

une résistance égale à celle de la pile. — Le diamètre du fil varie de 2 millimètres à 2<sup>mm</sup>,5; sa longueur varie de 40 à 50 mètres.

**639. Usages de la bobine d'induction.** — Les bobines d'induction de petites dimensions sont constamment employées dans les laboratoires, pour produire une série continue d'étincelles électriques, par exemple pour la décomposition du gaz ammoniac (fig. 540). — On se sert également de la bobine de Ruhmkorff pour faire jaillir à grande distance une étincelle à un instant donné, et déterminer ainsi l'inflammation d'une substance explosive : poudre, fulmi-coton (\*), etc.

**640. Effluve électrique.** — On appelle *effluve*, ou *décharge obscure*, le passage de l'électricité à travers un gaz, sans production d'étincelle. Pour faire passer l'effluve à travers un gaz tel que l'oxygène, on emploie l'appareil de M. Berthelot (fig. 488). Dans l'espace annu-

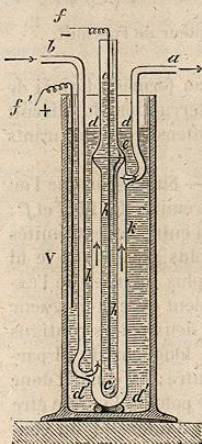


Fig. 488.  
Effluve à travers un gaz.

laire que laissent entre eux deux tubes de verre concentriques *h* et *k*, soudés l'un à l'autre en *e*, on fait passer lentement un courant d'oxygène : le gaz entre par le tube *b*, et sort par le tube *a*. Les deux pôles de la bobine d'induction communiquent, par des fils de platine *f*, *f'*, avec deux masses d'eau acidulée, *cc'*, *dd'*, contenues, l'une dans le tube *h*, l'autre dans l'éprouvette à pied *V*. Quand la bobine fonctionne, la couche d'eau acidulée qui est au contact de la paroi intérieure du tube *h*, et celle qui est au contact de la paroi extérieure du tube *k*, sont chargées d'électricités contraires : mais, selon que le courant induit est direct ou inverse, chacune de ces électrodes est alternativement positive ou négative ; par suite, sur chacune des molécules du gaz interposé, les fluides positif et négatif se portent en sens inverse, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre ; on comprend que, de ces mouvements, puisse résulter un accroissement de l'énergie du gaz. — Quand on fait l'expérience dans l'obscurité, on observe une lueur continue dans l'espace compris entre les deux tubes *h* et *k*. — Lorsque l'oxygène a été soumis ainsi à l'action de l'effluve électrique, on constate qu'une partie plus ou moins considérable du gaz s'est transformée en *ozone*.

(\*) La bobine d'induction peut encore être employée pour charger une batterie : on relie les deux pôles *f* et *f'* de la bobine aux deux armatures de la batterie, en ayant soin de ménager, sur l'un des fils de communication, une petite *distance explosive*, qui interceptera le courant inverse (634). — Avec une bobine de grandes dimensions, on peut, en quelques secondes, charger une batterie de très grande surface.

**641. Tubes de Geissler.** — Lorsque les extrémités du fil induit d'une bobine de Ruhmkorff sont placées dans un espace contenant un gaz raréfié, on observe, à chaque décharge, des lueurs qui remplissent une partie de cet espace. Si la raréfaction est poussée suffisamment loin, il se produit, entre les extrémités des fils, une succession de couches alternativement brillantes et obscures, qui ont reçu le nom de *stratifications*.

Pour obtenir ces effets, on emploie généralement des tubes de verre qui sont désignés sous le nom de *tubes de Geissler*. — On leur donne les formes les plus diverses : la figure 489 représente l'une des plus simples. — Aux deux extrémités *A* et *B* du tube sont soudés des fils métalliques, auxquels on attache les extrémités du fil induit de la bobine. Après avoir poussé très loin la raréfaction du gaz, on a fermé le tube à la lampe : on peut alors le faire servir à un nombre indéfini d'expériences. — Le fil *A*, qui communique avec celui des conducteurs qui est *positif* pour les courants induits *directs*, présente, à son extrémité, un point très brillant ; on observe des stratifications dans toute l'étendue du tube large qui contient ce fil. Le fil *B*, qui communique avec le conducteur négatif, est entouré d'une gaine lumineuse, et les stratifications s'arrêtent à une certaine distance de son extrémité. La partie étroite *C* n'offre généralement pas de stratifications, mais une lumière vive, dont la couleur dépend de la nature du gaz contenu dans l'appareil. — Certains tubes de Geissler présentent des parties formées de différents verres qui acquièrent, par *fluorescence*, des teintes diverses au moment du passage du courant. On obtient ainsi des effets lumineux d'une grande beauté. — Les tubes comme celui de la figure 489 sont particulièrement employés pour l'étude spectrale, comme on le verra plus loin (811).

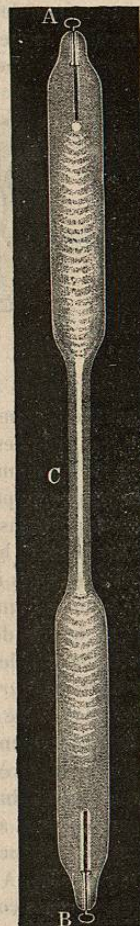


Fig. 489.  
Tube de Geissler.

### III. — TÉLÉPHONE ET MICROPHONE

**642. Téléphone de Bell.** — L'une des applications les plus remarquables des courants électriques est celle qui a conduit à l'invention du *téléphone*, pour la transmission des sons ou de la parole à de grandes distances.

Le téléphone imaginé en Amérique par M. Bell se compose d'une plaque mince de fer M (fig. 490), placée au fond d'une embouchure E, et derrière laquelle est fixée une tige d'acier aimantée A. Sur cette tige est assujettie une bobine B, sur laquelle est enroulé un fil métallique

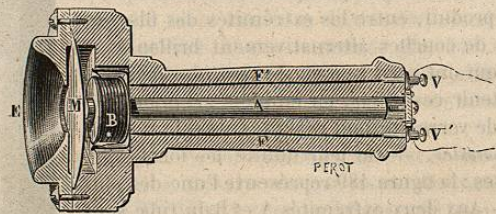


Fig. 490. — Téléphone de Bell.

couvert de soie : les deux bouts de ce fil, F, F', viennent aboutir à deux bornes métalliques V, V', fixées à l'étui de bois qui contient tout l'instrument. — Dans ces bornes, on assujettit des fils conducteurs, qui mettent l'appareil en communication avec un appareil identique, placé au point où se trouve la personne avec laquelle on doit entrer en conversation. Nous supposons que les pièces de ce second appareil soient désignées par les mêmes lettres, affectées de l'indice 1.

Celui des deux interlocuteurs qui prend le premier la parole approche de sa bouche l'embouchure E de l'appareil qu'il tient à la main, et qui va jouer le rôle de *transmetteur* de la voix. L'autre personne applique contre son oreille l'embouchure E<sub>1</sub> de l'autre appareil, qui va jouer le rôle de *récepteur*. — Les impulsions communiquées par la voix, à la petite plaque de fer M du *transmetteur*, déterminent une succession de rapprochements et d'éloignements alternatifs de cette plaque par rapport à l'extrémité de l'aimant. A chaque rapprochement, il y a accroissement du magnétisme développé par influence dans la plaque, et, par réaction, accroissement du magnétisme de l'aimant A lui-même : par suite, production d'un courant électrique *induit* dans le fil de la bobine B (627). A chaque éloignement, il se produit encore un courant induit, de sens contraire au premier et ainsi de suite. — Ces courants, en traversant la bobine B<sub>1</sub> du *récepteur*, augmentent ou diminuent alternativement le magnétisme de son aimant A<sub>1</sub> : ils ont donc pour effet de déterminer des rapprochements ou des éloignements alternatifs de la plaque de fer M<sub>1</sub> par rapport à cet aimant, en sorte que les mouvements de cette plaque reproduisent ceux de la plaque du transmetteur. L'air de l'embouchure E<sub>1</sub> est ainsi mis en vibration, et communique le son à l'oreille de celui qui écoute.

Chacun des deux appareils peut fonctionner alternativement comme *transmetteur* ou comme *récepteur*.

645. **Combinaison du téléphone et du microphone.** — Dans la disposition précédente, les courants induits étant très faibles, le son est toujours peu intense au point d'arrivée. — L'invention du *microphone*, qui est due encore à un physicien américain, M. Hughes, a fait faire à la question un progrès considérable. Voici la disposition, d'une simplicité merveilleuse, qu'il a d'abord imaginée.

Deux petites pièces de charbon de cornue sont fixées en C et C' sur une planche de bois MN (fig. 491) ; entre elles est placée une sorte de crayon du même charbon A, dont les deux pointes sont reçues dans de petites cavités, de manière qu'il appuie légèrement sur chacune d'elles. On fait passer dans l'appareil le *courant d'une pile*, dont le circuit est mis en communication avec la bobine d'un téléphone, placé à une grande distance. — C'est la succession des pièces de charbon qui constitue le *microphone*. Le microphone va jouer le rôle de *transmetteur* ; le téléphone fonctionnera ici exclusivement comme *récepteur*.

Dès qu'on produit un son dans le voisinage du microphone, les vibrations sonores suffisent pour modifier les contacts du crayon A avec ses supports, et pour faire subir au courant de la pile des variations qui modifient le magnétisme de l'aimant du téléphone, et qui mettent ainsi sa plaque de fer en mouvement.

644. **Système Ader.** — Un très grand nombre de modifications ont été apportées, soit au microphone transmetteur, soit au téléphone récepteur. — Nous nous contenterons de décrire sommairement le système qui a été imaginé par M. Ader, et qui a été adopté en France par la Société des Téléphones.

Chacun des postes comprend, d'une part, un transmetteur, dont le jeu repose sur le même principe que le microphone de Hughes, et qui sera mis en vibration par la voix de l'interlocuteur placé à ce poste ; d'autre part, un récepteur, formé par un système de deux téléphones, que l'on appliquera sur les deux oreilles, afin de mieux percevoir les paroles prononcées par l'interlocuteur placé à l'autre poste.

Dans le système d'Ader, le microphone transmetteur est fixé sous une plaque de bois mince, disposée comme la table d'un petit pupitre (fig. 492), et devant laquelle on se place pour émettre la voix. — Il se compose d'une série de petites baguettes de charbon de cornue, assujetties à peu près comme dans le microphone de Hughes, de manière que les contacts de ces baguettes avec leurs supports soient modifiés

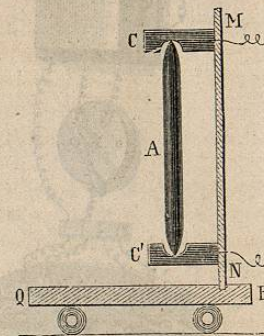


Fig. 491.  
Microphone de Hughes.

par toutes les vibrations imprimées à la plaque de bois. Il se produit ainsi, dans le courant de la pile qui est mise en communication avec le système, des variations d'intensité, qui s'accusent par des mouvements imprimés à la petite plaque de fer de chaque téléphone, au poste d'arrivée. — Quant aux téléphones récepteurs, que la figure 492

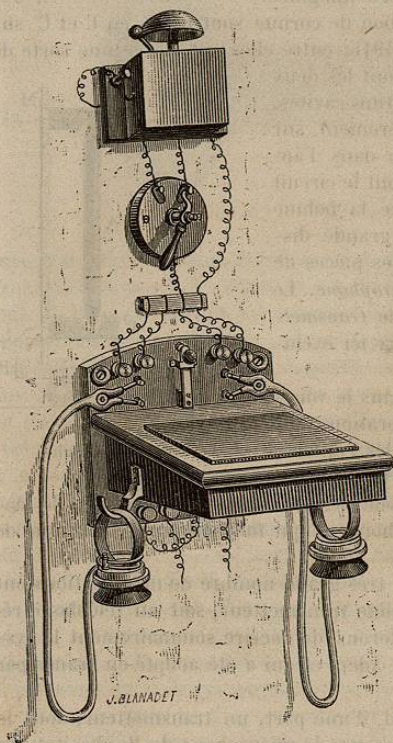


Fig. 492. — Système Ader.

représente suspendus par des anneaux de chaque côté du transmetteur, leur disposition diffère un peu de celle du téléphone de Bell. L'aimant est un petit aimant en fer à cheval, fixé à l'intérieur du disque de caoutchouc durci qui forme la base de l'embouchure. Dans la même monture, en regard de chacun des pôles de l'aimant, se trouve une petite bobine de fils conducteurs, que traverse le courant : on a ainsi l'avantage de soumettre la petite plaque de fer à l'action des deux pôles à la fois, ce qui donne aux sons produits plus d'intensité.

Enfin chaque poste présente diverses pièces accessoires, semblables à celles qui sont en usage sur les lignes télégraphiques, et destinées à faciliter le service. La figure 492 représente, à la partie supérieure, une sonnerie qui sert d'avertisseur ;

au-dessous, est un commutateur, que l'on tourne de manière à recevoir le courant dans les fils des téléphones, quand on est prêt à entrer en correspondance (\*).

(\*) La correspondance par téléphone peut être établie à une distance quelconque, par une *ligne aérienne* ou *souterraine*. — Le transmetteur et le récepteur doivent communiquer par deux fils, un fil *d'aller*, et un fil *de retour* ; les fils en bronze silicieux sont ceux qui paraissent le plus avantageux. — Quand la ligne est aérienne, il est économique de suspendre les fils aux poteaux des fils télégraphiques ; mais alors il est indispensable de croiser les fils téléphoniques, d'une façon telle que les cou-

IV. — MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

643. **Machine de Clarke.** — La machine de Clarke est un appareil d'induction *magnéto-électrique*, c'est-à-dire que les courants d'induction y sont produits par les changements de positions relatives d'un circuit fermé et d'un aimant (627).

Un système de deux bobines H (fig. 493), sur lesquelles est enroulé

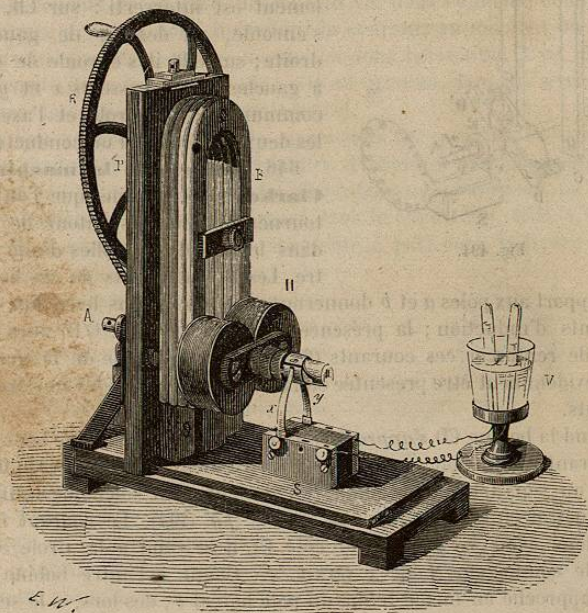


Fig. 493. — Machine de Clarke.

un fil métallique dont les tours contigus sont isolés les uns des autres, est assujéti sur un axe horizontal A, qui traverse la planche P : cet axe peut recevoir un mouvement de rotation rapide, à l'aide d'une chaîne sans fin qui passe sur la roue R ; dans l'axe de chacune des bobines est placé un noyau de fer doux. Un aimant puissant B, formé de plusieurs fers à cheval superposés, est fixé à la planche P : ses

rants télégraphiques ne puissent pas y faire naître de courants induits, qui troubleraient la correspondance. — On n'est point encore parvenu jusqu'ici à correspondre télégraphiquement par câbles sous-marins.

deux pôles sont placés à la même hauteur que l'axe de rotation A.

L'axe porte une pièce métallique CC', à laquelle sont fixées deux pièces de fer doux CD et C'D' qui forment les noyaux des bobines (fig. 494).

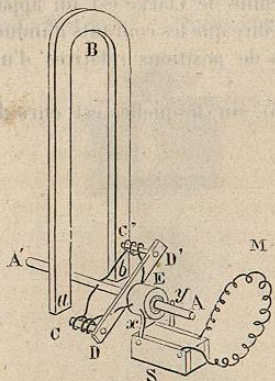


Fig. 494.

par rapport aux pôles  $a$  et  $b$  donneront naissance, dans leurs fils, à des courants d'induction; la présence des noyaux CD et C'D' aura pour effet de renforcer ces courants (628), mais la théorie de la machine peut évidemment être présentée en faisant abstraction des noyaux renforçants.

Quand la bobine CD s'approche du pôle  $a$ , d'après la loi de Lenz (650) le courant induit doit contrarier le mouvement, c'est-à-dire qu'il doit avoir un sens tel, que la bobine CD devienne un solénoïde ayant un pôle austral en C (pôle repoussé par  $a$ ) (fig. 494). Le courant induit doit donc avoir sa gauche du côté C; il se rend à la virole, et va dans le conducteur M, de  $x$  vers  $y$ . — Quant à l'autre bobine C'D', elle s'approche en même temps du pôle boréal  $b$ ; dès lors, si le sens de l'enroulement du fil était le même pour les deux bobines, les deux courants induits seraient de sens inverse, et s'annuleraient dans le conducteur M; l'inversion du sens de l'enroulement a pour effet de rétablir les deux courants induits dans le même sens. — Il en est évidemment de même pendant toute la suite du mouvement; par suite, il suffira d'analyser le phénomène pour l'une des bobines, CD par exemple.

Quand la bobine CD a dépassé le pôle austral, elle s'éloigne du pôle  $a$ ; donc, d'après la loi de Lenz, le courant induit doit constituer dans cette bobine un solénoïde ayant son pôle boréal en C (pôle attiré par  $a$ ). Le courant, ayant ainsi sa droite du côté C, passe maintenant de la bobine à l'axe, et marche, dans le conducteur M, de  $y$  vers  $x$ .

Puis la bobine CD se rapproche du pôle boréal  $b$ ; toujours d'après la loi de Lenz, le courant induit constitue dans cette bobine un pôle boréal en C (pôle repoussé par  $b$ ): le sens du courant induit est encore le même, il va dans le conducteur extérieur de  $y$  vers  $x$ .

Enfin, CD s'éloigne de  $b$ , et le point C doit devenir le pôle austral du solénoïde (pôle attiré par  $b$ ). Le courant, ayant sa gauche du côté C, va donc de  $x$  vers  $y$ .

En résumé, quand la bobine CD est au-dessus du plan horizontal  $ab$ , le courant, dans le conducteur extérieur M, va de  $y$  vers  $x$ ; quand CD est au-dessous de ce plan, le courant va, dans ce même conducteur, de  $x$  vers  $y$ ; il y a donc inversion du courant, au moment où le plan déterminé par les axes des noyaux devient horizontal. A ce moment, l'intensité du courant est nulle: elle est maxima, dans un sens ou dans l'autre, lorsque ce plan devient vertical.

Si l'on veut employer cette succession de courants à décomposer l'eau, par exemple, il est nécessaire d'employer une disposition qui amène les courants à passer toujours dans un même sens, au travers du voltamètre V qui sera interposé dans le circuit (fig. 495). C'est là le but du commutateur, qui est représenté à part dans la figure 495. —

Sur l'axe métallique qui porte les bobines, est assujettie une gaine isolante en ivoire: sur cette gaine, sont fixées deux plaques métalliques  $aa'$ ,  $bb'$ , embrassant chacune à peu près la moitié de son contour, mais séparées l'une de l'autre par deux petits espaces vides. Le constructeur a mis la plaque  $bb'$  en communication permanente avec la virole; la plaque  $aa'$  communique avec l'axe par l'intermédiaire de la vis  $v$  qui pénètre jusqu'à cet axe. — Or, pendant la rotation, ces deux plaques arrivent tour à tour en contact avec les ressorts  $x$  et  $y$ , fixés sur les bandes métalliques qui sont appliquées sur le bloc de bois S, et qui reçoivent les conducteurs, G, H, dans lesquels doivent passer les courants. Dès lors, au moment où le courant change de sens dans les bobines, la communication des plaques avec les ressorts  $x$  et  $y$  est également intervertie, en sorte que les courants conservent toujours le même sens dans la partie GH du circuit. — Si l'on interpose un voltamètre dans cette partie, comme le représente la figure 495, on constate en effet que, dans l'une des éprouvettes, il se dégage uniquement de l'hydrogène; dans l'autre, uniquement de l'oxygène.

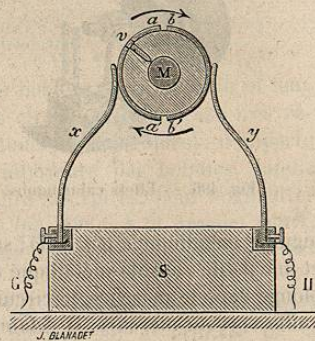


Fig. 495. — Commutateur de la machine de Clarke.

Remarquons cependant que si, au moyen du commutateur, on obtient des courants toujours de même sens dans le circuit extérieur, ces courants ne conservent pas une intensité constante pendant la durée d'une demi-rotation : l'intensité passe par un maximum, comme nous l'avons vu, à l'instant où le plan des axes des bobines passe par la position verticale; l'intensité devient nulle, à l'instant où ce plan devient horizontal. — Ce défaut de constance du courant est un inconvénient de la machine de Clarke et des machines industrielles construites sur le même type (648).

**647. Dispositions de la machine, pour la production des divers effets.** — Nous venons d'indiquer la disposition qui, dans la machine de Clarke, permet d'employer les courants induits à la production d'effets chimiques. — Si l'on veut employer ces courants à faire rougir un fil métallique fin, il suffit de placer ce fil entre deux petites pinces métalliques, fixées dans les bandes métalliques qui portent les ressorts (fig. 496).

Pour obtenir des étincelles, on fixe sur l'axe du commutateur une

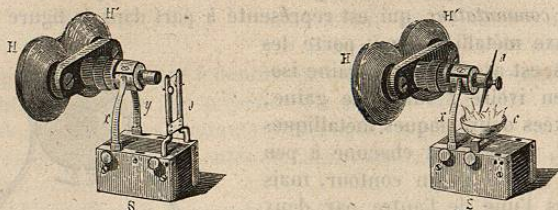


Fig. 496. — Effets calorifiques.

Fig. 497. — Inflammation de l'éther.

aiguille métallique *a* (fig. 497); sur la pièce *S*, on place un seul ressort, et une petite capsule métallique *c* pleine de mercure. Lorsque l'aiguille plonge dans le mercure, le circuit est fermé; mais, au moment où l'aiguille sort du mercure, il éclate une étincelle, qui est due surtout à l'extra-courant de rupture (653). — En versant une couche d'éther à la surface du mercure, on arrive facilement à enflammer l'éther.

Enfin, quand on veut employer la machine de Clarke à produire des commotions, on adapte, aux bandes métalliques de la pièce *S*, des fils conducteurs terminés par des poignées de laiton *M*, *M'* (fig. 498), que l'on saisit entre les mains humides. — D'après ce qu'on a vu (653), les commotions seront surtout intenses, si l'on fait en sorte qu'il se produise des interruptions brusques des courants, aux instants où ils acquièrent leur intensité maxima, c'est-à-dire aux instants où le plan des axes des bobines passe par la position verticale. Dès lors, les ressorts *x* et *y* étant placés comme précédemment, on fixe un troisième ressort *z* sur la bande qui porte déjà le ressort *x* (fig. 498). Aux ins-

tants où les bobines passent par la position verticale, ce ressort est rencontré par un petit prolongement de la plaque métallique sur laquelle appuie déjà le ressort *y* (\*); le circuit se trouvant alors fermé par les deux ressorts *x*, *x* et par la bande métallique qui les supporte, le courant cesse brusquement de traverser le corps de la personne soumise à l'expérience : elle éprouve, à ce moment, une commotion produite surtout par l'extra-courant de rupture. — Le même effet se répète à chaque demi-révolution du système des bobines.

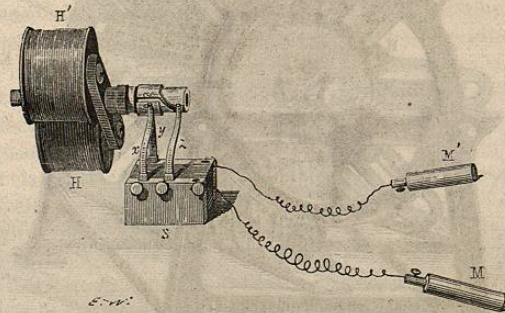


Fig. 498. — Effets physiologiques.

L'appareil comporte deux systèmes de bobines. L'un, à fil fin et long (fig. 495 et 498), est employé quand le circuit extérieur est très résistant (décomposition de l'eau, commotions physiologiques); il importe peu alors d'augmenter la résistance intérieure des bobines, tandis que l'on a intérêt à multiplier le nombre des spires, pour augmenter l'induction. L'autre système de bobines (fig. 496), à fil gros et court, est employé lorsque le circuit extérieur, entièrement métallique, est peu résistant.

**648. Machine de l'Alliance.** — On a réalisé, pour les usages industriels, des machines puissantes fondées sur le principe de la machine de Clarke. — La figure 499 représente la machine de la Compagnie l'Alliance, qui est employée pour l'éclairage électrique des phares; elle a été construite par Nollet et perfectionnée par Van Malderen.

Au lieu d'un seul aimant en fer à cheval et d'un seul couple de bobines, la machine comprend jusqu'à quarante aimants en fer à cheval, E, E..., assujettis sur un bâti de fonte et placés autour d'un même axe horizontal. Ils sont répartis en cinq groupes, comprenant

(\*) Chacune des plaques du commutateur porte un petit prolongement semblable, qui contourne la gaine d'ivoire, et vient se terminer dans un plan perpendiculaire à celui qui passerait par les deux intervalles de séparation des plaques elles-mêmes. On aperçoit l'un de ces prolongements sur la figure 498 : il est représenté au moment où il va être rencontré par le ressort *z*.

chacun huit aimants dans un même plan vertical. — Les bobines sont fixées sur une sorte de tambour, dont l'axe est horizontal, et auquel une machine à vapeur imprime un mouvement de rotation rapide, par

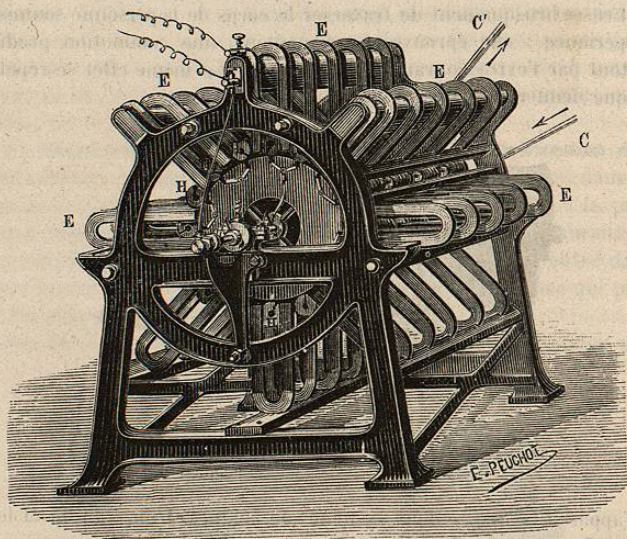


Fig. 499. — Machines de l'Alliance.

l'intermédiaire de la courroie *CC'*. Ces bobines sont associées les unes aux autres, comme les éléments d'une pile, de manière à former une seule série. — Cette machine fonctionne avec une régularité remarquable.

649. **Principe de la machine de Gramme.** — La machine de Gramme est l'une de celles qui paraissent présenter le plus d'avenir, particulièrement au point de vue industriel. — Bien qu'elle semble d'abord analogue à la machine de Clarke, elle repose, comme on va le voir, sur un principe tout différent.

Soit un anneau circulaire de fer doux *nn'* (fig. 500), placé entre les branches d'un aimant en fer à cheval *AMB* ou d'un électro-aimant, de manière que son diamètre horizontal corresponde à la ligne *AB* qui joindrait les pôles de l'aimant. L'influence de ces pôles détermine, dans chacun des demi-anneaux *bna*, *b'n'a'*, une aimantation par influence, d'où résulte, en face du pôle *A*, la production d'un double pôle boréal *bb'*; en face du pôle *B*, la production d'un double pôle austral *aa'*; enfin, en *n* et en *n'*, sont deux régions neutres. — Concevons d'abord que, l'anneau étant fixe, on ait enroulé, autour de l'un de ses points, une

petite hélice *s*, formée par un fil métallique couvert de soie, et que cette hélice puisse glisser sur l'anneau, dans le sens indiqué par la flèche, de manière à prendre successivement les positions *n*, *bb'*, *n'*, *aa'*, *n*, etc.; concevons enfin que les extrémités du fil soient réunies par un conducteur, c'est-à-dire que le circuit soit fermé. Si l'on déplace l'hélice d'une manière continue, l'expérience montre qu'il se produit une succession de courants induits, dont le sens est constant pendant la demi-révolution *nbb'n'* qui s'effectue à droite de la verticale passant par la ligne neutre; pendant la demi-révolution *n'dan* qui s'effectue à gauche, les courants ont encore un sens constant, mais inverse du premier.

Pour nous rendre compte de ces résultats, nous supposerons que les courants induits sont dus uniquement à l'influence des pôles de l'anneau, *aa'* et *bb'*, les pôles *A* et *B* de l'aimant n'ayant d'autre effet que de faire naître les pôles de l'anneau. — Remarquons alors que, eu égard à la position des pôles dans l'anneau, les courants particuliers du fer doux doivent être considérés comme circulant dans un même sens pour la partie *anb*, et en sens contraire pour la partie *a'n'b'*. (Pour la partie *anb*, le sens des courants particuliers est, en avant du plan de la figure, de l'intérieur à l'extérieur de l'anneau; pour la partie *a'n'b'*, de l'extérieur à l'intérieur). — Or, quand l'hélice *s* glisse de *n* en *b*, les courants particuliers de la portion *nb* ne peuvent faire naître aucun courant induit dans l'hélice, qui s'éloigne des uns et se rapproche des autres. Mais, dans ce mouvement, l'hélice se rapproche des courants particuliers de la portion *b'n'*, elle s'éloigne des courants particuliers de la portion d'anneau *na*; d'après la loi de Lenz (650), il se développera donc dans l'hélice un courant induit de sens contraire aux premiers, de même sens que les seconds; donc pendant le quart de révolution *nb*, qui rapproche l'hélice de *b*, il se développe un courant de même sens que les courants particuliers de la portion *nb*. — Une analyse du même genre montrerait que, pendant le quart de révolution *b'n'* qui l'éloigne de *b'*, il se développe dans l'hélice un courant de sens con-

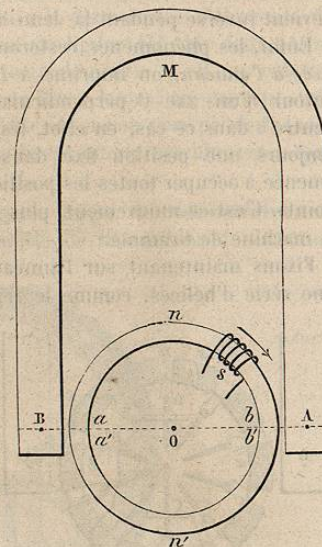


Fig. 500. — Production des courants dans la machine de Gramme.

traire à celui des courants particuliers de la portion d'anneau  $b'n'$ , c'est-à-dire de même sens que le courant induit précédent. — Les mêmes considérations montrent que le sens des courants de l'hélice devient inverse pendant la demi-révolution  $n'a'n$  (\*).

Enfin, les phénomènes resteront encore les mêmes si, l'hélice étant fixée à l'anneau, on imprime à l'anneau un mouvement de rotation autour d'un axe  $O$  perpendiculaire à son plan et passant par son centre : dans ce cas, en effet, les doubles pôles  $bb'$  et  $aa'$  occuperont toujours une position fixe dans l'espace, et l'hélice  $s$  sera encore amenée à occuper toutes les positions possibles par rapport à ces deux points. C'est ce mouvement, plus facile à réaliser, qui est adopté dans la machine de Gramme.

Fixons maintenant sur l'anneau, non plus une seule hélice, mais une série d'hélices, comme le représente la figure 501 : soudons,

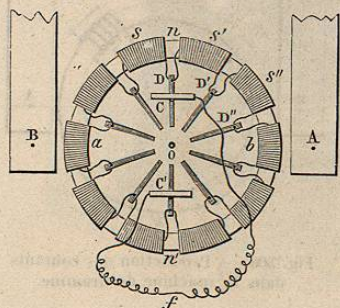


Fig. 501

Anneau de la machine de Gramme.

à une pièce de cuivre  $D$ , l'extrémité terminale de l'hélice  $s$  et l'extrémité initiale de l'hélice suivante  $s'$ ; à une autre pièce de cuivre  $D'$ , l'extrémité terminale de l'hélice  $s'$ , et l'extrémité initiale de l'hélice suivante  $s''$ , et ainsi de suite, le système de ces pièces de cuivre étant d'ailleurs assujéti à l'anneau, de manière à tourner avec lui autour de l'axe  $O$ . Disposons enfin, dans une position fixe, et dans la verticale passant par le point  $O$ , deux lames métalliques  $C, C'$ , qui, pendant le mouvement

de rotation, se trouveront toujours respectivement en contact avec les deux pièces de cuivre rayonnantes qui correspondront à la ligne neutre  $nn'$ . — Ces deux lames  $C$  et  $C'$  étant réunies par un conducteur  $f$ , on voit que, à chaque période de la rotation, les deux systèmes d'hélices situés, l'un à droite et l'autre à gauche de  $nn'$ ,

(\*) En réalité, les pôles  $A$  et  $B$  de l'aimant en fer à cheval (fig. 500) interviennent dans la production des courants induits, aussi bien que les pôles  $a$  et  $b$  de l'anneau. — Supposons l'hélice  $s$  dans la position de la figure 500, parcourue par un courant de même sens que les courants particuliers de la portion  $nb$ , c'est-à-dire allant de l'avant à l'arrière du plan de la figure extérieurement à l'anneau : nous pouvons alors considérer l'hélice comme un solénoïde, dont le pôle boréal se rapproche du pôle austral  $A$  de l'aimant; le mouvement de l'hélice est alors contrarié par l'action magnétique du pôle  $A$ ; donc, d'après la loi de Lenz, quand l'hélice se déplace dans le sens de la flèche, le pôle inducteur  $A$  doit développer dans cette hélice un courant induit de même sens que les courants particuliers de la portion  $nb$  de l'anneau. — La présence des pôles  $A$  et  $B$  de l'aimant en fer à cheval renforce donc les courants produits par les pôles  $a$  et  $b$  de l'anneau.

pourront être assimilés à deux systèmes d'éléments de piles, associés en série, chacune des séries ayant son pôle positif à l'une des lames  $C$ , son pôle négatif à l'autre lame  $C'$ . En d'autres termes, ces deux systèmes d'hélices seront assimilables aux deux séries d'éléments de la figure 415 (en supposant que dans la figure 415, les deux séries d'éléments de pile soient disposés verticalement). — Il en résulte, dans le conducteur  $f$ , qui réunit ces deux lames, un courant très intense. Ce courant conservera d'ailleurs le même sens pendant toute la rotation. C'est ce qu'on exprime en disant que la machine est à courant continu.

650. Machine magnéto-électrique. Type de laboratoire. — La figure 502 représente un petit modèle de la machine de Gramme,

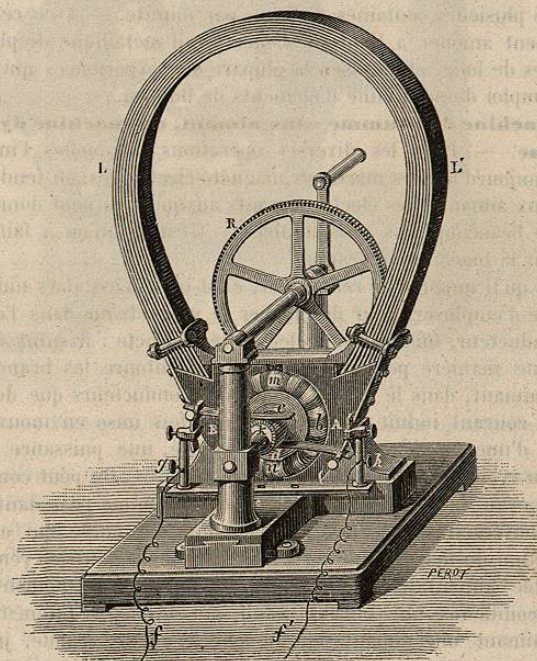


Fig. 502. — Machine de Gramme.

construit par M. Bréguet pour les expériences de laboratoire ou de cours. — L'aimant  $LL'$  est un aimant du système de Jamin (528), dont les armures  $A$  et  $B$  forment les pôles entre lesquels tourne l'anneau  $mbn$ ; on a représenté, avec des teintes alternativement plus