

Au contraire, tant que la lame a ne touche pas un des appendices, le courant est interrompu.

Pour les effets physiologiques, l'emploi de la lame a accroît beaucoup l'intensité des commotions. Pour cela, on fixe en n et en m deux longs fils de cuivre contournés en hélice et terminés par deux cylindres p et p' , qu'on prend dans les mains. Alors, tant que la lame a ne touche pas les appendices i , le courant passe dans le corps de l'expérimentateur, mais sans effet bien appréciable; tandis qu'à chaque fois que la lame a est en contact avec

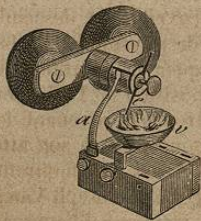


Fig. 621.

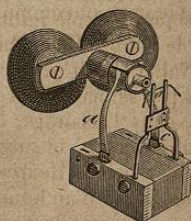


Fig. 622.

l'un des appendices i , le courant, comme on l'a vu ci-dessus, se trouve fermé par les pièces b , a , c , et cessant alors de passer dans les fils np , mp' , il se produit dans ceux-ci et à travers le corps un extra-courant direct, qui fait éprouver une violente commotion. Celle-ci se renouvelle à chaque demi-révolution de l'électro-aimant, et comme l'intensité des courants induits est en raison inverse de leur durée (764), plus on tourne vite, plus les commotions sont fortes; jusqu'à une certaine limite cependant, ce qui provient sans doute de ce qu'avec une trop grande vitesse, les contacts ne sont pas suffisamment établis. De plus, les muscles se contractent avec une telle force, qu'ils refusent d'obéir à la volonté, et qu'on ne peut plus lâcher les deux poignées. Avec un appareil bien construit et de grande dimension, on ne peut résister à la durée de la commotion; celui qui veut persister est renversé, se roule sur le sol et cède bientôt à la souffrance.

Avec l'appareil de Clarke, on fait produire aux courants d'induction tous les effets chimiques ou physiques des courants voltaïques. La figure 620 (page 738) montre comment on dispose l'expérience pour la décomposition de l'eau. La lame a est alors supprimée, le courant se trouvant fermé par le liquide dans lequel se rendent les deux fils qui représentent les électrodes.

Pour les effets physiologiques et chimiques, le fil enroulé sur les bobines est fin et d'une longueur de 500 à 600 mètres sur chacune.

Pour les effets physiques, au contraire, le fil est gros et d'une longueur de 25 à 30 mètres sur chaque bobine. Les figures 621 et 622 montrent la forme qu'on donne alors aux bobines et au commutateur. La première représente l'inflammation de l'éther, et la seconde l'incandescence d'un fil métallique o , dans lequel passe, toujours dans le même sens, le courant allant de la lame a à la lame c .

* 755. **Machine magnéto-électrique de Nollet.** — Le principe de l'appareil de Clarke a reçu, dans ces dernières années, une remarquable application dans la *machine magnéto-électrique de Nollet*. Cette machine fut inventée, en 1850, par Nollet, professeur de physique à l'école militaire de Bruxelles, et descendant de la famille de l'abbé Nollet, professeur de physique à Paris il y a un siècle. Nollet s'était proposé d'appliquer les courants électriques obtenus par sa machine à la décomposition de l'eau, pour utiliser ensuite, dans l'éclairage, le gaz hydrogène provenant de cette décomposition; mais le succès ne répondit pas à son attente, et il mourut à la peine. Heureusement il laissa, en mourant, sa machine aux mains d'un homme intelligent, M. Joseph Van Malderen, qui non-seulement la perfectionna, mais eut l'heureuse idée de l'appliquer à l'éclairage électrique.

Cette machine, qui est aujourd'hui la propriété de la compagnie *Alliance*, est représentée dans la figure 623, telle qu'elle fonctionne dans un atelier des Invalides, où elle a été construite. Elle consiste en un bâti de fonte de 1^m,65 de hauteur; sur le contour de ce bâti sont disposées parallèlement, sur des traverses de bois, huit séries de cinq faisceaux aimantés puissants A, A, A, \dots . Ces faisceaux, qui peuvent porter chacun de 60 à 70 kilogrammes, sont recourbés en fer à cheval et groupés de manière que, si on les considère soit parallèlement à l'axe du bâti, soit dans un plan perpendiculaire à cet axe, ce sont toujours les pôles de noms contraires qui sont en regard. Dans chaque série, les faisceaux extrêmes sont composés de 3 lames aimantées, tandis que les trois faisceaux intermédiaires sont à 6 lames, parce qu'ils agissent par leurs deux faces, tandis que les premiers n'agissent que par une seule.

Sur un axe horizontal de fer, allant d'un bout à l'autre du bâti, sont fixés quatre rouleaux de bronze, correspondant chacun aux intervalles vides entre les faisceaux aimantés de deux séries verticales. Ces rouleaux portent sur leur circonférence chacun 16 bobines, c'est-à-dire autant qu'il y a de pôles magnétiques dans une série verticale des faisceaux. Ces bobines, représentées dans la figure 625, diffèrent de celles de l'appareil de Clarke; en effet, elles ne sont pas à un seul fil, mais à 12 fils, chacun de 10^m,50, ce qui fait gagner en quantité et diminuer la résistance. Les spires de ces

bobines sont isolées par du bitume de Judée dissous dans de l'essence de térébenthine. Enfin, elles ne sont pas enroulées sur des cylindres de fer pleins, mais respectivement sur deux tubes de fer creux,

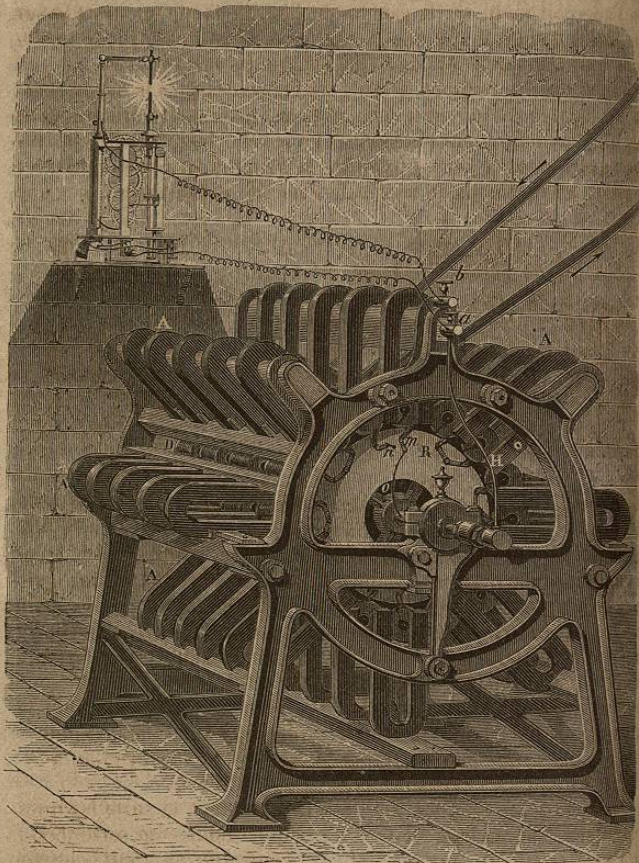


Fig. 623 (h = 1^m,65).

fendus dans toute leur longueur, ce qui rend l'aimantation et la désaimantation plus promptes quand les bobines passent devant les pôles des aimants. De plus, les disques de cuivre qui terminent les bobines sont coupés dans le sens de leur rayon, afin d'empêcher la

production des courants induits dans ces disques (748). Les quatre rouleaux étant garnis respectivement de 16 bobines, cela donne en tout 64 bobines, disposées en 16 séries horizontales de 4, comme on l'aperçoit en D, sur la gauche du bâti. La longueur des fils sur une bobine étant de 12 fois 10^m,50 ou 126^m, leur longueur totale, dans tout l'appareil, est de 64 fois 126^m, ou 8064^m.

Sur toutes les bobines, les fils sont enroulés dans le même sens, et non-seulement sur un même rouleau, mais sur les quatre, tous ces fils communiquent entre eux. Pour cela, les bobines sont reliées entre elles comme le montre la figure 624. Sur le premier rouleau, les douze fils de la première bobine *x* aboutissent, sur une

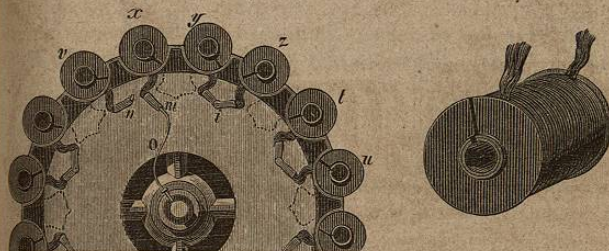


Fig. 624.

Fig. 625.

planchette d'acajou appliquée sur la face antérieure du rouleau, à une lame de cuivre *m*, communiquant par un fil *O* avec la partie centrale de l'axe qui porte les rouleaux. De l'autre bout, sur la seconde face du rouleau, les mêmes fils vont se souder à une lame figurée par un trait ponctué, qui les lie à la bobine *y*; puis de celle-ci ils sont conduits à la bobine *z* par une lame *i*, et ainsi de suite pour les bobines *t*, *u*,... jusqu'à la dernière *v*. Là, les fils de cette bobine aboutissent à une lame *n* qui traverse le premier rouleau et va se souder aux fils de la première bobine du rouleau suivant, sur lequel se reproduit la même série de communications; puis les fils se rendent au troisième rouleau, de celui-ci au quatrième, et enfin à l'extrémité postérieure de l'axe.

En résumé, les bobines étant ainsi disposées à la suite les unes des autres, comme les éléments d'une pile montée en série (686), on a l'électricité de tension. Si, au contraire, on veut obtenir l'électricité de quantité, on fait communiquer alternativement les lames ci-dessus, non plus entre elles, mais avec deux anneaux métalliques, de manière que tous les bouts de même nom soient en rapport avec le même anneau; chacun de ces anneaux est alors un pôle.

Ces détails connus, il est facile de se rendre compte comment

se produit et se propage l'électricité dans l'appareil. Une courroie sans fin, recevant son mouvement d'une machine à vapeur, s'enroule sur une poulie fixée à l'extrémité de l'axe qui porte les rouleaux et les bobines, et imprime à tout le système un mouvement de rotation plus ou moins rapide. L'expérience a appris que, pour obtenir le maximum de lumière, la vitesse la plus convenable est celle de 235 révolutions par minute. Or, pendant cette rotation, si l'on considère d'abord une bobine seule, les tubes de fer doux sur lesquels elle est enroulée, en passant entre les pôles des aimants, subissent, à leurs deux extrémités, une induction opposée,

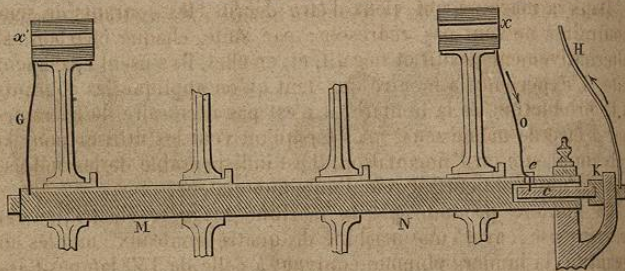


Fig. 626.

dont les effets s'ajoutent, mais changent d'un pôle au suivant; et comme ces tubes, pendant une révolution, passent successivement devant seize pôles alternativement de noms contraires, ils s'aimantent huit fois dans un sens et huit fois en sens contraire. Dans le même temps, il se produit donc dans la bobine huit courants induits directs et huit courants induits inverses; en tout, seize courants par révolution. Avec la vitesse de 235 tours par minute, le nombre des courants dans le même temps est de 235 fois 16, ou 3760, alternativement de sens contraires. Le même phénomène se produit dans chacune des 64 bobines; mais comme elles sont toutes enroulées dans le même sens et communiquent entre elles, leurs effets se superposent, et l'on n'a toujours que le même nombre de courants, seulement plus intenses.

Il reste à recueillir ces courants pour les utiliser à la production d'une lumière électrique intense. Pour cela, on établit les communications comme le montre la figure 626. Postérieurement, la dernière bobine x' du quatrième rouleau aboutit, par un fil G, à l'axe MN, qui porte les rouleaux; le courant est ainsi conduit sur l'axe, et de là sur toute la machine, où l'on peut ensuite le recueillir en tel point que l'on veut. Antérieurement, la première bobine x du premier rouleau communique par un fil O, non plus à l'axe lui-

même, mais à un cylindre d'acier c pénétrant dans l'axe dont il est isolé par un manchon d'ivoire. La vis e , qui reçoit le fil O, est elle-même isolée par un contact d'ivoire. Du cylindre c le courant passe sur une pièce métallique K qui est fixe, d'où il monte enfin dans le fil H, qui le conduit à la borne a de la figure 623. Quant à la borne b , elle communique avec tout le bâti, et, par suite, avec le fil de la dernière bobine x' (fig. 626). Des deux bornes a et b , le courant est conduit par deux fils de cuivre à deux charbons dont la distance est réglée par un régulateur qui sera décrit ci-après (756).

Dans la machine qui vient d'être décrite, les courants de sens contraires ne sont pas redressés; par suite, chaque charbon est alternativement positif et négatif, et, en effet, ils s'usent également vite. L'expérience a montré que tant qu'on applique les courants à la production de la lumière, il n'est pas nécessaire de les ramener à être de même sens; mais lorsqu'on veut les utiliser pour la galvanoplastie ou l'aimantation, il est indispensable de les redresser, ce qui s'obtient à l'aide d'un commutateur.

La lumière produite par la machine magnéto-électrique est très-intense; avec une machine de quatre rouleaux, montés en quantité, la lumière obtenue équivaut à celle de 150 lampes Carcel. Avec une machine de six rouleaux, la lumière peut s'élever jusqu'à 200 lampes Carcel.

Cette lumière, qui n'exige d'autre dépense que celle d'un demi-cheval vapeur environ pour faire tourner les rouleaux, quand ils ne sont qu'au nombre de quatre, paraît surtout devoir être utilisée pour l'éclairage des phares et pour celui des navires, afin de prévenir les collisions pendant la nuit.

* 756. Régulateur de la lumière électrique par M. Serrin. —

Ce nouveau régulateur, comme ceux construits avant lui, donne le rapprochement des charbons à mesure qu'ils s'usent, mais en outre il en produit lui-même l'écart dès qu'ils sont en contact. Au moyen d'un système de roues d'engrenage, c'est le poids même d'une de ses pièces qui le fait marcher. Pour cela, la tige B, qui porte le charbon positif c , et se termine à sa partie inférieure par une crémaillère C (fig. 627), glisse à frottement doux dans une douille H. Lorsque la tige s'abaisse par son propre poids, et avec elle le charbon positif, la crémaillère C transmet le mouvement à une roue dentée G, sur l'axe de laquelle est fixée une poulie D. Cette poulie, tournant de droite à gauche, fait enrouler une chaîne z , qui passe sur une seconde poulie y et va s'attacher en i à la partie inférieure d'une tige rectangulaire; celle-ci, en s'élevant, fait monter la pièce K, qui supporte le charbon négatif c' ; en sorte

que celui-ci monte à mesure que le charbon positif s'abaisse. Dans le dessin ci-dessous, le diamètre de la poulie D n'est que la moitié de celui de la roue G, d'où il résulte que le charbon positif marche deux fois plus vite que le charbon négatif. C'est le cas ordinaire

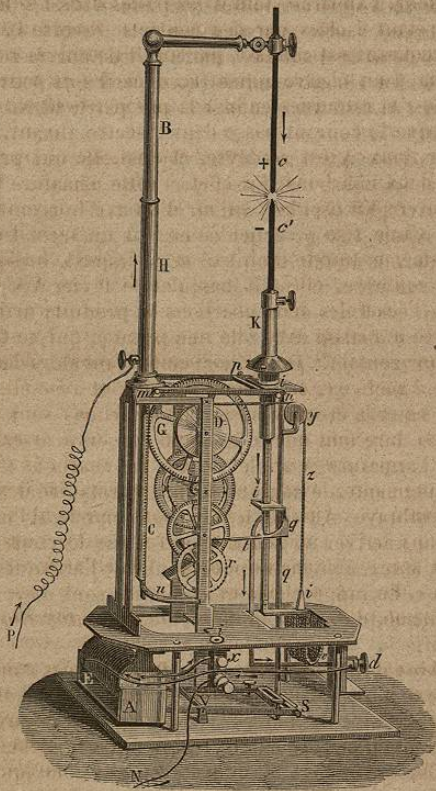


Fig. 627 (h = 40).

lorsque le courant a pour origine une pile voltaïque, parce qu'alors le charbon positif s'use deux fois plus rapidement que le charbon négatif; mais avec la machine magnéto-électrique décrite ci-dessus (755), chaque charbon s'usant également vite, la poulie et la roue doivent être de même diamètre.

Voici maintenant comment fonctionne le régulateur : les deux

charbons étant en contact, le courant entre par le fil P, monte suivant HB jusqu'au charbon positif; de là passe sur le charbon négatif, sur la pièce K, et se rend, dans le sens des flèches, jusqu'à la borne d, à droite du bâti inférieur, mais sans pénétrer dans le reste de l'appareil, toutes les pièces dans lesquelles passe le courant étant isolées par des contacts d'ivoire *iiii*. De la borne d le courant est conduit, par un fil de cuivre recouvert de gutta-percha à un électro-aimant E, d'où il sort pour se rendre à une borne x et retourner enfin à la pile par le fil N.

Aussitôt que le courant passe dans l'électro-aimant, une armature de fer doux A est soulevée, et c'est elle qui produit alors l'écart des deux charbons. En effet, à cette armature est fixé un cadre de cuivre VS oscillant autour d'un axe horizontal V, et lié d'un bout à une tige *g*, articulée en *n* à un second cadre *mnp*, mobile lui-même autour d'un axe *m*. Cela posé, lorsque l'armature A est soulevée, elle fait basculer le levier VS, et la tige *g* s'abaissant, l'écart des deux charbons se produit; mais en même temps la tige *g* abaisse avec elle une pièce *g*, qui se termine par une lame horizontale *t*. Or, celle-ci embrayant alors dans les dents d'une roue à rochet *r*, cette roue s'arrête, et avec elle toutes les roues dentées et la crémaillère C. Les charbons sont donc alors fixes, ce qui dure tant que le courant conserve assez d'intensité pour tenir l'armature A soulevée. Or, les charbons s'usant, leur intervalle augmente, le courant faiblit, l'armature descend, et la roue *r* désembraye. Aussitôt les charbons marchent l'un vers l'autre, mais sans arriver au contact, parce que le courant reprend auparavant assez d'intensité pour soulever l'armature et arrêter les charbons. Le rapprochement et l'écart sont donc réglés par l'appareil même, d'où le nom de *régulateur automatique* donné à cet appareil.

757. **Bobine de Ruhmkorff.** — M. Ruhmkorff a construit pour la première fois, en 1851, des bobines à deux fils, de très-grandes dimensions, à l'aide desquelles on parvient à faire produire aux courants d'induction, même avec trois ou quatre éléments de Bunsen, des effets physiques, chimiques et physiologiques équivalents et même supérieurs à ceux qu'on obtient avec les machines électriques et les batteries les plus puissantes.

Les bobines construites d'abord par M. Ruhmkorff étaient disposées verticalement. Aujourd'hui, il les construit toutes horizontales (fig. 628). Quant aux dimensions, elles sont variables. Les plus grandes que M. Ruhmkorff ait construites jusqu'ici ont 65 centimètres de long et 24 de diamètre. Le dessin de la figure 628 a été fait d'après une bobine de 35 centimètres de longueur. Toutes

ces bobines sont formées de deux fils : un gros, de 2 millimètres de diamètre, et un fin, d'un tiers de millimètre. Ces fils, qui sont de cuivre rouge, sont non seulement recouverts de soie, mais chaque spire est isolée de la suivante par une couche de gomme laque fondue. C'est le gros fil qui est le fil inducteur, c'est-à-dire dans lequel passe le courant de la pile ; sa longueur n'est que de 3 à 4 mètres. C'est lui qui est enroulé le premier sur un cylindre creux de bois ou de carton, qui forme le noyau de la bobine. Le tout est renfermé dans un manchon de verre ou de

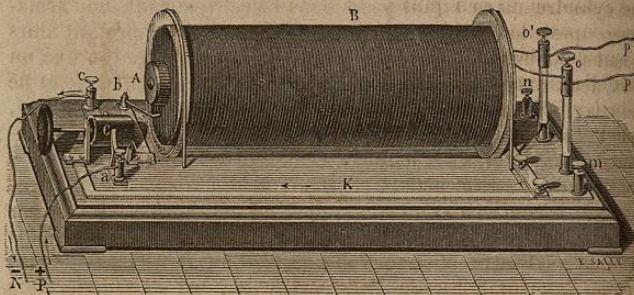


Fig. 628.

caoutchouc isolant, et c'est sur cette enveloppe qu'on enroule le fil fin, qui est le fil induit, et dont la longueur varie avec les dimensions des bobines. Dans les grandes, le fil fin a jusqu'à 100 000 mètres de long ; son diamètre est alors moindre que dans les petites bobines : $\frac{1}{5}$ de millimètre au lieu de $\frac{1}{3}$. En augmentant la longueur du fil fin, on gagne en tension ; en augmentant au contraire son diamètre, on gagne en quantité. Pour faire marcher les petites bobines, de 30 à 35 centimètres de longueur, il faut deux à quatre éléments de Bunsen, grand modèle ; pour les grandes bobines, M. Ruhmkorff estime qu'on doit adopter moyennement une surface de pile quatre fois plus grande que pour les petites.

Ces détails connus, voici comment marche l'appareil. Le courant de la pile, arrivant par le fil P à une borne a, gagne de là le commutateur C, qui sera décrit ci-après (fig. 630) ; puis la borne b, d'où il entre enfin dans la bobine. Là, il parcourt le gros fil, où il agit par induction sur le fil fin. C'est ensuite à l'autre bout de la bobine, par le fil s (fig. 629), que le courant sort. En suivant la direction des flèches, on voit que le courant monte dans la borne i, gagne une pièce de fer oscillante o, qu'on appelle le *marteau*, des-

pend par l'enclume h, et gagne une plaque de cuivre rouge K, qui le ramène au commutateur C (fig. 628). De là, il se rend à la borne c, et enfin au pôle négatif de la pile par le fil N.

Or, on sait (743) que le courant qui passe dans le gros fil n'agit par induction sur le fil fin que lorsqu'il commence ou qu'il finit. Il faut donc que ce courant soit constamment interrompu. C'est au moyen du marteau oscillant o (fig. 629) que ces interruptions s'obtiennent. En effet, au centre de la bobine, d'un bout à l'autre, est un faisceau de gros fils de fer doux, formant par leur ensemble un cylindre un peu plus long que la bobine, comme on le voit en A, aux deux extrémités. Ce faisceau s'aimantant dès que le courant de la pile passe dans le gros fil, le marteau o est attiré ; mais aussitôt, le contact n'ayant plus lieu entre o et h, le courant se trouve interrompu, l'aimantation cesse et le marteau retombe ; puis le courant passant de nouveau, la même série de phénomènes recommence ; en sorte que le marteau se met à osciller avec une grande rapidité.

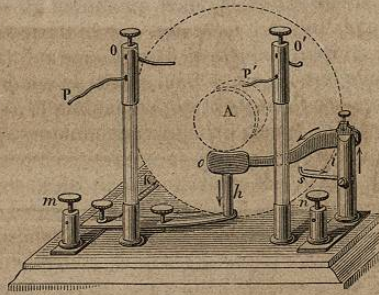


Fig. 629.

Condensateur. — A mesure que le courant de la pile passe ainsi, par intermittences, dans le gros fil de la bobine, à chaque interruption un courant d'induction successivement direct et inverse se produit dans le fil fin. Or, celui-ci étant complètement isolé, le courant induit acquiert une tension tellement considérable, qu'il peut produire des effets très-intenses. M. Fizeau a encore augmenté cette intensité en interposant un condensateur dans le circuit inducteur. Ce condensateur, tel qu'il est construit par M. Ruhmkorff, se compose, dans les grandes bobines, de cent cinquante feuilles d'étain d'un demi-mètre carré de surface, ce qui donne une surface totale de soixante-quinze mètres carrés. Ces feuilles, par leur réunion, forment deux armatures collées sur les deux faces d'une bande de taffetas gommé, qui les isole ; puis elles sont repliées plusieurs fois sur elles-mêmes, de manière que le tout puisse se placer en dessous de la bobine, dans le socle de bois qui la supporte. L'une de ces armatures, la positive, est en communication avec la borne i, qui reçoit le courant à sa sortie de la bobine ; et l'autre, la négative, est en communication avec

la borne m , qui communique elle-même par la lame K avec le commutateur C et avec la pile.

Pour comprendre l'effet du condensateur, observons qu'à chaque interruption du courant inducteur, il se produit un extra-courant de même sens que lui (750), lequel, le continuant en quelque sorte, prolonge sa durée, et, par suite, affaiblit sa tension. C'est à cet extra-courant qu'est due l'étincelle qui éclate à chaque interruption entre le marteau et l'enclume, étincelle qui, lorsque le courant est fort, altère rapidement les surfaces de contact du marteau et de l'enclume, quoiqu'on ait soin que ces surfaces soient de platine. Au contraire, par l'interposition du condensateur dans le courant inducteur, l'extra-courant, au lieu de jaillir en étincelle aussi forte, s'élanche dans le condensateur, l'électricité positive sur l'armature qui communique avec i , et l'électricité négative sur l'armature qui communique avec m . Or, les électricités contraires des deux armatures, se recombinaient aussitôt par le gros fil, par la pile et par le circuit CKm , donnant naissance à un courant contraire à celui de la pile, lequel désaimante instantanément le faisceau de fer doux; le courant induit est donc d'une plus

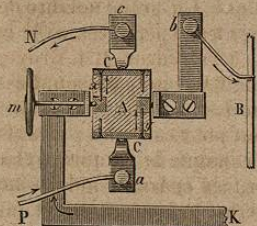


Fig. 630.

courte durée, et par suite plus intense. Quant aux bornes m et n placées sur le devant de la planchette, elles servent à recueillir l'extra-courant.

Commutateur. — Il nous reste à décrire le commutateur qui sert à interrompre le courant et à le faire passer à volonté dans un sens ou dans l'autre. Représenté en coupe horizontale dans la figure 630, il est tout de cuivre, sauf le noyau central A , qui est un cylindre de buis; sur les deux côtés sont fixés deux contacts de cuivre C, C' . Sur ceux-ci s'appuient deux lames élastiques de laiton, liées aux deux bornes a et c , qui reçoivent les électrodes de la pile. Par suite, le courant de celle-ci arrivant en a , monte en C ; de là, par une vis y , gagne la borne b et la bobine; puis, revenant par la lame K , qui communique avec le marteau, le courant va jusqu'en C' par la vis x , descend en c et retourne à la pile par le fil N . Or, si à l'aide du bouton m on tourne le commutateur de 180 degrés, il est facile de voir que c'est l'inverse qui a lieu: le courant gagne alors le marteau par la lame K et sort en b . Enfin, si l'on ne tourne que de 90 degrés, les lames élastiques ne s'appuient plus sur les contacts C, C' , mais sur le cylindre de buis A , et le courant est interrompu.

Les deux fils qu'on voit sortir de la bobine en o, o' (fig. 629), sont les deux bouts du fil fin. Ils sont en communication avec deux fils plus gros p, p' , qui servent à recueillir le courant induit et à le diriger où l'on veut. Enfin, ajoutons qu'avec les fortes bobines, l'interrupteur à marteau oscillant représenté dans la figure 629 est insuffisant, les surfaces de contact s'échauffant jusqu'à se souder. Mais M. Foucault a inventé récemment un interrupteur à mercure qui ne présente plus cet inconvénient, et qui est un important perfectionnement apporté à la bobine de Ruhmkorff.

758. *Effets produits avec la bobine de Ruhmkorff.* — Masson, le premier, a reconnu la tension considérable des courants d'induction, et a cherché à l'utiliser pour en obtenir des effets d'électricité statique. Dans ce but, il construisit, en 1842, avec M. Bréguet, un appareil d'induction à l'aide duquel il obtint des effets lumineux et calorifiques déjà très-remarquables; mais c'est depuis que M. Ruhmkorff a isolé complètement le courant d'induction avec de la gomme laque, dans sa bobine, comme il a été dit ci-dessus, qu'on a pu utiliser toute la tension des courants induits, et reconnaître que ces courants possèdent, à la fois, les propriétés de l'électricité statique et de l'électricité dynamique. Un grand nombre de physiiciens se sont empressés de multiplier les expériences avec la bobine de Ruhmkorff, particulièrement, à l'étranger, MM. Grove, Neef, Poggendorff et Plücker, et en France, MM. Quet, Masson, Despretz, Ed. Becquerel, Gaugain et Du Moncel.

Les effets de la bobine de Ruhmkorff ont pour cause les courants induits qui se développent dans le fil fin à chaque interruption et à chaque reprise du courant inducteur. Or, ces courants induits ne sont pas égaux en durée et en tension. C'est le courant direct, ou d'*ouverture*, qui a moins de durée et plus de tension; tandis que le courant inverse, ou de *fermeture*, a plus de durée et moins de tension. Par suite, si l'on met en contact les deux bouts p, p' du fil fin (fig. 628 et 629), deux quantités égales et contraires d'électricité circulant dans le fil, les deux courants tendent à s'annuler. En effet, si l'on place un galvanomètre dans le circuit, on ne remarque qu'une déviation extrêmement faible dans le sens du courant direct. Il n'en est plus de même si l'on écarte les deux extrémités p, p' du fil. La résistance de l'air s'opposant alors au passage des courants, c'est celui qui a le plus de tension, c'est-à-dire le courant direct, qui passe en excès, et plus l'intervalle de p à p' augmente, plus le courant direct tend à passer seul, toutefois jusqu'à une limite où ni le courant inverse ni le courant direct ne passent. Il y a alors seulement en p et en p' des tensions alternativement de sens contraires.

Cela posé, les effets de la bobine, comme ceux des batteries et des piles, se divisent en *effets physiologiques, chimiques, calorifiques, lumineux et mécaniques*, mais avec cette différence qu'ils sont énormément plus intenses. Les effets physiologiques le sont tellement, que les commotions que donnent les bobines moyennes, quand le gros fil est parcouru par le courant d'un seul couple de Bunsen, sont déjà insupportables. Avec deux couples de Bunsen on tue un lapin, et avec un nombre de couples peu considérable un homme serait foudroyé.

Les effets calorifiques sont aussi faciles à constater; il suffit pour cela d'interposer, entre les deux extrémités r et r' du fil induit, un fil de fer très-fin; celui-ci est fondu et brûle avec une vive lumière. On observe ici ce phénomène curieux que si l'on termine chacun des fils r et r' par un fil de fer très-fin, lorsqu'on approche ces deux fils de fer l'un de l'autre, il n'y a que celui qui correspond au pôle négatif qui se fonde; ce qui montre que la tension est plus grande au pôle négatif qu'au pôle positif.

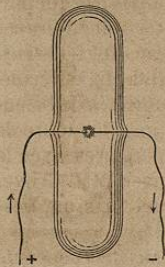


Fig. 631.

Les effets chimiques sont fort divers, ce qui tient à ce que la bobine donne à la fois de l'électricité statique et de l'électricité dynamique. Par exemple, d'après la forme des électrodes de platine qui plongent dans l'eau, d'après leur distance, d'après le degré d'acidulation de l'eau, on peut n'obtenir dans l'eau que des effets lumineux sans décomposition, ou bien la décomposition de l'eau avec la séparation des gaz aux deux pôles, ou la décomposition avec les gaz mélangés à un seul pôle, ou enfin avec les gaz mélangés aux deux pôles.

Les gaz peuvent aussi être décomposés ou se combiner par l'action prolongée de l'étincelle du courant d'induction. MM. Ed. Becquerel et Fremy ont, en effet, constaté que, si l'on fait passer le courant de la bobine de Ruhmkorff dans un tube de verre plein d'air et hermétiquement fermé, comme le montre la figure 631, l'azote et l'oxygène de l'air se combinent en donnant naissance à de l'acide nitreux.

Les effets lumineux de la bobine de Ruhmkorff sont aussi très-variés, suivant qu'ils ont lieu dans l'air, dans le vide ou dans les vapeurs très-raréfiées. Dans l'air, ils donnent naissance à une étincelle vive et bruyante, dont l'étendue va jusqu'à 45 centimètres avec la grande bobine de 65 centimètres de longueur; dans le vide, les effets sont on ne peut plus remarquables. Pour faire l'expérience, on fait communiquer les deux fils r et r' de la bobine

avec les deux tiges de l'œuf électrique déjà décrit (656) pour observer dans le vide les effets lumineux de la machine électrique. Le vide étant fait dans le globe, à un ou deux millimètres au moins, on voit une belle trainée lumineuse se produire d'une boule à l'autre, d'une manière sensiblement continue et avec la même intensité que celle qu'on obtient avec une puissante machine électrique dont on tourne rapidement le plateau. C'est cette expérience qui est représentée dans la figure 637 (page 758). La figure 635 représente une déviation remarquable que subit la lumière électrique quand on approche la main de l'œuf.

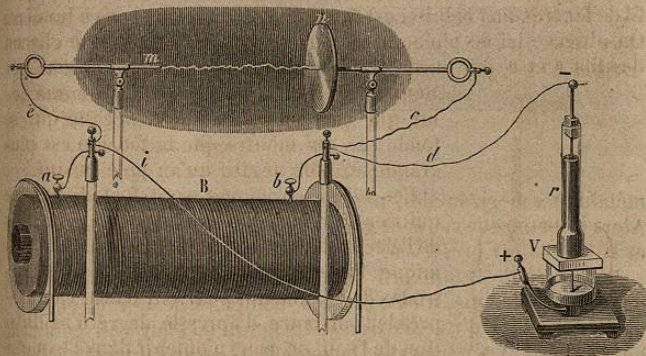


Fig. 632.

C'est le pôle positif du courant induit qui présente le plus d'éclat; sa lumière est rouge de feu, tandis que celle du pôle négatif est faible et violacée; de plus, cette dernière se prolonge tout le long de la tige négative, phénomène qui ne se produit pas au pôle positif.

Enfin, la bobine de Ruhmkorff produit des effets mécaniques si puissants, qu'avec le grand appareil de 65 centimètres de longueur, on perce instantanément une masse de verre de 5 centimètres d'épaisseur. L'expérience est alors disposée comme le montre la figure 632. Les deux pôles du courant induit correspondant aux boutons a et b , on fait communiquer par un fil de cuivre i le bouton a avec le conducteur inférieur d'un perce-verre semblable à celui déjà décrit (fig. 520), puis le pôle b par le fil d au conducteur supérieur. Celui-ci est isolé dans un gros tube de verre r rempli de gomme laque qu'on y a coulée à l'état de fusion. Entre les deux conducteurs est la plaque de verre à percer V . Dans le cas où celle-ci présenterait une trop grande résis-

tance, il est à craindre que l'étincelle n'éclate dans la bobine même en trouant la couche isolante qui sépare les fils, et alors la bobine serait mise hors d'usage. Pour éviter cet accident, deux fils *e* et *c* mettent les pôles de la bobine en communication avec deux tiges

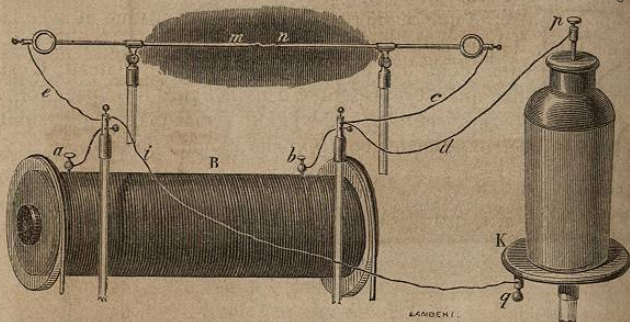


Fig. 633.

métalliques horizontales, plus ou moins espacées l'une de l'autre. Alors si l'étincelle ne peut trouver le verre, elle éclate de *m* en *n*, et la bobine est préservée.

La bobine de Ruhmkorff peut aussi être appliquée, comme la machine électrique, à charger des bouteilles de Leyde, et même des batteries de plusieurs jarres. La figure 633 fait voir comment on dispose l'expérience avec la bouteille. Les armatures de celle-ci sont respectivement en communication avec les pôles de la bobine par les fils *d* et *i*, tandis que ces mêmes pôles communiquent par les fils *e* et *c* avec deux tiges horizontales d'un exciteur universel (fig. 512). La bouteille se chargeant constamment par les fils *i* et *d*, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, elle se décharge au fur et à mesure par les fils *e* et *c*, la décharge ayant lieu de *m* en *n* sous la forme d'une étincelle de 6 centimètres de longueur, très-éclatante et d'un bruit assourdissant; car ce ne sont plus là des étincelles comparables à celles des machines électriques, mais plutôt de véritables coups de foudre.

Pour la charge de la batterie, l'expérience est disposée autrement, l'armature extérieure étant en communication avec un des pôles de la bobine par le fil *d* (fig. 634), et l'armature intérieure avec l'autre, par les tiges *m*, *n*, et par le fil *c*. Toutefois les tiges *m* et *n* ne sont pas en contact. Si elles l'étaient, les deux courants inverse et direct passant également, la batterie ne se chargerait pas; tandis qu'à cause de l'intervalle entre *m* et *n*, le courant direct, ou d'ouverture, qui a plus de tension, passe seul, et c'est lui qui charge la

batterie. Avec la grande bobine et un courant de 6 couples de Bunsen, une batterie de 6 jarres, de 30 décimètres carrés d'armature chacune, se charge pour ainsi dire instantanément.

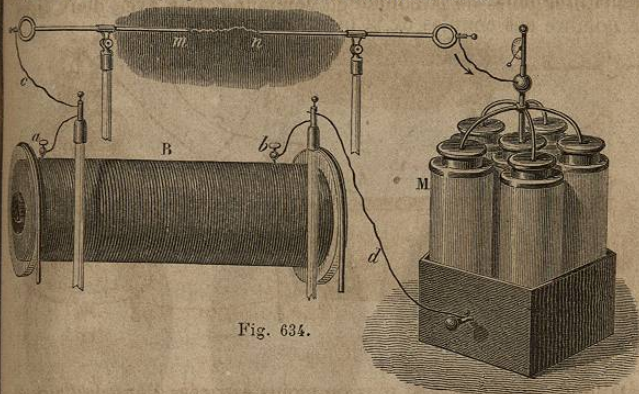


Fig. 634.

* 759. **Stratification de la lumière électrique.** — En étudiant la lumière électrique que donne la bobine d'induction de Ruhmkorff, M. Quet a observé que si l'on ne fait le vide dans l'œuf électrique (fig. 636) qu'après y avoir introduit de la vapeur d'essence de térébenthine ou d'esprit de bois, d'alcool, de sulfure de carbone, etc., l'aspect de la lumière est complètement modifié. Elle apparaît alors sous la forme d'une série de zones alternativement brillantes ou obscures, formant comme une pile de lumière électrique entre les deux pôles.

Dans cette expérience, il résulte de la discontinuité du courant d'induction que la lumière n'est pas continue, mais consiste en une suite de décharges d'autant plus rapprochées, que le marteau *a* (fig. 629) oscille plus rapidement. Les zones lumineuses paraissent alors animées d'un double mouvement giratoire et ondulatoire rapide. M. Quet regarde ce mouvement comme une illusion d'optique, se fondant sur ce que, si l'on fait osciller lentement le marteau avec la main, les zones apparaissent très-nettes et fixes.

La lumière du pôle positif est plus souvent rouge, et celle du pôle négatif violette. Toutefois la teinte varie avec la vapeur ou le gaz qui se trouve dans le globe.

M. Despretz a observé que les phénomènes constatés par M. Ruhmkorff et par M. Quet avec un courant discontinu se reproduisent avec un courant continu ordinaire, mais avec cette différence importante, que le courant continu exige un nombre de couples de