

circulant dans le même sens que le mouvement des aiguilles d'une montre (*):

3° L'action d'un aimant fixe peut aussi produire la *rotation continue* d'une portion de courant mobile, C'est ce que montre l'expérience suivante, inverse, quant au résultat, de celle que nous avons décrite

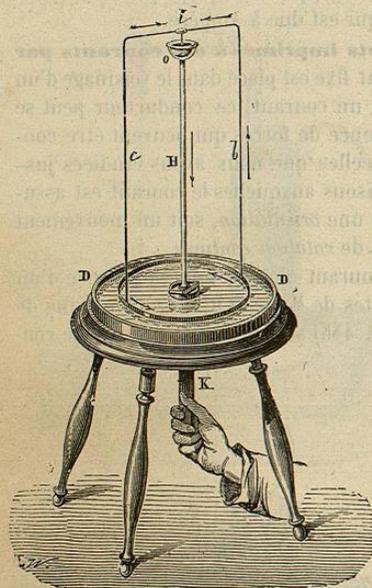


Fig. 447.

K au-dessous de la colonne métallique H, l'équipage prend un mouvement de rotation continu autour de son axe: si c'est le pôle austral de l'aimant qui a été présenté, la rotation a lieu de telle sorte que le système tourne dans le sens des flèches qui sont indiquées au milieu du liquide. — Le sens de cette rotation est, comme on voit, d'accord avec la loi d'Ampère (558); la continuité du mouvement peut se concevoir en remarquant que les courants verticaux conservent, quelle que soit leur position absolue, la même position par rapport à l'aimant. — Nous donnerons plus loin (582) une interprétation de cette expérience dans la théorie du magnétisme qui est due à Ampère.

(*) L'interprétation de ces faits par les principes fondamentaux de l'électro-magnétisme est un peu plus compliquée que celle de l'expérience de Boisgiraud (567.2), parce que le courant a une forme circulaire: nous ne la donnons pas ici. — Nous engagerons seulement le lecteur à revenir sur ces résultats, après avoir lu le chapitre V, et en considérant l'aimant comme assimilable à un solénoïde: ils apparaîtront alors comme une conséquence nécessaire de cette assimilation, et pourront aisément se fixer dans la mémoire.

plus haut (567, 3°). — Une cuvette de zinc DD (fig. 447), contenant de l'eau aiguisée d'acide sulfurique, porte en son centre une colonne métallique H; sur la coupelle o qui termine cette colonne, repose, par une pointe qui plonge dans du mercure, un équipage formé de deux fils métalliques verticaux b et c, et d'un cercle de cuivre horizontal plongé dans l'eau de la cuvette: l'équipage tout entier est ainsi rendu mobile autour d'un axe vertical passant par la pointe i. L'action de l'acide sulfurique sur le zinc développe un courant, dans le circuit qui est formé par la cuvette, le liquide acide, les fils verticaux et la colonne H; ce courant marche dans le sens des flèches de la figure. Si l'on place le pôle d'un aimant

CHAPITRE V

ÉLECTRO-DYNAMIQUE

I. — ACTIONS DES COURANTS SUR LES COURANTS.

569. **Phénomènes électro-dynamiques.** — L'expérience d'Ørsted, et l'ensemble des phénomènes électro-magnétiques, ont conduit Ampère à la découverte d'une autre série d'actions: celles des courants sur les courants, et celles de la terre sur les courants.

Tous les phénomènes qui se rattachent à ces actions, et dont l'étude constitue l'*électro-dynamique*, peuvent s'interpréter au moyen de trois principes fondamentaux, que nous allons d'abord établir, savoir: 1° le principe des *courants parallèles*; 2° le principe des *courants angulaires*; 3° le principe des *courants sinueux*.

570. **Principe des courants parallèles.** — Deux courants parallèles et de même sens s'attirent; deux courants parallèles et de sens contraires se repoussent.

Pour vérifier ce principe, l'une des dispositions les plus simples est la suivante, qui a été imaginée par Ampère:

Un fil métallique *adefg* (fig. 448), replié comme l'indique la figure, est terminé à ses deux extrémités *a* et *b* par des pointes d'acier, qu'on plonge dans des godets pleins de mercure. Ces godets communiquent, l'un *a*, avec une colonne métallique creuse H, dans laquelle on peut amener un courant, au moyen d'un fil plongeant dans le godet M; l'autre *b*, avec une tige métallique H', située à l'intérieur de H, isolée dans un tube de verre, et par laquelle le courant, après avoir parcouru l'équipage mobile, revient au godet N et à la pile. Le conducteur *defg* peut ainsi, sans cesser d'être parcouru par le courant tourner autour d'un axe vertical passant par *a* et *b*.

Pour avoir une autre portion de courant fixe, dont nous puissions

étudier l'action sur les diverses parties du conducteur mobile, nous intercalerons, dans le circuit de la pile, un fil métallique couvert de

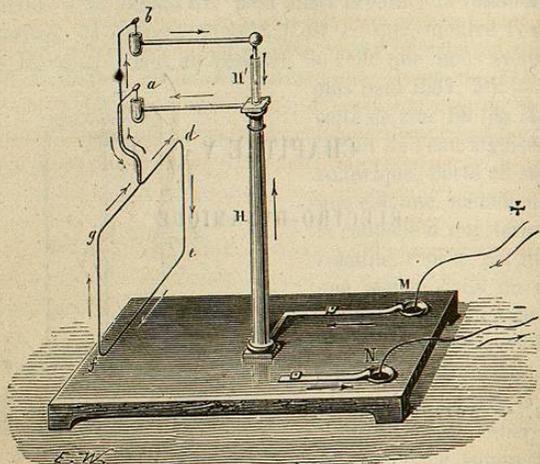


Fig. 448. — Appareil d'Ampère, pour l'étude des actions exercées sur un courant mobile.

soie, et enroulé un certain nombre de fois sur un cadre de bois rectangulaire MNPQ (fig. 449).

Si, tenant à la main le cadre MNPQ, on approche le côté vertical MN du côté vertical *fg*, on observe une attraction: or, les portions du fil qui couvrent le côté MN du cadre sont parallèles à *fg* (fig. 450), et le courant s'y propage dans le même sens que dans *fg*. — Donc deux courants parallèles et de même sens s'attirent.

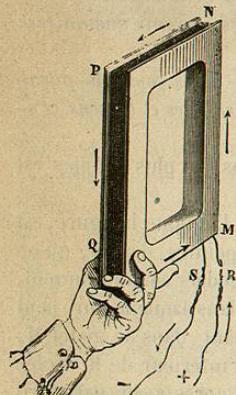


Fig. 449. — Courant fixe.

Au contraire, si l'on approche ce même côté MN du côté de du fil mobile, il se produit une répulsion: or, les portions du fil qui sont appliquées sur MN sont encore parallèles à de

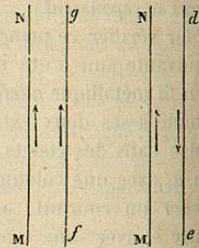


Fig. 450.

Fig. 451.

Action des courants parallèles.

(fig. 451), mais elles sont parcourues par le courant en sens contraire. — Donc deux courants parallèles et de sens contraires se repoussent.

571. Principe des courants non parallèles, ou courants angulaires. — Deux courants non parallèles s'attirent, quand ils s'approchent ou s'éloignent ensemble de leur point de croisement; ils se repoussent, quand l'un s'en approche tandis que l'autre s'en éloigne.

Reprenons le cadre MNPQ (fig. 449), et plaçons le côté PN au-dessous de *fe* (fig. 448), de manière qu'il fasse avec lui un certain angle. Les courants se propageant dans le sens indiqué par les flèches de la figure 452, on voit le côté mobile *ef* tourner sur lui-même, et ses deux moitiés *Oe*, *Of*, se porter respectivement vers ON et OP. Donc il y a attraction

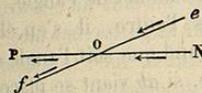


Fig. 452

Actions des courants angulaires.

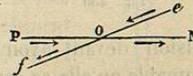


Fig. 453.

traction entre les deux côtés qui forment l'angle *eON*, et dans lesquels les deux courants s'approchent du sommet de l'angle; il y a aussi attraction entre les côtés qui forment l'angle *POf*, et dans lesquels les deux courants s'éloignent du sommet de l'angle. — Donc deux courants angulaires s'attirent, quand ils s'approchent ou s'éloignent ensemble de leur point de croisement.

Au contraire, si l'on intervertit le sens du courant dans l'un des conducteurs, par exemple dans les fils qui ont la direction NP, de telle sorte que le courant prenne la direction PN (fig. 453), on voit les deux moitiés *Oe* et *Of* s'éloigner respectivement de ON et OP, pour se porter vers OP et ON. Donc il y a répulsion entre les deux côtés de l'angle *eON*, dans lesquels l'un des courants s'approche du sommet de l'angle tandis que l'autre s'en éloigne; il en est de même pour les côtés de l'angle *POf*. — Donc deux courants angulaires se repoussent, quand l'un s'approche du point de croisement tandis que l'autre s'en éloigne.

Remarque. — Ce principe s'applique encore à deux courants non situés dans un même plan, comme *ab* et *cd* dans la figure 454, et c'est même toujours dans ces conditions que l'on réalise l'expérience. Au lieu du point de croisement, il faut alors considérer la perpendiculaire commune *pp'* à la direction des deux conducteurs. Il y a attraction entre les parties où les courants s'approchent ou s'éloignent ensemble de la perpendiculaire commune, et répulsion entre les parties où l'un des courants s'approche tandis que l'autre s'éloigne de cette perpendiculaire.

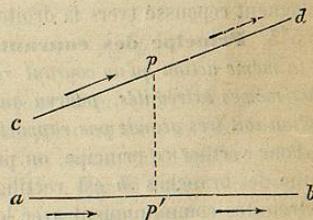


Fig. 454.

572. **Répulsion exercée entre deux portions consécutives d'un même courant rectiligne.** — Il résulte du principe précédent que deux portions consécutives d'un même courant rectiligne doivent se repousser. En effet, concevons un conducteur abc (fig. 455), formé

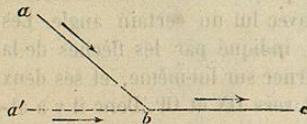


Fig. 455.

de deux parties rectilignes faisant entre elles un angle obtus, et traversé par un courant. Il doit y avoir répulsion entre ab et bc : car, dans l'une de ces parties, le courant s'approche du sommet de l'angle, tandis que, dans l'autre, il s'en éloigne. La répulsion devant avoir lieu quelque grand que soit l'angle abc , il est présumable qu'elle se manifesterait encore, si ab vient se placer dans le prolongement ba' de cb : si l'on parvient à rendre mobile la portion ba' , sans interrompre le courant, on devra la voir s'éloigner de cb supposé fixe.

Ampère a réalisé cette expérience de la manière suivante. Deux rigoles parallèles M et N (fig. 456) sont ménagées dans une petite auge de bois et contiennent du mercure; à la surface du liquide, dans les rigoles, sont placées les deux branches d'un fil métallique couvert de soie, et replié comme l'indique la figure; les extrémités du fil ont été mises à nu, recourbées, et plon-

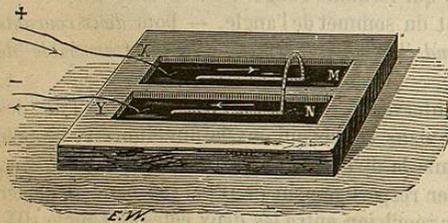


Fig. 456. — Répulsion de deux portions consécutives d'un même courant rectiligne.

gent dans le liquide; le courant, arrivant en X et sortant en Y , traverse le mercure et le conducteur mobile, dans le sens des flèches. Aussitôt que les communications sont établies, on voit ce conducteur vivement repoussé (vers la droite, dans la figure actuelle).

575. **Principe des courants sinucieux.** — Un courant sinucieux a la même action qu'un courant rectiligne de même intensité et terminé aux mêmes extrémités, pourvu que la distance à laquelle s'exerce cette action soit très grande par rapport à l'amplitude des sinuosités.

Pour vérifier ce principe, on prend un fil de cuivre ihl (fig. 457), dont l'une des branches ih est rectiligne, l'autre hl sinucieuse, et dont les extrémités communiquent avec les pôles de la pile; si le principe précédent est exact, l'action du système de ces deux fils sur un conducteur quelconque doit être nulle, puisque l'action de hl doit être équivalente à celle d'un courant rectiligne de même longueur et de même intensité que ih , mais de sens contraire. On constate, en effet, en appro-

chant le système ihl de l'un quelconque des côtés du courant mobile de la figure 448, qu'il n'imprime aucun mouvement à ce courant, pourvu que la distance qui l'en sépare soit suffisamment grande par rapport à l'amplitude des sinuosités.

574. **Application de ces principes à quelques cas particuliers.** — Nous allons appliquer les principes qui précèdent à quelques cas particuliers, pris comme exemples.

1° *Action d'un courant rectiligne indéfini et fixe sur un courant rectiligne fini, mobile parallèlement à lui-même.* — Pour définir les positions des deux courants, nous supposons que le courant fixe XY (fig. 458) soit horizontal, que le courant mobile ab soit vertical et placé au-dessus du courant fixe; nous admettrons, en outre, que ces deux courants soient situés dans un même plan. — Si le courant mobile est descendant, comme l'indique la figure, il sera repoussé par la portion cY du courant fixe, et attiré par la portion cX (571); ces deux actions tendront, l'une et l'autre, à transporter le courant mobile dans un sens contraire à celui du courant fixe XY . — Si le courant mobile était ascendant, les mêmes actions tendraient à le déplacer dans le sens du courant fixe.

Pour rendre l'expérience réalisable, nous remarquerons que le même raisonnement s'appliquerait au cas où le courant XY serait un courant circulaire, situé dans un plan horizontal, le courant ab étant mobile autour d'un axe vertical passant par le centre du cercle, comme dans l'appareil représenté par la figure 459. — Un fil de cuivre entouré de soie s'enroule un certain nombre de fois autour d'un cadre circulaire de bois: ses deux extrémités a et c communiquent avec le mercure des godets M et N ; V est un vase de cuivre, qui contient de l'eau acidulée et dont le bord replié couvre le cadre circulaire. (Sur la figure, une portion de ce bord est supposée enlevée, pour laisser apercevoir le cadre et le fil qu'il supporte.) Une colonne métallique P traverse en son centre le vase de cuivre, dont elle est d'ailleurs isolée, et communique, par une bande métallique b qui traverse la table, avec le mercure du godet X ; les bords du vase communiquent, par la bande métallique d , avec le



Fig. 457. Courant sinucieux.

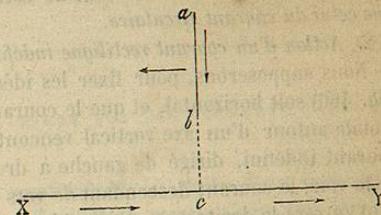


Fig. 458.

mercure du godet Y. Dans la capsule métallique *c* repose, par une pointe fine, l'équipage mobile *gef*, dont les extrémités plongent dans l'eau acidulée. — Les communications entre la pile et les divers godets de mercure étant établies comme le montre la figure, le courant suit la route indiquée par les flèches, et l'on voit l'équipage *gef* prendre un

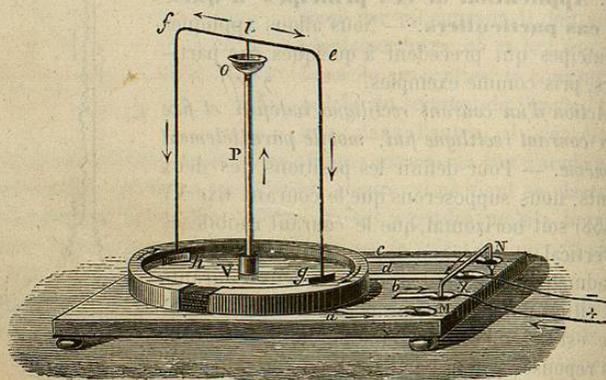


Fig. 439.

mouvement de rotation, dont le sens est *inverse de celui du courant circulaire*. — Si, au contraire, on établit les communications de manière que le courant soit ascendant dans les côtés *ge*, *fh*, de l'équipage mobile, on observe un mouvement de rotation dont le sens est *le même que celui du courant circulaire*.

2^e Action d'un courant rectiligne indéfini sur un courant mobile fermé. — Nous supposons, pour fixer les idées, que le courant indéfini XY (fig. 460) soit horizontal, et que le courant rectangulaire fermé *defg* soit mobile autour d'un axe vertical rencontrant XY en un point L. — Le courant indéfini, dirigé de gauche à droite, sollicite, comme on vient de le voir, le courant descendant *de* vers la gauche, et le courant ascendant *fg* vers la droite; ces deux actions concordent pour faire tourner le cadre dans le sens indiqué par les flèches placées en *e* et en *f*. Il en est encore ainsi de l'action exercée par le courant indéfini sur le courant horizontal *ef*; ce dernier tend à se placer parallèlement à XY et dans le même sens que lui (571). Enfin, l'action exercée sur le côté *gd* tendrait à donner au cadre une orientation opposée, mais cette action est moins énergique que la précédente, parce que *gd* est plus éloigné du courant indéfini que *ef*. Il y aura donc *équilibre stable*, lorsque le plan du courant mobile sera *parallèle au courant fixe*, et que les deux courants seront de *même sens*, dans leurs parties horizontales les plus voisines.

On vérifie cette conclusion au moyen de l'appareil représenté par la figure 448. On dispose horizontalement, au-dessous du côté *ef*, un long fil de cuivre XY (fig. 460), communiquant avec les deux pôles de la pile : on voit le courant *defg* s'orienter de manière que, dans le côté *ef*, le courant soit parallèle au courant XY et de même sens.

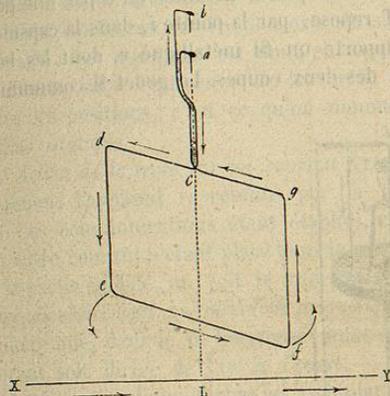


Fig. 460.

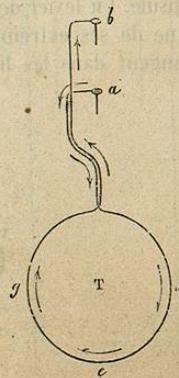


Fig. 461.

On arriverait à un résultat semblable en remplaçant le rectangle *defg* par le cercle *deg* (fig. 461). Ici encore, l'équilibre est stable quand le plan du courant mobile est parallèle au courant fixe, et que les deux courants sont de même sens dans leurs parties horizontales les plus voisines.

II. — ACTION DE LA TERRE SUR LES COURANTS.

575. L'action de la terre assimilable à celle d'un courant indéfini, perpendiculaire au méridien magnétique et dirigé de l'est à l'ouest. — On voit d'abord que cette assimilation est d'accord avec les phénomènes que présente l'action de la terre sur une aiguille aimantée, phénomènes que nous avons expliqués jusqu'ici en comparant la terre à un aimant. — En effet, sous l'influence d'un courant rectiligne, une aiguille aimantée, mobile autour d'un axe perpendiculaire à la ligne des pôles, tend à se placer perpendiculairement à la direction du courant, le pôle austral à gauche (558); donc, si l'on assimile la terre à un courant dirigé de l'est à l'ouest, et placé au-dessous de l'aiguille, le pôle austral de l'aiguille doit se diriger vers la gauche de ce courant, c'est-à-dire vers le nord.

Nous allons maintenant constater, sur deux exemples, que cette assimilation explique également l'action de la terre sur les courants.

1° *Action de la terre sur un courant vertical, mobile autour d'un axe vertical.* — L'appareil représenté par la figure 462 se compose de deux coupes de cuivre rouge V, V', contenant de l'eau acidulée, et d'une tige métallique H, isolée de ces coupes et terminée en a par une petite capsule. Un levier de bois T repose, par la pointe i, dans la capsule a; l'une de ses extrémités supporte un fil métallique v, dont les bouts plongent dans les liquides des deux coupes. Le godet M communique

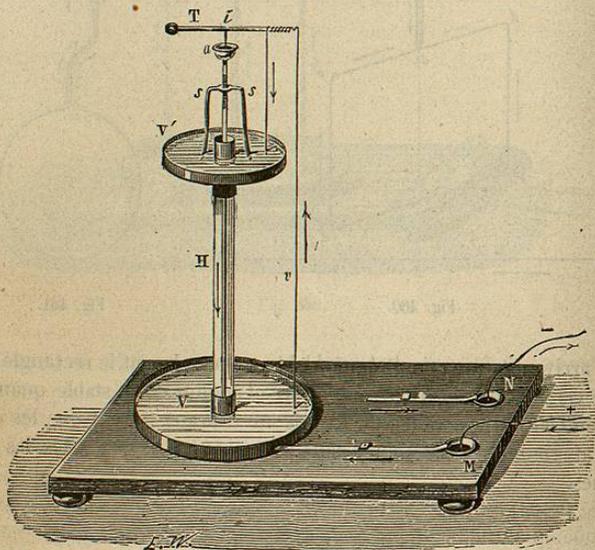


Fig. 462.

avec le bord du vase V, le godet N avec le pied de la tige H. Les communications avec la pile étant établies comme l'indique la figure, le courant suit la route indiquée par les flèches, et l'on a, dans la plus grande branche du fil v, un courant vertical *ascendant*, mobile autour d'un axe vertical. On voit l'équipage se mettre en mouvement, puis s'arrêter, après quelques oscillations, dans une position d'équilibre stable : à ce moment, on constate que le plan vertical passant par le fil v et par l'axe de rotation est *perpendiculaire au méridien magnétique*; de plus le fil v se trouve à l'ouest de la colonne. C'est bien là l'effet qui doit se produire : si l'action de la terre est assimilable à celle d'un courant rectiligne indéfini, dirigé de l'est à l'ouest, cette action doit tendre (574, 1°) à transporter le courant ascendant v vers l'ouest. — Si

le courant v était *descendant*, le fil se porterait à l'est de l'axe de rotation.

Enfin, si l'on place, sur le même appareil, l'équipage de la figure 465, dans lequel les courants qui traversent les grandes branches a et b sont, ou tous deux *ascendants*, ou tous deux *descendants*, l'action exercée par la terre sur le courant a est équilibrée par l'action exercée sur le courant b : cet équipage est donc en équilibre indifférent, sous l'influence de la terre, dans toutes les positions : c'est ce qu'on nomme un *système astatique*.

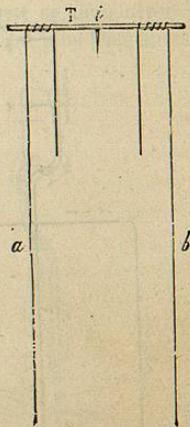


Fig. 465.

2° *Action de la terre sur un courant fermé.* — Reprenons l'appareil représenté par la figure 448. Les communications étant établies, et aucun autre courant n'étant placé dans le voisinage de la partie mobile, on voit le cadre se placer *perpendiculairement au méridien magnétique*, de manière que, dans le fil horizontal inférieur, le courant soit dirigé de l'est à l'ouest. — Cette orientation s'explique encore en assimilant l'action de la terre à celle d'un courant indéfini, dirigé de l'est à l'ouest : car on a vu (574, 2°) que, sous l'influence d'un courant horizontal, le cadre s'oriente de manière que le courant mobile et le courant fixe soient parallèles et de même sens dans leurs parties les plus voisines (*).

On arriverait aux mêmes résultats en employant le cercle mobile de la figure 461.

576. **Conducteurs astatiques.** — D'après ce qu'on vient de voir, lorsqu'un conducteur mobile est parcouru par un courant, les diverses parties de ce conducteur sont soumises à l'action de la terre : il pourrait donc se faire que, dans certaines expériences, les effets de l'action de la terre vinssent masquer ceux des aimants ou des autres courants que l'on se proposerait de faire agir sur ce courant mobile. — C'est pourquoi on construit des conducteurs dont la disposition est telle que les actions de la terre sur leurs diverses parties se neutralisent : ces conducteurs prennent le nom de *conducteurs astatiques*.

Les figures 464 et 465 représentent deux conducteurs de cette espèce. — Dans le premier (fig. 464), les deux fils verticaux les plus éloignés de l'axe de rotation, étant parcourus par des courants de

(*) Il importe cependant de remarquer que, sous l'influence du courant terrestre, l'orientation du cadre n'est due qu'aux actions exercées sur les deux côtés verticaux. On doit, en effet, considérer ce courant comme étant situé à une distance assez grande du cadre mobile pour que les actions qu'il exerce sur les deux côtés horizontaux soient égales et contraires, et par conséquent s'équilibrent.

même sens, tendraient à se porter tous deux d'un même côté du méridien magnétique : les actions de la terre sur ces deux fils se font donc équilibre. Quant aux portions horizontales, chacune d'elles tend, d'après le principe des courants angulaires (571) à se placer parallè-

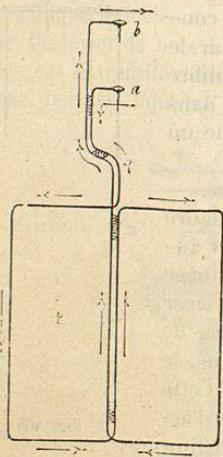


Fig. 464.

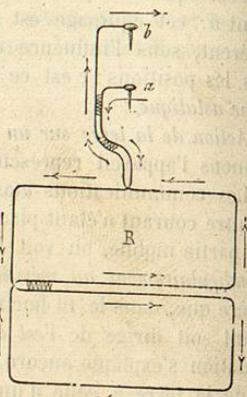


Fig. 465.

Conducteurs astatiques.

lement au courant terrestre et dans le même sens que lui ; par suite, les actions exercées sur les deux moitiés du côté inférieur se neutralisent, de même que les actions exercées sur les deux moitiés du côté supérieur. — On verra de même que le second conducteur (fig. 465) est astatique, en comparant, d'une part, les deux courants horizontaux extrêmes aux deux courants horizontaux intermédiaires, et, d'autre part, les deux moitiés de chacun des fils verticaux.

III. — SOLÉNOÏDES. — THÉORIE DU MAGNÉTISME D'AMPÈRE.

577. **Solénoïdes.** — On appelle *solénoïde*, un système de courants circulaires égaux, de même sens, et dont les plans sont perpendiculaires à la ligne qui passe par leurs centres,

Pour réaliser un solénoïde, on prend un fil de cuivre entouré de soie, et on le contourne sur lui-même comme l'indique la figure 466. Si un courant pénètre par la pointe *a* et sort par la pointe *b*, il parcourt dans le même sens toutes les portions circulaires du fil ; quant aux portions rectilignes du fil, leur ensemble constitue deux courants

rectilignes de même longueur totale et de sens contraires, dont les actions se neutralisent : le système se comporte donc comme s'il se réduisait aux courants *circulaires*.

578. **Les solénoïdes jouissent de toutes les propriétés des aimants.** — Cette proposition remarquable peut se démontrer par un grand nombre d'expériences ; nous décrirons les plus frappantes.

1° *Action de la terre sur un solénoïde.* — Suspendons le solénoïde de la figure 466 au support représenté par la figure 448 : il est alors mobile autour de la verticale passant par les points *a* et *b*. Or on sait que la terre tend à orienter le plan de chaque cercle perpendiculairement au méridien magnétique, de manière que le courant marche de l'est à l'ouest dans la partie inférieure de la circonférence (575, 2°) : le solénoïde doit donc s'orienter de manière que son *axe*, c'est-à-dire la droite qui passe par les centres de tous les cercles, se place comme une aiguille aimantée, dans le plan du méridien magnétique.

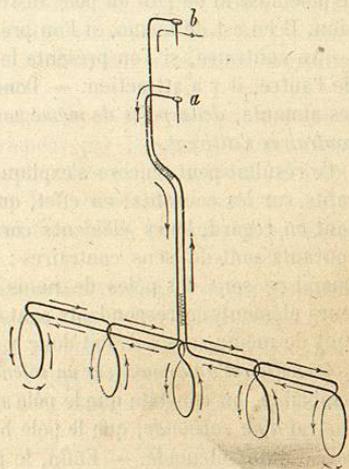


Fig. 466. — Solénoïde.

C'est ce que vérifie l'expérience. — On appellera *pôle austral* du solénoïde, l'extrémité qui se tourne vers le nord ; *pôle boréal*, l'extrémité qui se tourne vers le sud.

On peut d'ailleurs définir les deux pôles du solénoïde par le sens même du courant. — Il est aisé de voir, en effet, que le *pôle austral* d'un solénoïde est l'extrémité en face de laquelle il faut se placer pour que le sens des courants circulaires paraisse inverse de celui du mouvement des aiguilles d'une montre.

2° *Action d'un courant rectiligne sur un solénoïde.* — Si l'on soumet le même solénoïde à l'action d'un courant rectiligne, on constate qu'il tend à se mettre en croix avec le courant, son pôle austral se portant à gauche. Il se comporte donc, dans ce cas encore, comme un aimant. — C'est ce qu'on peut encore s'expliquer, au moyen des actions des courants sur les courants, en remarquant que le plan de chacun des cercles tend à se placer parallèlement au courant rectiligne : toutes ces actions concourent donc à placer l'axe du solénoïde en croix avec ce courant.

On remarquera d'ailleurs que, dans cette expérience, le solénoïde, soumis toujours à l'action de la terre qui tend à ramener son axe dans

le méridien magnétique, prend, comme le ferait un aimant, une position intermédiaire entre la direction du méridien magnétique et la direction perpendiculaire au courant fixe.

3° *Actions mutuelles de deux solénoïdes.* — Soit un premier solénoïde, comme celui de la figure 466, suspendu à l'appareil de la figure 448, et un second solénoïde que l'on tiendra à la main. — Si l'on présente le pôle austral de l'un au pôle austral de l'autre, on observe une répulsion. Il en est de même, si l'on présente le pôle boréal au pôle boréal. — Au contraire, si l'on présente le pôle austral de l'un au pôle boréal de l'autre, il y a attraction. — Donc, pour les solénoïdes comme pour les aimants, *deux pôles de même nom se repoussent; deux pôles de noms contraires s'attirent.*

Ce résultat peut encore s'expliquer au moyen des actions des courants sur les courants; en effet, quand les deux pôles de même nom sont en regard, leurs éléments correspondants sont parallèles, et les courants sont de sens contraires: il doit donc y avoir *répulsion*. — Quand ce sont des pôles de noms contraires qu'on met en regard, leurs éléments correspondants sont encore parallèles, mais les courants sont de même sens: il doit donc y avoir *attraction*.

4° *Action d'un aimant sur un solénoïde.* — En opérant d'une manière semblable, on constate que le pôle austral d'un aimant repousse le pôle austral d'un solénoïde; que le pôle boréal d'un aimant repousse le pôle boréal d'un solénoïde. — Enfin, le pôle austral de l'un attire le pôle boréal de l'autre, et réciproquement.

Ces résultats peuvent encore être interprétés, en se reportant à la direction du courant dans les cercles qui forment le solénoïde, et en appliquant la loi d'Ampère (558).

579. **Théorie du magnétisme d'Ampère.** — De toutes ces expériences, il résulte que les solénoïdes se comportent comme des aimants. Cette analogie de propriétés a conduit Ampère à une théorie dans laquelle on considère les aimants comme devant eux-mêmes leurs propriétés à des courants électriques, qui circuleraient autour de leurs particules.

Dans la théorie d'Ampère, on considère ces courants comme existant toujours, soit dans l'acier, soit dans le fer doux, même lorsque ces corps ne manifestent pas de signes d'aimantation: seulement, on admet que ces petits courants présentent alors des orientations variables d'une particule à l'autre, en sorte qu'ils ne peuvent révéler leur présence par aucun effet extérieur. — Le phénomène de l'aimantation consiste dans une orientation commune de tous les courants particuliers, les amenant à circuler dans des plans parallèles et dans le même sens. Cette orientation est temporaire dans le fer doux aimanté par influence; elle est durable dans l'acier trempé, qui est doué de force coercitive.

Un barreau aimanté est ainsi assimilable à un faisceau de petits solénoïdes, dont chacun aurait deux pôles contraires, et qui seraient tous placés de la même manière. — Seulement, pour expliquer que les pôles d'un barreau aimanté sont toujours situés à une certaine distance de ses extrémités, Ampère admet que les divers solénoïdes élémentaires, sous l'influence de leurs réactions mutuelles, arrivent à se courber légèrement, en divergeant les uns par rapport aux autres au voisinage des extrémités du barreau: les centres d'action du système, qui constituent les pôles de l'aimant, se trouvent ainsi à une certaine distance des extrémités elles-mêmes.

On peut, en considérant les aimants sous ce nouveau point de vue, se reporter à chacune des expériences par lesquelles nous avons constaté les actions exercées par les courants sur les aimants, et montrer qu'elles peuvent s'expliquer par les actions des courants sur les courants. — C'est ce que nous allons faire pour quelques-unes de ces expériences.

580. **Interprétation, dans la théorie d'Ampère, de la rotation d'un aimant sous l'action d'un courant.** — Reprenons l'expérience

de Faraday (567, 5°), dans laquelle on produit la rotation continue d'un aimant sous l'action d'un courant. — Supposons que les courants soient dirigés du centre à la circonférence de la surface liquide, et que le pôle supérieur de l'aimant soit un pôle austral. Soit T (fig. 467) la section horizontale de la tige qui amène le courant; *mm'n'n'* la section de l'aimant; soient TE et TE' deux courants se propageant à la surface du mercure, et placés, de part et d'autre, en dehors de l'angle des tangentes TM et TM'. Si l'on assimile l'aimant à un solénoïde, les courants de ce solénoïde auront, pour un observateur qui regarderait l'aimant de haut en bas, un sens inverse du mouvement des aiguilles

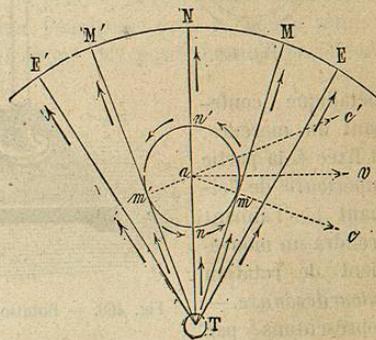


Fig. 467.

Interprétation de l'expérience de Faraday, dans la théorie d'Ampère.

d'une montre, comme l'indiquent les flèches tracées autour du cercle *mm'n'n'*. On voit que les portions de ces courants qui sont les plus voisines du courant TE sont attirées par TE; les portions qui sont les plus voisines du courant TE' sont repoussées par TE': l'aimant doit donc s'éloigner de TE' et s'approcher de TE. Le même raisonnement s'applique à l'action de deux courants quelconques, placés de part et d'autre de l'angle MTM', et cela quelle que soit la position dans laquelle arrive

l'aimant : donc l'aimant doit se transporter en tournant autour de la tige T, et ce mouvement doit être dirigé dans le sens de celui des aiguilles d'une montre.

Le mouvement de rotation est inverse, si les courants ont un sens inverse à la surface du mercure, ou si les pôles de l'aimant sont placés en sens inverse. — Si l'on intervertit à la fois la position de l'aimant et la direction des courants, on retrouve le sens primitif de la rotation.

581. **Modification de l'expérience précédente.** — Un raisonnement analogue permet d'expliquer une expérience un peu différente, due à Ampère lui-même.

Faisons plonger le conducteur T (fig. 468) dans une petite capsule

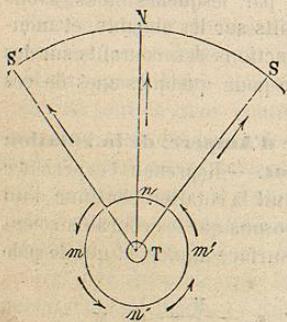


Fig. 469.

métallique contenant du mercure, et fixée à la partie supérieure de l'aimant : l'aimant prendra un mouvement de rotation

autour de son axe. — Représentons par

$mmm'n'$ (fig. 469) la section du barreau aimanté, dont les courants particuliers ont la direction marquée par les flèches : le courant de la pile arrive par la tige T, et, après avoir traversé l'aimant, il se dirige, à la surface du mercure, vers la circonférence S'NS, suivant les divers rayons du cercle. Si nous considérons l'un de ces courants horizontaux TN, on voit que la portion Tn, qui traverse l'aimant lui-même, ne peut lui communiquer aucun mouvement ; mais la portion nN exerce une attraction sur mn et une répulsion sur nm' ; ces actions concordent pour faire tourner l'aimant dans le sens mmm' . Il en est de même de tous les courants horizontaux, en sorte que, dans les conditions que sup-

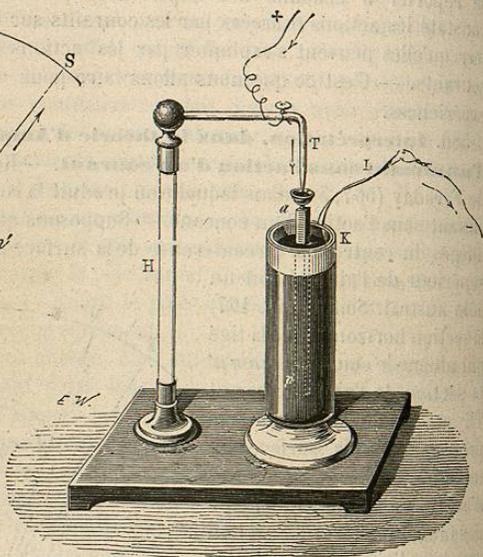


Fig. 468. — Rotation d'un aimant autour de son axe.

pose la figure, l'aimant tourne autour de son axe, dans un sens inverse de celui de ses courants particuliers.

582. **Interprétation de la rotation d'un courant sous l'action d'un aimant.** — La même théorie explique le résultat de l'expérience de Faraday (568, 5°), dans laquelle on produit la rotation continue d'un courant sous l'action d'un aimant.

La figure 470 représente la section de l'appareil (fig. 447) par le plan vertical qui contient les deux conducteurs b, c , au moment où le barreau aimanté est introduit. Soit $mm'n'$ (fig. 471) la section horizontale du barreau, et nn' le diamètre suivant lequel son extré-

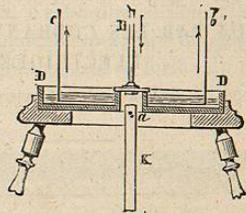


Fig. 470.

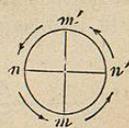


Fig. 471

mité australe est coupée par le plan des conducteurs. Le courant ascendant b éprouve une attraction de la part de $m'n'$, et

une répulsion de la part de nm' , c'est-à-dire qu'il est sollicité à passer derrière le plan de la figure 470 ; de même, c éprouve une répulsion de la part de $m'n$ et une attraction de la part de nm , c'est-à-dire qu'il tend à venir en avant du plan de la même figure. Ces quatre actions concordent pour entraîner l'équipage dans le même sens ; il en est de même dans l'une quelconque des positions qu'il prend successivement pendant la rotation.