

avec la pointe S, par l'intermédiaire de la lame élastique qui porte le levier; le godet de la pointe S communique, par le fil P, avec le pôle négatif de la même pile. Le godet de la pointe T et le levier lui-même sont introduits dans le circuit *inducteur* de la bobine de Ruhmkorff, par les fils A et N. — Dès lors, dès que le circuit de la pile spéciale de l'interrupteur est fermé, l'armature F est attirée par l'électro-aimant, et l'extrémité T du levier, en se relevant, fait sortir les pointes du mercure, et interrompt les deux circuits; mais, l'électro-aimant ayant alors perdu son aimantation, le levier est ramené en sens contraire par l'élasticité de la lame qui le supporte: les deux circuits sont de nouveau fermés, et ainsi de suite. — L'alcool étant très mauvais conducteur, l'interruption du circuit inducteur de la bobine est instantanée, et par suite l'intensité des courants induits est aussi grande que possible.

610. **Tubes de Geissler.** — Lorsque les extrémités du fil induit d'une bobine de Ruhmkorff sont placées dans un espace contenant un gaz raréfié, on obtient, non plus des étincelles, mais 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*, et que M. Alvergnyat construit avec une grande perfection. — On leur donne les formes les plus diverses: la figure 506 représente l'une des plus simples. — Aux deux extrémités A et B du tube, sont soudés des fils métalliques, munis extérieurement de petits anneaux qui serviront à fixer 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 le conducteur 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

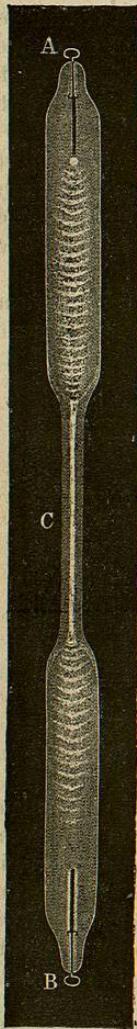


Fig. 506.  
Tube de Geissler.

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 506 sont particulièrement employés pour l'étude spectrale, comme on le verra plus loin. La partie étroite, quand on l'examine au spectroscope, fournit des spectres lumineux, caractéristiques du gaz sur lequel on opère.

## II. — TÉLÉPHONE ET MICROPHONE.

611. **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 petite plaque mince de fer M (fig. 507), placée au fond d'une embou-

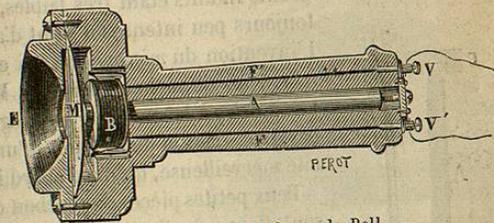


Fig. 507. — Téléphone de Bell.

chure E, et derrière laquelle est fixée, à une petite distance, une tige d'acier aimantée A. Sur cette tige est assujettie une petite bobine B, sur laquelle est enroulé un fil métallique 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 autre appareil identique, placé au point où se trouve la personne avec laquelle on doit entrer en conversation. Nous supposons que toutes 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 (602). 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.

En intervertissant les rôles des deux appareils, les interlocuteurs peuvent faire fonctionner chacun d'eux alternativement comme *transmetteur* ou comme *récepteur*.

612. **Combinaison du téléphone et du microphone.** — Dans la disposition précédente, les courants induits étant très faibles, le son est

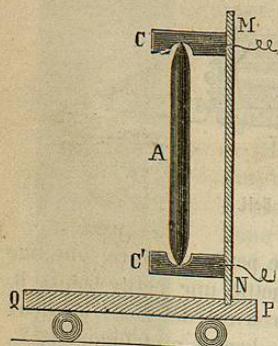


Fig. 508. — Microphone de Hughes.

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. 508) ; 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.

613. **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, pour la correspondance établie entre les abonnés, dans l'étendue d'une grande ville.

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. 509), 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 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'ac-

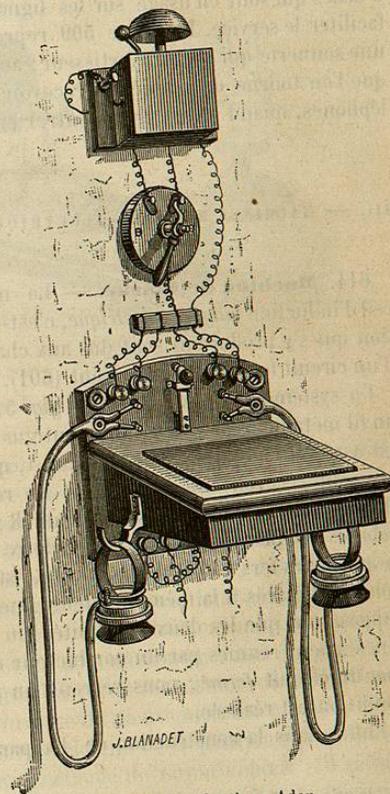


Fig. 509. — Système Ader.

cusent par des mouvements imprimés à la petite plaque de fer de chaque téléphone, au poste d'arrivée. — Quant aux téléphones récepteurs, que la figure 509 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 509 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.

### III. — MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

614. **Machine de Clarke.** — La machine de Clarke est un appareil d'induction *magnéto-électrique*, c'est-à-dire que les courants d'induction qui s'y produisent sont dus aux changements de positions relatives d'un circuit fermé et d'un aimant (601).

Un système de deux bobines H (fig. 510), sur lesquelles est enroulé 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 deux pôles sont placés à la même hauteur que l'axe de rotation A. — Nous supposons que les deux extrémités du fil qui est enroulé sur les bobines soient réunies par un conducteur extérieur, de manière à constituer un circuit *fermé* : nous verrons un peu plus loin comment cette condition est réalisée.

Enfin, dans la construction de l'appareil, après avoir enroulé le fil

(\*) Pour accroître encore l'action magnétique, M. Ader a eu l'idée de fixer, à l'intérieur de la monture, et de l'autre côté de la petite plaque de fer, un anneau de fer doux, qui s'aimante sous l'influence de l'aimant d'acier, et dont le magnétisme éprouve les mêmes variations, quand le téléphone est mis en jeu. Cet anneau est ce qu'on nomme le *surexcitateur*.

dans un certain sens sur l'une des bobines, on l'a enroulé en *sens*

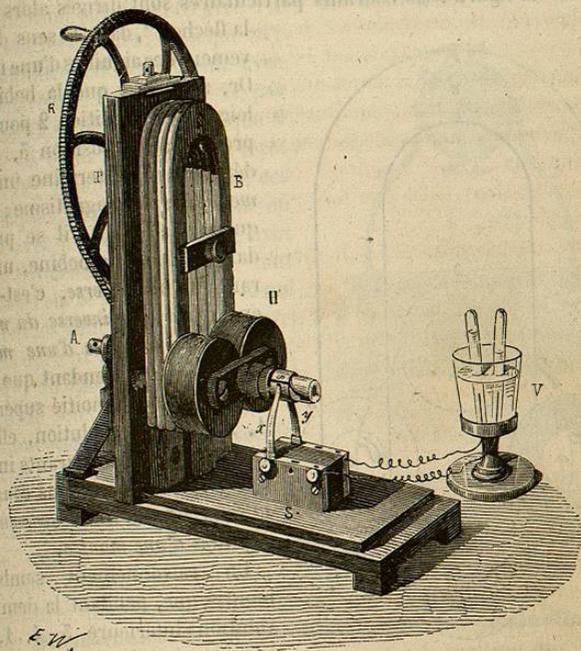


Fig. 510. — Machine de Clarke.

contraire sur l'autre : nous allons voir, en étudiant le mode de production des courants, pourquoi il est nécessaire de procéder ainsi.

615. **Théorie de la machine de Clarke.** — Considérons l'une des bobines, H par exemple (fig. 511), qui arrive successivement dans les positions 1, 2, 3, 4, en se déplaçant devant l'aimant B, dans le sens de la flèche f. — Lorsque la bobine est dans la position 1, en face du pôle austral a de l'aimant fixe, son noyau de fer doux acquiert un pôle boreal du côté de l'aimant fixe, et un pôle austral en avant du plan de la figure; les courants particuliers du fer doux sont alors dirigés, comme l'indique la flèche f', en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre (578 et 579). Si la bobine s'éloigne de la position 1 pour se rapprocher de la position 2, le magnétisme du noyau *diminue*; il se produit donc, dans le fil de la bobine, un courant magnéto-électrique *direct* (601), c'est-à-dire dirigé, comme les courants particuliers du fer doux, en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre. — Parvenu à la position 2, le noyau, également éloigné des deux pôles a

et *b*, a perdu son magnétisme; mais, dès qu'il a dépassé cette position, il s'aimante en sens contraire et acquiert un pôle boréal en avant du plan de la figure : les courants particuliers sont dirigés alors comme

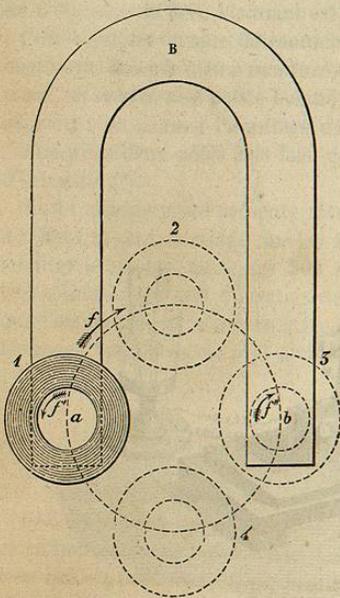


Fig. 511. — Production des courants dans la machine de Clarke.

la flèche *f''*, dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre. Or, à mesure que la bobine s'éloigne de la position 2 pour s'approcher de la position 3, chaque déplacement détermine une augmentation de magnétisme; à chaque déplacement, il se produit, dans le fil de la bobine, un courant induit *inverse*, c'est-à-dire encore *en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre*.

— En résumé, pendant que la bobine effectue la moitié supérieure 1, 2, 3 de sa révolution, elle est traversée par des courants induits qui conservent un sens constant, le sens *inverse du mouvement des aiguilles d'une montre*.

Un raisonnement semblable montre que, pendant la demi-révolution inférieure 3, 4, 1, les courants induits ont encore un sens constant, mais ces courants marchent alors dans le même sens que les aiguilles d'un montre.

Or, l'autre bobine *H'* effectue sa demi-révolution inférieure pendant que la bobine *H* effectue sa demi-révolution supérieure, et réciproquement. Dès lors, si les deux fils des deux bobines étaient enroulés dans le même sens, les courants induits se neutraliseraient, à chaque instant, dans le conducteur extérieur; c'est pourquoi les deux fils sont enroulés en sens contraire l'un de l'autre, de manière que leurs courants s'ajoutent dans la partie extérieure du circuit.

Enfin, on vient de voir que, à chaque demi-révolution du système, le courant change de sens à la fois dans les deux bobines. 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. 510). C'est là le but du commutateur, qui est représenté à part dans la figure 512. — Sur l'axe métallique *M* 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 l'une des extrémités du fil qui est

enroulé sur les bobines; la plaque *aa'*, en communication permanente avec l'autre extrémité de ce même fil, par l'intermédiaire de l'axe métallique *M* et 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 510, on constate en effet que, dans l'une des éprouvettes, il se dégage uniquement de l'hydrogène; dans l'autre, uniquement de l'oxygène.

616. 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 produc-

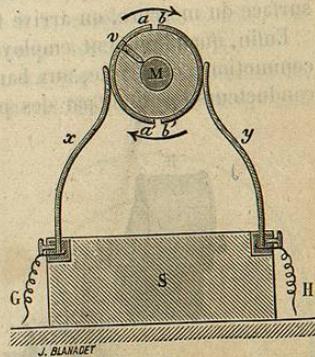


Fig. 512. — Commutateur de la machine de Clarke.

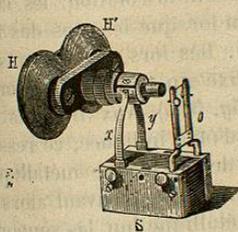


Fig. 513. — Effets calorifiques.

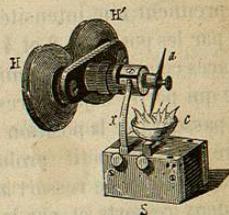


Fig. 514. — Inflammation de l'éther.

tion 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. 515).

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

aiguille métallique *a* (fig. 514) ; 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. En versant une petite 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. 515), que

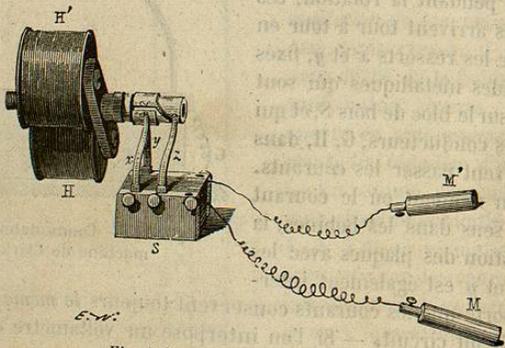


Fig. 515. — Effets physiologiques.

l'on saisit entre les mains humides. — En outre, on a vu précédemment (607) qu'il importe surtout d'obtenir des interruptions brusques des courants, aux instants où ils acquièrent le plus d'intensité, afin que l'extra-courant de rupture vienne ajouter son effet à celui du courant principal. Or la théorie montre que, pendant la rotation, les courants induits prennent une intensité maximum lorsque les axes des bobines passent par les positions 2 et 4 (fig. 511). 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. 515). Aux instants où les bobines passent par la position qui vient d'être indiquée, ce ressort est rencontré par un petit prolongement de la plaque métallique sur laquelle appuie déjà le ressort *x* (\*) ; le circuit se trouvant alors fermé par ces deux ressorts 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 pro-

(\*) 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 515 : il est représenté au moment où il va être rencontré par le ressort *z*.

duite surtout par l'extra-courant de rupture. — Le même effet se répète à chaque demi-révolution du système des bobines.

617. **Machine de Gramme.** — La machine de Gramme est, parmi les machines magnéto-électriques, 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. 516), placé entre les branches d'un aimant vertical en fer à cheval *AMB*, 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

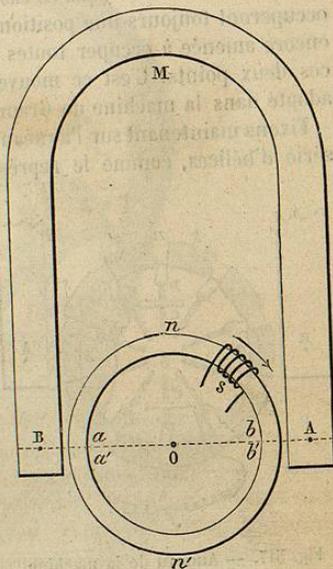


Fig. 516. — Production des courants dans la machine de Gramme.

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'a'an* qui s'effectue à gauche, les courants ont encore un sens constant, mais inverse du premier. — Il suffit, pour s'en rendre compte, de remarquer que, eu égard à la distribution du magnétisme 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'*. La loi de Lenz (604) conduit alors à considérer le mouvement de l'hélice *s* comme développant, dans le fil, pendant le quart de révolution *nb*

qui la rapproche de  $b$ , un courant de même sens que les courants particuliers de la portion d'anneau  $nb$ ; pendant le quart de révolution  $b'n'$ , qui l'éloigne de  $b$ , un courant de sens contraire à celui des courants particuliers de la portion d'anneau  $b'n'$ , c'est-à-dire de même sens que les précédents. Les mêmes considérations montrent que le sens des courants de l'hélice devient inverse pendant la demi-révolution  $n'a'an$  (\*). — 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  $b'b'$  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 517: soudons, 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

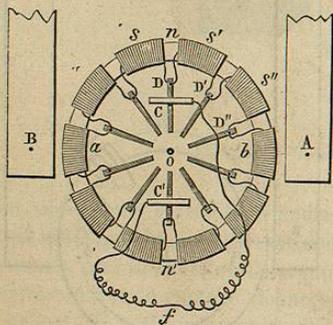


Fig. 517. — Anneau de la machine de Gramme.

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  $nn'$ , 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 425 (en supposant que dans la

(\*) Les expériences ont été faites par M. Gaugain, auquel on doit une étude théorique de la machine de Gramme (*Annales de Chimie et de Physique*, 1875, 4<sup>e</sup> série, t. XXVIII).

figure 425, 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*.

618. — La figure 518 représente un petit modèle de la machine de Gramme, construit par M. Bréguet pour les expériences de labo-

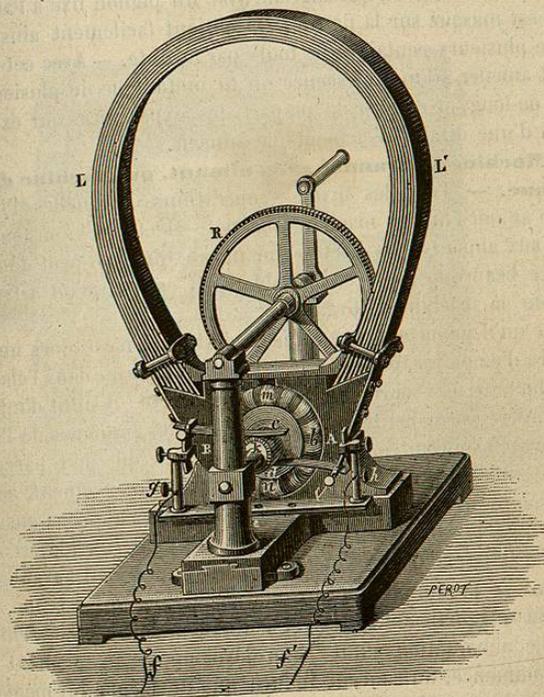


Fig. 518. — Machine de Gramme.

ratoire ou de cours. — L'aimant  $LL'$  est un aimant du système de M. Jamin (510), dont les armures  $A$  et  $B$  forment les pôles entre lesquels tourne l'anneau  $mbn$ ; on a représenté, avec des teintes alternativement plus claires et plus foncées, les hélices successives qui sont appliquées sur l'anneau de fer doux (\*). Les pièces de cuivre rayonnantes, auxquelles sont soudées les extrémités des fils des hélices, se prolongent en avant de l'anneau, de manière à former un cylindre  $k$ ,

(\*) L'anneau est formé, non pas par une pièce de fer doux massive, mais par un faisceau de fils de fer, soudés en anneaux et juxtaposés.

de diamètre plus petit : elles sont séparées les unes des autres par des rubans de soie, ou de toute autre matière isolante. Sur ce cylindre  $k$  viennent s'appuyer, aux deux extrémités d'un diamètre perpendiculaire à la ligne des pôles  $A, B$ , deux lames  $c, d$ , ou plutôt deux balais de fils métalliques assujettis aux colonnes fixes  $g, h$ , qui reçoivent les fils  $f$  et  $f''$  et permettent de faire passer le courant dans un appareil quelconque (\*). — Le mouvement est imprimé à l'anneau au moyen d'une manivelle et d'une roue dentée  $R$ , qui engrène avec un pignon fixé à l'anneau (ce pignon est masqué sur la figure). On obtient facilement ainsi une vitesse de plusieurs centaines de tours par minute. — Avec cet appareil, on peut amener à l'incandescence un fil métallique de plusieurs décimètres de long, et réaliser la plupart des expériences qui exigeraient l'emploi d'une dizaine d'éléments de Bunsen.

619. **Machine de Gramme sans aimant, ou machine dynamo-électrique.** — Pour les diverses opérations auxquelles l'industrie applique aujourd'hui les machines magnéto-électriques, on tend à substituer, aux aimants, des électro-aimants auxquels on peut donner une puissance beaucoup plus considérable. — C'est ce qu'on a fait également pour la machine de Gramme.

Mais ce qu'il importe de remarquer, c'est qu'il n'est alors nullement nécessaire d'employer, pour développer le magnétisme dans l'électro-aimant inducteur, une source d'électricité distincte : il suffit d'introduire d'une manière permanente le fil qui entoure les branches de l'électro-aimant, dans le circuit même des conducteurs que doit parcourir le courant induit : la machine, une fois mise en mouvement, acquiert, d'une manière presque instantanée, une puissance qui va ensuite en croissant avec la vitesse de rotation. — On peut considérer alors le noyau de l'électro-aimant inducteur comme possédant, avant que le mouvement se produise, une aimantation faible, qui est due, soit à l'action du magnétisme terrestre, soit au magnétisme rémanent. Cette faible aimantation suffit pour développer, au moment où la rotation commence, un courant induit, qui développe lui-même dans l'électro-aimant une aimantation de plus en plus grande, jusqu'au moment où la machine atteint son régime régulier. — C'est donc, à proprement parler, le *travail* développé pour mettre la machine en mouvement, qui se transforme en une succession de courants. De là, le nom de machines *dynamo-électriques*, qui a été donné à ces machines, et à toutes les machines analogues.

(\*) Les fils métalliques qui forment les balais  $c$  et  $d$  sont assez flexibles pour toucher simultanément plusieurs des pièces de cuivre voisines. Il en résulte, d'une part, que le courant n'est jamais interrompu ; d'autre part, qu'on supprime ainsi la résistance des hélices qui sont voisines de la ligne neutre, et qui ne contribueraient qu'à diminuer l'intensité du courant total, puisque les courants développés loin des pôles sont toujours très faibles.

La figure 519 représente l'un des types de machines Gramme construites d'après ces principes. — La machine comprend deux électro-aimants inducteurs, l'un  $AB$  à gauche, l'autre  $A'B'$  à droite : leurs pôles de même nom,  $A$  et  $A'$ , appliqués sur une même armure de fer doux  $\alpha$ , font de cette armure un pôle austral ; de même les pôles  $B$  et  $B'$ , appliqués sur l'armure  $\beta$ , en font un pôle boréal. Pour introduire les électro-aimants dans le circuit parcouru par le courant induit, on

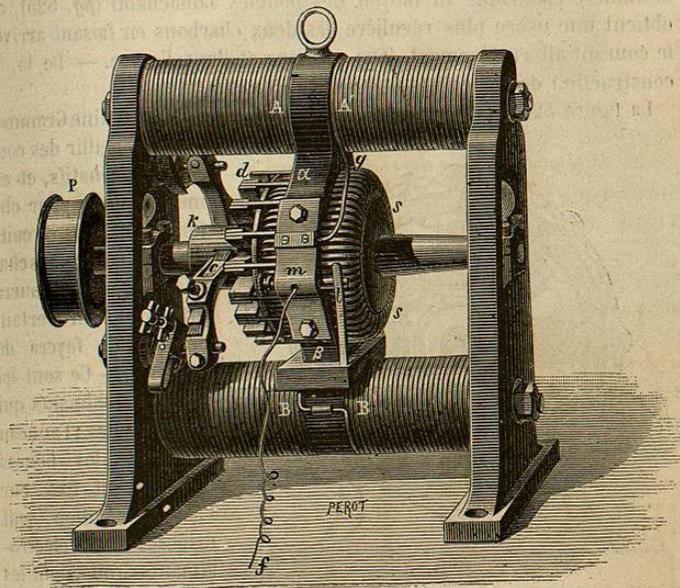


Fig. 519. — Machine de Gramme sans aimant, ou machine dynamo-électrique

fixe dans la pièce de cuivre  $m$  l'un des fils  $f$  qui servent à fermer ce circuit ; cette même pièce de cuivre, isolée des armures  $\alpha$  et  $\beta$ , reçoit le fil  $g$  qui vient passer successivement sur les bobines  $A', B', B, A$ , et se termine au support du balai qui ferme définitivement le circuit (dans la figure ci-contre, c'est celui qui est masqué par le cylindre  $k$ ). — La machine reçoit son mouvement d'un moteur à vapeur, dont l'arbre porte une courroie sans fin qui vient passer sur le tambour  $P$ .

Ces machines peuvent être employées, soit pour la galvanoplastie, soit pour la production de la lumière électrique, soit pour les divers autres usages qui seront indiqués plus loin. — Il est seulement avantageux d'employer, pour former les hélices, des fils plus ou moins fins, selon la nature des effets que l'on doit faire produire à la machine (\*).

(\*) Quant aux fils des électro-aimants, ils doivent toujours être très-gros, afin de