée vers le nord, tandis qu'un pôle boréal se développe à l'autre extrémité. Mais, comme la force coercitive du fer doux est nulle, il suffira de retourner la barre, toujours maintenue dans le méridien magnétique, pour intervertir aussitôt ses deux pôles. Toutefois si, pendant que la barre de fer est sous l'influence du globe terrestre, on frappe quelques coups de marteau sur l'une de ses extrémités, on lui communiquera une certaine force coercitive en vertu de laquelle ses pôles magnétiques pourront se fixer pour quelque temps.

Remarque. La torsion, l'oxydation, l'action de la lime et presque toutes les actions mécaniques ou chimiques produisent sur le fer doux le même effet que la percussion, en ce sens qu'elles y développent un certain degré de force coercitive.

266. *Aiguilles astatiques.* — On appelle *aiguilles astatiques* celles qui sont soustraites à l'action directrice du globe. On parvient à rendre des aiguilles astatiques de deux manières différentes: 1^o en les suspendant sur un axe situé dans le plan du méridien et parallèle à l'inclinaison; 2^o en réunissant parallèlement (fig. 177), les pôles contraires en regard, deux aiguilles de même force. Dans le premier cas, l'action directrice du globe, agissant suivant l'axe, ne peut imprimer à l'aiguille aucune direction déterminée; dans le second cas, cette action est évidemment détruite.

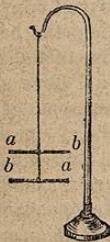


Fig. 177.

Procédés d'aimantation.

267. *Procédés d'aimantation.* — Nous avons vu (250) qu'en vertu de sa force coercitive, l'acier trempé conserve presque indéfiniment la puissance magnétique qui lui a été communiquée par un aimant, et devient lui-même un aimant plus ou moins énergique selon le degré de trempe qu'il a reçu. Il existe toutefois une limite dans la force coercitive de l'acier, et par conséquent dans la puissance magnétique que peut acquérir une aiguille ou un barreau. Quand cette limite est atteinte, on dit que l'acier est à son *point de saturation*. Le fer doux, qui, dans son état ordinaire, ne possède aucune force coercitive, peut en prendre un certain degré lorsqu'il est soumis à une forte torsion au choc d'un marteau. Il peut alors, comme l'acier, se transformer en un aimant sous l'influence des agents capables de décomposer son fluide neutre; mais ce genre d'aimant est toujours très faible et de courte durée. Les sources d'aimantation sur lesquelles reposent les procédés que nous devons faire connaître sont au nombre de trois : l'influence des aimants, le magnétisme terrestre et l'électricité. Nous ne parlerons ici que de l'aimantation par l'influence des aimants.

268. *Procédé d'aimantation par les aimants.* — Ce procédé, fondé sur l'aimantation par influence (249), comprend trois méthodes principales : 1^o la *méthode de la simple touche*; 2^o la *méthode de la double touche*; 3^o la *méthode de la touche séparée*.

1^o *Méthode de la simple touche.* Cette méthode ne peut convenir que lorsqu'il s'agit d'aimanter des aiguilles ou de petits barreaux, attendu qu'elle ne possède qu'une faible puissance d'aimantation. Elle consiste à faire glisser d'un bout à l'autre du barreau qu'on veut aimanter le pôle d'un aimant puissant, et à répéter plusieurs fois les frictions dans le même sens et sur les deux faces du barreau. L'extrémité que le pôle de l'aimant mobile quitte la dernière prend un pôle de nom contraire, tandis que l'autre extrémité prend un pôle de même nom. Indépendamment de son peu de puissance d'aimantation, ce procédé a encore l'inconvénient de développer fréquemment entre les pôles extrêmes du barreau des pôles intermédiaires ou points consé-

2^o *Méthode de la double touche.* Cette méthode, imaginée par Mitchell et perfectionnée par Æpinus, est celle qui possède le plus grand pouvoir d'aimantation. Elle doit donc être préférée toutes les fois qu'il s'agit d'aimanter à saturation des barreaux très-forts. Voici en quoi elle consiste : on place d'abord (fig. 178) les deux extrémités *b* et *a* du barreau que l'on veut aimanter sur les pôles contraires *A* et *B* de deux aimants puissants formés par des faisceaux magnétiques (251); puis on prend deux autres aimants de même force dont on applique les deux pôles contraires *A'* et *B'* sur le milieu du barreau, en les inclinant sur celui-ci d'un angle d'environ 20 degrés. Ces deux pôles sont séparés l'un de l'autre par une petite pièce de bois et sont placés dans le même ordre que les pôles des aimants fixes. Ces dispositions étant prises, on fait glisser les deux aimants mobiles vers l'une des extrémités du barreau, puis vers l'autre, et ainsi de suite en parcourant toute sa longueur. On répète ces frictions un certain nombre de fois sur les deux faces, en ayant soin de revenir toujours au milieu du barreau par l'extrémité contraire à celle par laquelle on a commencé. Cette méthode a encore, comme la première, l'inconvénient de donner assez souvent naissance à des points conséquents.

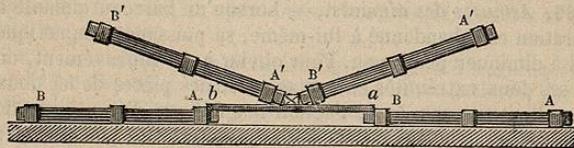


Fig. 178.

3^o *Méthode de la touche séparée.* C'est elle qui donne l'aimantation la plus régulière et que l'on emploie généralement pour aimanter les aiguilles des boussoles. Elle est encore connue sous le nom de *méthode de Duhamel*. On commence, comme dans la méthode précédente, par poser l'aiguille *ba* que l'on veut aimanter (fig. 179) entre les deux pôles contraires *A* et *B* de deux aimants ou faisceaux magnétiques puissants. On prend ensuite deux autres aimants d'égale force *A'B'*, dont on applique les pôles contraires, et dirigés dans le même sens que ceux des aimants fixes, sur la partie moyenne de l'aiguille, en les inclinant suivant un angle d'environ 25 degrés. Cela fait, on écarte les deux aimants mobiles l'un de l'autre