

partie  $bc$ , mais aussi sur les autres parties  $cd$ ,  $da$  et  $ab$  du cadre. Mais on comprend aisément que, dans ce cas, c'est la partie la plus rapprochée qui doit avoir l'influence prépondérante. Nous pouvons d'ailleurs étendre ce résultat, et dire que lorsqu'un courant fixe agit sur un cadre mobile, celui-ci prend une position d'équilibre telle que, dans la partie la plus rapprochée, les courants sont parallèles et de même sens.

912. **Solénoïdes.** — Ampère, en variant les expériences sur les actions qui se passent entre deux courants, est parvenu à déterminer les lois qui régissent les forces existant entre deux éléments de courant; mais il est inutile de nous arrêter à cette question, qui présente surtout un grand intérêt au point de vue théorique.

Par ces recherches, il a été conduit à étudier une disposition spéciale de courants électriques à laquelle il a donné le nom de *solénoïdes*.

Un solénoïde est constitué par un ensemble de courants circulaires de même sens dont les plans sont parallèles et dont les centres sont situés sur une même droite qu'on appelle *axe du solénoïde*.

On ne peut réaliser absolument les conditions de cette définition, mais on s'en rapproche d'une manière suffisante dans la pratique en se servant d'un fil enroulé en hélice à spires assez serrées (fig. 424). Les extrémités

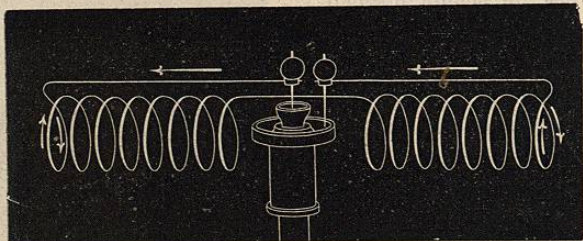


Fig. 424.

de l'hélice sont reliées aux pôles d'un électromoteur; si l'on veut avoir un solénoïde mobile, on ramène les extrémités du fil vers le milieu où

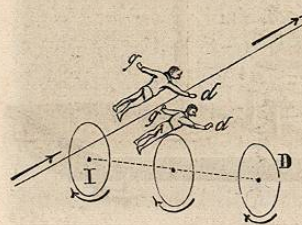


Fig. 425.

on les réunit à des pointes qui permettent de le poser sur le support de l'appareil précédemment décrit.

Supposons que, au-dessus d'un semblable solénoïde  $DI$  (fig. 425), on place un fil traversé par un courant. D'après ce que nous venons de dire, l'ensemble des courants circulaires se déplacera, et prendra une position d'équilibre telle

que, dans les parties des circuits mobiles les plus voisines du courant fixe, les courants soient parallèles et de même sens. Pour cette position

d'équilibre, l'axe du solénoïde sera donc en croix avec le courant et c'est une extrémité déterminée qui est placée à gauche du courant: on voit à l'inspection de la figure que c'est celle dans laquelle un observateur regardant le solénoïde par cette extrémité voit le courant tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire dans le *sens inverse*, tandis que, à l'autre extrémité, l'observateur voit tourner le courant dans le *sens direct*, dans le sens des aiguilles d'une montre.

Il est évident, par voie de réciprocité, et l'expérience montre en effet, que si le solénoïde est fixe et le courant rectiligne mobile, l'équilibre est obtenu pour la même position relative de l'un par rapport à l'autre.

913. — Ces faits présentent quelque analogie avec ceux produits par les aimants (852 et 910); pour cette raison, on a désigné sous le nom de *pôle* les extrémités des solénoïdes, et on a donné le nom de *pôle nord* à l'extrémité qui se met à gauche du courant, extrémité où on voit tourner le courant dans le sens indirect. Nous allons voir que cette dénomination est justifiée par d'autres considérations.

En effet, si l'on fait usage d'un solénoïde traversé par un courant puissant et disposé de manière à pouvoir s'incliner dans toutes les directions, on voit que le solénoïde prend une direction stable d'équilibre qui est parallèle à la direction que prend une aiguille aimantée librement suspendue. Le pôle qui se dirige vers le nord est l'extrémité à laquelle on a donné le nom de pôle nord, ce qui justifie ce nom.

Si le solénoïde est libre de tourner seulement dans un plan horizontal, il se place dans la direction du méridien magnétique comme le fait l'aiguille aimantée (fig. 426).

A ces divers points de vue, il existe donc une analogie réelle entre les solénoïdes et les aimants. La similitude de propriétés s'étend d'ailleurs encore plus loin.

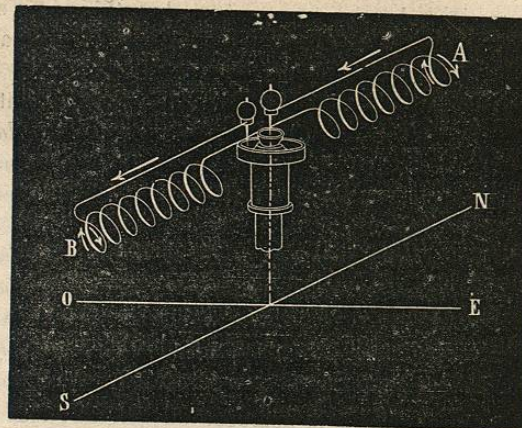


Fig. 426.

En effet, si dans le voisinage d'un solénoïde mobile  $AB$  (fig. 427) on place un solénoïde fixe  $A'B'$ , les extrémités en regard, on voit que des forces prennent naissance, forces attractives ou répulsives; les actions observées sont réglées par les lois suivantes:

Il y a attraction entre des pôles contraires,  $A$  et  $B'$  ( $I$ ).



Il y a répulsion entre des pôles de même nom, A et A' (II).

Ces lois sont les mêmes que celles que nous avons données pour les aimants (795).

Enfin, ce qui complète l'analogie, si l'on fait agir un solénoïde sur un

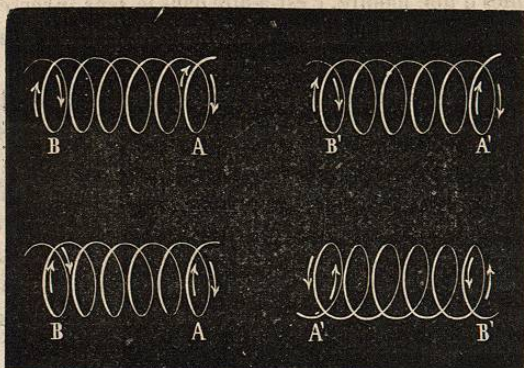


Fig. 427.

d'un solénoïde il existe un champ magnétique analogue absolument, sinon identique, à celui que crée un barreau aimanté, et qu'un solénoïde, placé dans un champ magnétique, se comporte comme le ferait un aimant.

914. **Théorie du magnétisme d'Ampère.** — En se basant sur ces observations, Ampère a proposé une hypothèse pour expliquer les phénomènes que présentent les aimants, hypothèse qui rattache les phénomènes magnétiques des actions produites par les courants.

On admet que les molécules de fer et d'acier sont entourées de petits courants désignés sous le nom de *courants particuliers*. Dans les conditions ordinaires, ces courants particuliers présentent toutes les orientations possibles; à cause de cela, aucune propriété spéciale ne résulte de leur existence.

Mais, sous des influences diverses, telles que l'action d'un aimant, d'un champ magnétique, les courants particuliers peuvent s'orienter, se disposer dans des plans parallèles de manière à avoir le même sens; cette orientation aurait pour effet de constituer des files de courants particuliers qui seraient autant de solénoïdes placés, parallèlement ou à peu près, suivant la longueur du barreau; tous les pôles de même nom de ces solénoïdes étant situés d'un même côté donneraient naissance à un pôle unique.

Si les causes qui ont amené l'orientation des courants particuliers viennent à cesser, il peut arriver que ceux-ci reprennent immédiatement, ou au moins très rapidement, leurs positions primitives, non orientées, toute trace d'aimantation disparaît alors : c'est le cas du fer doux. Il peut

arriver, au contraire, que les courants particuliers conservent en totalité ou au moins en grande partie leur orientation : les solénoïdes subsistent et les propriétés qu'ils possèdent, propriétés magnétiques, subsistent également : c'est le cas de l'acier. Ce qu'on a appelé la force coercitive consisterait donc dans la gêne, l'empêchement apporté au retour des courants particuliers à leurs positions primitives. L'identité de propriétés des solénoïdes et des aimants montre que cette hypothèse rend compte des propriétés magnétiques principales que nous avons signalées (805).

On voit aussi que cette hypothèse explique aisément le résultat de la rupture d'un aimant (797); car un solénoïde divisé en deux parties donne deux solénoïdes composés comme le solénoïde primitif, à la longueur près, et ayant comme lui deux extrémités inversement disposées en ce qui concerne le sens du courant.

On voit aussi que l'existence du champ magnétique terrestre peut s'expliquer par l'existence d'un vaste solénoïde entourant la terre; la discussion des faits observés montre qu'il suffirait que ce solénoïde existât dans le voisinage de l'équateur. Nous verrons plus tard qu'on peut trouver une explication acceptable de l'existence de courants électriques circulant dans la zone équatoriale.

On voit aussi que l'existence du champ magnétique terrestre peut s'expliquer par l'existence d'un vaste solénoïde entourant la terre; la discussion des faits observés montre qu'il suffirait que ce solénoïde existât dans le voisinage de l'équateur. Nous verrons plus tard qu'on peut trouver une explication acceptable de l'existence de courants électriques circulant dans la zone équatoriale.

915. **Aimantation par les courants. Electro-aimants.** — Ampère a déduit de l'hypothèse que nous venons d'exposer une conséquence importante, conséquence que l'expérience a justifiée; outre que c'est là une preuve à l'appui de l'hypothèse même, cette conséquence a donné lieu à des applications très nombreuses. Aussi devons-nous nous y arrêter quelque peu.

Si l'aimantation consiste dans l'orientation des courants particuliers, orientation produite ordinairement par l'action d'un aimant, elle doit se manifester également sous l'influence de courants; en effet, en plaçant une aiguille d'acier en croix avec un conducteur métallique, l'aiguille peut être aimantée en faisant traverser le conducteur par un fort courant électrique, ou même seulement par une décharge conductive qui n'est, au fond, qu'un courant de très courte durée.

Si l'aimantation consiste dans l'orientation des courants particuliers, orientation produite ordinairement par l'action d'un aimant, elle doit se manifester également sous l'influence de courants; en effet, en plaçant une aiguille d'acier en croix avec un conducteur métallique, l'aiguille peut être aimantée en faisant traverser le conducteur par un fort courant électrique, ou même seulement par une décharge conductive qui n'est, au fond, qu'un courant de très courte durée.

On conçoit aisément que l'action sera augmentée si le courant qui doit agir entoure de toutes parts une aiguille d'acier ou un barreau de fer doux en lui restant partout perpendiculaire, c'est-à-dire s'il traverse un solénoïde suivant l'axe duquel est placée l'aiguille ou le barreau. L'expérience a montré que les choses se passent bien ainsi, et que l'aimantation apparaît dans l'aiguille lors du passage du courant. De plus, il semble bien se produire une action analogue à celle de l'orientation des courants particuliers, car le pôle nord prend bien naissance à l'extrémité A (fig. 428, I, II) qui correspond à l'extrémité où le courant présente le sens indirect. De même, si on enroule autour du barreau AB le fil successivement dans deux sens différents comme l'indique la figure (III),



par exemple, les deux extrémités B seront des pôles sud et au milieu se trouvera un point conséquent nord.

Si l'on a opéré sur un barreau d'acier, l'aimantation obtenue subsiste, presque totalement au moins; il n'en est pas de même pour un barreau de fer doux dont l'aimantation, qui commence aussitôt que le courant passe, cesse lorsque le courant est interrompu, de telle sorte que le barreau peut être aimanté et désaimanté autant de fois et aussirapidement qu'on le désire.

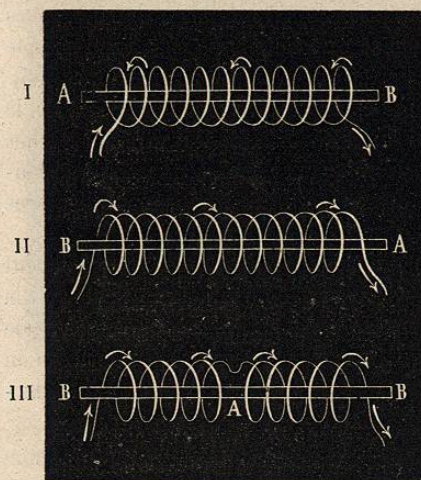


Fig. 428.

916. — Le système constitué par un noyau de fer doux entouré d'un conducteur enroulé en hélice et que peut traverser un courant constitue ce qu'on appelle un *électro-aimant*. En général, le conducteur recouvre le barreau de plusieurs couches, pour augmenter l'action; le fil qui les constitue est recouvert d'une couche isolante: l'ensemble de ces diverses couches constitue ce qu'on appelle une *bobine*. Quelquefois le noyau est rectiligne et la bobine règne sur toute sa longueur; quelquefois, il est courbé en U (fig. 429), ou est constitué par deux parties parallèles reliées par un barreau transversal et, dans l'un et l'autre cas, les parties parallèles, régions polaires, sont seules recouvertes de bobines B, B'. Cette disposition est surtout employée lorsque les pôles n'ont pas à agir par leur polarité propre, mais seulement par leur attraction sur un fer doux, parce que, alors, les deux pôles interviennent et agissent simultanément sur le contact qui est placé en regard.

917. — L'aimantation et la désaimantation du fer doux sont très rapides, elles ne sont toutefois pas instantanées: l'aimantation ne commence pas aussitôt que passe le courant et ne cesse pas en même temps que lui. Le retard qui se manifeste ainsi a été appelé *hystérésis*; il est très court et sans importance dans la plupart des cas. Mais si, comme il arrive maintenant dans un certain nombre d'expériences, on veut produire des aimantations d'un fer doux au nombre de plusieurs milliers par seconde,

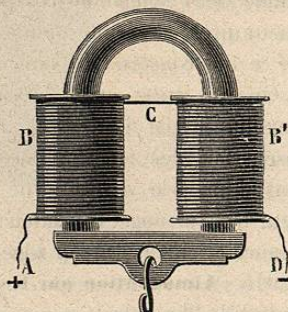


Fig. 429.

ce retard peut devenir égal ou même supérieur au temps qui s'écoule entre deux aimantations successives et la désaimantation ne peut plus se produire. Ajoutons que, même avant de produire ce résultat, d'empêcher l'effet qu'il s'agit d'obtenir, l'hystérésis est une cause de perturbation et de perte d'énergie dans les appareils où il se produit de rapides variations dans l'aimantation du fer doux.

918. — L'aimantation d'un fer doux par le passage d'un courant dépend de deux éléments: l'intensité du courant et la longueur du fil dont l'action sur le fer doux est appréciable. On ne peut augmenter cette aimantation indéfiniment: d'une part l'intensité du courant est limitée par l'échauffement du conducteur qui varie avec elle, échauffement qui acquiert une grande importance si l'action se prolonge, car il peut amener la destruction des couches de matière isolante qui séparent les spires. On ne peut, d'autre part, compter sur l'accroissement de longueur du fil au delà d'une certaine limite; car, au fur et à mesure que, le fil s'allongeant, le nombre des spires augmente, leur distance au fer doux augmente également, ce qui diminue l'influence qu'elles exercent. Si l'on ajoute à cela que l'allongement du fil augmente la résistance et diminue, par conséquent, l'intensité du courant pour une FEM donnée, on comprend qu'il y a une limite qu'il est sans intérêt de dépasser.

Quoi qu'il en soit de ces restrictions, on obtient des électro-aimants dont la puissance est notablement supérieure à celle des aimants de mêmes dimensions. Aussi presque toujours, dans les expériences qui exigent un champ magnétique intense, fait-on usage maintenant non d'aimants, mais d'électro-aimants; il en est également très souvent ainsi dans l'industrie.

Enfin dans le cas où il s'agit d'extraire des tissus un fragment de fer ou d'acier (792), il est préférable de substituer un électro-aimant à un barreau d'acier aimanté.

919. — Si les électro-aimants sont fréquemment employés pour obtenir des actions magnétiques puissantes, leur propriété d'aimantation très rapide a été surtout appliquée dans un très grand nombre de cas. C'est sur cette propriété que sont basés presque tous les systèmes de transmission télégraphique dont il serait oiseux de chercher à démontrer actuellement l'importance; malgré cette importance capitale, nous ne croyons pas devoir nous arrêter à cette question qui n'a, au point de vue des études médicales, aucun intérêt.

Nous croyons, au contraire, devoir décrire les sonneries électriques basées sur une disposition dont nous trouverons d'autres applications et qui d'ailleurs ont été utilisées comme signaux dans quelques expériences.

Une sonnerie électrique comprend comme partie essentielle un électro-aimant EE (fig. 430) dont le fil est relié d'une part à la borne C et d'autre



part à un bouton métallique F ; à ce bouton est fixé, par l'intermédiaire d'un ressort, une lame de fer doux A qui porte à l'autre extrémité un marteau *m* placé dans le voisinage d'un timbre. Lorsque l'appareil est au repos, le fer doux est appliqué contre une lame métallique R qui est reliée à la borne Z ; enfin les bornes C et Z sont mises en communication par un fil conducteur avec les bornes d'un électromoteur ; ce fil présente en un point quelconque une solution de continuité, de telle sorte que le courant n'est pas établi.

Lorsqu'on veut mettre la sonnerie en action, on supprime la solution

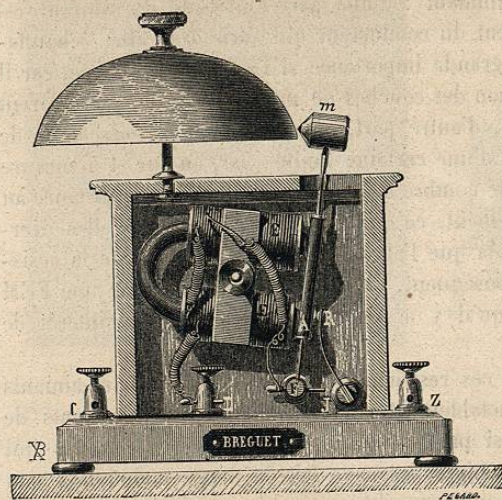


Fig. 430.

de continuité en rapprochant les extrémités voisines des fils : le courant passe, l'électro-aimant devient actif, attire le fer doux A et le marteau vient frapper le timbre. Mais par suite du déplacement du fer doux, celui-ci s'est écarté de la pièce R et le circuit se trouve interrompu, le courant cesse de passer. L'électro-aimant est désaimanté et cesse d'attirer le fer doux A qui est ramené en arrière

par l'action du ressort et vient toucher la pièce R, ce qui ferme le circuit : les conditions premières sont donc rétablies, et les mêmes effets vont se reproduire et continueront de se manifester tant que seront maintenues les communications avec l'électromoteur. Il suffira de rétablir la solution de continuité qui existait au début sur celles-ci pour que l'action cesse.

920. — Une disposition entièrement analogue peut être adaptée à un diapason : l'électro-aimant est placé en face de l'une des branches qui s'appuie d'autre part sur une pièce métallique analogue à R : lorsque le courant est établi, la branche du diapason se comporte comme la lame A et son ressort, et continue de vibrer tant que le courant passe, entraînant la seconde branche dans son mouvement vibratoire. Dans la plupart des cas, l'électro-aimant est placé entre les deux branches, de telle sorte que celles-ci sont mises en mouvement en même temps et que l'action est plus énergique. On a ainsi ce qu'on appelle un diapason entretenu électriquement, ou, plus simplement, un *électro-diapason*.

Ces diapasons sont très fréquemment employés dans les recherches d'acoustique, comme nous en avons indiqué un exemple (775). Ils servent également à l'enregistrement du temps : dans ce but, sur l'une des branches on fixe un petit style, une soie de sanglier à une pointe métallique fine, et on l'approche d'un cylindre enregistreur. Lorsque le diapason vibre pendant que le cylindre tourne, la pointe trace une ligne sinueuse X Y (fig. 431), et la distance entre deux sommets consécutifs d'un même côté correspond à la durée d'une vibration complète, vibration double, du diapason ; si l'on a pris un diapason exécutant 100 vibrations doubles par seconde, cet intervalle correspond donc à 0<sup>s</sup>, 01. Si, d'autre part, on enregistre sur le même cylindre un autre phénomène, la durée des diverses phases de ce phénomène est déterminée par la comparaison des particularités de la ligne correspondante avec les sinuosités de la ligne tracée par le diapason.

Enfin, en physiologie, on a souvent besoin d'étudier l'action sur un corps, un nerf par exemple, d'un courant interrompu : on place alors dans un même circuit un électromoteur, le nerf et un électro-diapason. En mettant celui-ci en mouvement, le nerf est soumis à un courant dont le nombre des interruptions par seconde est égal à celui des vibrations du diapason. Dans ce cas, on fait souvent usage de diapasons exécutant un petit nombre de vibrations, 10 par seconde, par exemple ; il n'y a pas alors production d'un son (727) malgré le mouvement vibratoire du diapason.

921. — Les électro-aimants sont très fréquemment employés, en physiologie notamment, pour enregistrer le commencement et la fin de certains phénomènes ; les appareils employés peuvent être très variés de forme, mais le principe est toujours le même. Devant le pôle d'un électro-aimant, on place une pièce de fer doux mobile autour d'un axe qui porte une pointe appuyant sur la surface d'un cylindre enregistreur ; un léger ressort maintient cette pièce à une petite distance des pôles de l'électro-aimant dont elle se rapproche lorsque le courant passe et dont elle s'éloigne aussitôt que le courant cesse. L'électro-aimant fait partie d'un circuit comprenant un électromoteur et présentant en un point une solution de continuité qui cesse d'exister tant que dure le phénomène à étudier : à cet effet, le fil conducteur aboutit, d'une part, à un godet contenant du mercure et, d'autre part, à une pointe qu'un léger ressort maintient à une très petite distance de ce liquide. On s'arrange pour que, par la production du phénomène, le raccourcissement d'un muscle, par exemple, la pointe soit abaissée et vienne plonger dans le mercure, ce qui établit le courant ; à la cessation de l'action, la pointe est relevée et sort du mercure, ce qui supprime le courant. D'autres dispositions, d'ailleurs, peuvent être adoptées pour obtenir le même effet.

Dans ces conditions, tant que le phénomène ne se manifeste pas, le



courant ne passe pas, et la pointe trace une ligne continue A B (fig. 431) sur le cylindre enregistreur. Au moment où le phénomène se produit, le courant passe, le fer doux est attiré, la pointe enregistrante est déplacée

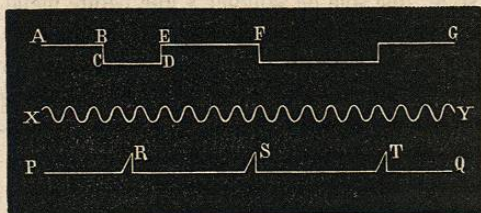


Fig. 431.

de B en C et trace une ligne C D à quelque distance de la précédente; cette ligne se prolongeant que dure l'action étudiée. Lorsque celle-ci cesse, le courant est interrompu, l'électro-aimant n'agit plus et par suite de l'action du ressort, le style enregistreur revient à sa position primitive de D en E, traçant une ligne E F qui est sur le prolongement de la ligne tracée d'abord.

La longueur de la ligne déviée correspond à la durée du phénomène qui peut être évaluée si, à côté, on a enregistré en même temps les vibrations d'un électro-diapason. Si le phénomène est brusque, il y aura seulement production d'un crochet R, S, T et c'est alors le temps entre deux actions consécutives que l'on aura à évaluer.

M. Marcel Deprez a construit un appareil, très bien étudié, qui, sous le nom de *signal électrique* (fig. 432), est souvent employé : la lame de fer doux A est placée entre deux électro-aimants E E situés de part et d'autre de l'axe de rotation B C, de sorte que leurs actions s'ajoutent; l'axe porte en C D le style enregistreur. La plaque A est écartée de l'électro-aimant par l'action d'un ressort B K dont on peut régler la tension à l'aide du levier G F; enfin, les déplacements de la plaque sont limités par la pointe I dont on peut faire

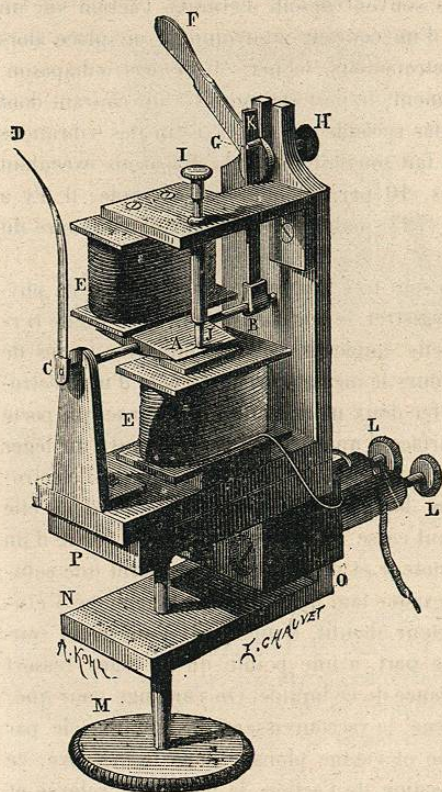


Fig. 432.

les déplacements de la plaque sont limités par la pointe I dont on peut faire

varier la position à l'aide du bouton J; ces deux moyens de réglage sont nécessaires pour faire varier, entre certaines limites, la sensibilité de l'appareil.

Cet appareil permet, au besoin, d'inscrire environ 500 signaux par seconde.

922. — Nous avons dit que, dans les lampes à arc, il est nécessaire d'employer un régulateur pour maintenir invariable la distance des charbons qui tend toujours à augmenter par suite de la combustion et du transport de matière. C'est presque toujours sur l'emploi des électro-aimants ou de dispositions analogues que sont basés ces régulateurs dont nous devons nous borner à indiquer le principe.

Supposons que les charbons soient à une distance convenable, ce qui correspond à un courant d'une intensité donnée, ces charbons sont reliés à un système quelconque, mouvement d'horlogerie, ressorts, poids, qui tend à les rapprocher : il faut que ce mouvement ne puisse avoir lieu que lorsque la distance s'accroît et cesse lorsqu'elle aura repris la valeur convenable. A cet effet le mouvement est arrêté, enclenché, par une pièce de forme très variable qui est comprise entre un électro-aimant et un ressort : l'effet de l'électro-aimant est de maintenir l'enclenchement, d'arrêter le mouvement; par suite, le ressort produit l'effet opposé. L'électro-aimant est parcouru par le courant qui produit l'arc, courant dont l'intensité change avec la distance des charbons, devenant moindre quand la distance augmente, puisque la résistance croît, et devenant plus grande dans le cas contraire.

Le ressort a été réglé de manière à équilibrer exactement l'action de l'électro-aimant quand celui-ci est parcouru par le courant qui correspond à la distance adoptée pour les charbons; l'enclenchement se produit alors. Si la distance était moindre, le courant serait plus intense, l'action de l'électro-aimant plus forte et l'enclenchement serait maintenu. Mais par suite de l'usure, la distance des charbons augmente, le courant s'affaiblit, l'action de l'électro-aimant devient moindre et le ressort surmontant cette action produit le déclenchement, le mouvement se produit, les charbons se rapprochent. Par le fait même, le courant devient plus intense, l'électro-aimant plus puissant; son action l'emporte sur celle du ressort, l'enclenchement se produit, les charbons sont de nouveau arrêtés.

On conçoit qu'on puisse arriver ainsi à un réglage satisfaisant et, en effet, il existe maintenant divers systèmes qui maintiennent avec une fixité suffisante le pouvoir éclairant des lampes à arc.

En réalité, outre les difficultés qu'il y a à satisfaire à la condition générale du réglage, il y en a une autre pour laquelle différentes solutions ont été adoptées : il faut, en effet, pour que, au début, l'arc puisse se produire, que les charbons soient amenés au contact, pour être écartés jusqu'à la distance convenable lorsque le courant a été établi. Nous



devions signaler cette condition, mais nous croyons inutile d'indiquer les dispositions de détail qui permettent d'y satisfaire.

**923. Mouvements continus produits par les courants.** — Les propriétés des courants que nous avons indiquées permettent d'obtenir un mouvement continu de rotation : la question est très importante au point de vue des applications industrielles, et les moteurs électriques sont fréquemment employés maintenant dans les laboratoires de physiologie : nous pourrions seulement plus tard indiquer la disposition générale des appareils adoptés, mais nous croyons utile de montrer dès à présent qu'il est possible d'obtenir ce résultat.

Soit un fil fixe P Q (fig. 433) traversé par un courant dans le sens indiqué, et soit à côté un équipage mobile, pouvant tourner autour d'un axe vertical X Y; cet équipage est constitué par 6 fils verticaux CC', DD'... HH' situés tous à la même distance de l'axe et écartés également les uns des autres, de telle sorte que leurs distances angulaires sont de 60°. Tous ces fils sont reliés à la partie supérieure à un axe métallique A B qui est en communication avec le pôle + d'un électromoteur; leurs extrémités inférieures frottent contre une plaque isolante L qui porte en I K une bande métallique formant un arc de 60° dont une extrémité est placée en regard du fil P Q et qui est reliée au pôle - de l'électromoteur. Quelle que soit la position de l'équipage, il y aura toujours un fil et un seul qui

sera en contact avec cet arc métallique; ce fil, C C', dans le cas de la figure, sera alors traversé par un courant de même sens que celui de P Q; les autres fils ne seront le siège d'aucun courant. Dans ces conditions le conducteur C C' subira seul l'action du courant fixe, et sera attiré, ce qui produira la rotation de tout l'équipage. Mais cette action cessera au moment où C C' passera en face de P Q, car alors son extrémité ne rencontrera plus l'arc métallique I K : à ce moment, le fil D D' arrivera en K et, à son tour, sera traversé par le courant et, par suite, sera attiré par P Q, le mouvement de rotation continuera donc jusqu'à ce que D D' arrive en I où il cessera d'être actif, mais sera remplacé par le fil E E' qui, à son tour, sera parvenu en K. Il y aura donc, à chaque instant, un fil et un seul qui, subissant l'attraction de P Q, produira la rotation de l'équipage, alors que les autres seront sans action aucune, puisqu'ils ne sont pas traversés par un courant.

Nous avons à peine besoin de dire que les conditions que nous avons indiquées doivent être modifiées dans la pratique, mais le schéma que

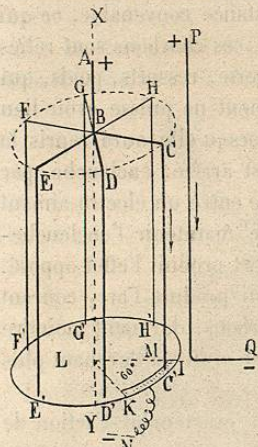


Fig. 433.

nous venons de décrire permet de se rendre compte de la possibilité d'utiliser les actions réciproques des courants pour obtenir un mouvement de rotation continu.

On peut reconnaître, d'une manière analogue, que le même résultat peut être obtenu en s'appuyant sur les propriétés des aimants et des électro-aimants. Considérons, en effet, 6 électro-aimants (fig. 434), par

exemple, montés sur une même carcasse (non représentée sur la figure) et mobiles autour d'un axe A. D'un côté, tous les fils de ces électro-aimants, C, D, ... H sont reliés à l'axe qui lui-même est en communication avec le pôle + d'un électromoteur. Les extrémités opposées de ces fils sont libres pendant les 5/6 de leur révolution et, successivement, vien-

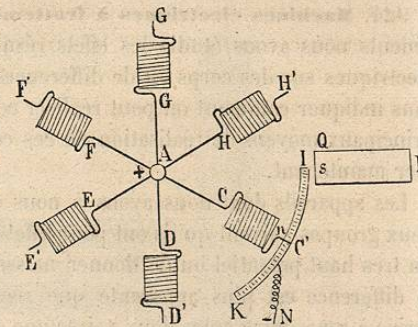


Fig. 434.

pendant 1/6, s'appuyer sur un arc métallique IK qui est relié au pôle - de l'électromoteur; l'enroulement des fils est partout le même, de telle sorte que c'est le même pôle, Nord par exemple, qui se manifestera à l'extrémité extérieure de chaque électro-aimant lorsque celui-ci sera traversé par le courant. Enfin, plaçons un aimant ou un électro-aimant P Q en face de l'extrémité I de l'arc métallique, de telle sorte que ce soit le pôle Sud qui soit voisin de cet arc.

Dans ces conditions, on voit qu'il n'y aura jamais qu'un électro-aimant qui sera à la fois parcouru par le courant : dans le cas de la figure, ce sera C C'. Il y aura attraction entre son pôle n et le pôle s de P Q et l'équipage tournera. L'attraction cessera au moment où l'électro-aimant C C' arrivera en face de P Q puisque le fil C' quittera l'arc métallique, l'électro-aimant deviendra inactif. Mais, à ce moment même, le fil D' arrivera en K, l'électro-aimant D D' sera parcouru par le courant et sera attiré par P Q. On voit que l'action continuera alors indéfiniment de la même façon.

Nous aurons à signaler plus loin divers appareils qui, d'une manière générale, reposent sur ce principe.