

La Production des Courants de haute fréquence

L'EMPLOI des courants de haute fréquence en thérapeutique constitue une des applications des ondes électriques qui a donné lieu à la réalisation de nombreux dispositifs expérimentaux dont la variété s'explique par la faveur qu'acquiert de jour en jour auprès des praticiens ce procédé nouveau d'électrisation médicale.

Le groupement, dans un article d'ensemble et sous une forme méthodique des divers moyens de produire les courants dits de haute fréquence, peut être utile au médecin. C'est pourquoi nous avons accepté d'écrire cet article. Notre incompetence en électrothérapeutique nous interdit d'ailleurs de juger ces dispositifs au point de vue médical et c'est uniquement œuvre de physicien que nous avons à faire ici. — En joignant à cet exposé un mot d'historique concernant cette intéressante application des expériences de Hertz, nous fournirons une preuve nouvelle de la fécondité du champ d'investigation découvert par le regretté physicien de Bonn et nous montrerons comment la production de la haute fréquence se relie d'une manière immédiate à la réalisation des ondes électriques.

C'est en 1888 que Hertz montra comment on pouvait, en entretenant la décharge oscillante d'un condensateur, produire des ondes électriques. Il suffit, quelques années plus tard, à M. Tesla, d'introduire un transformateur dans une portion du circuit de l'oscillateur de Hertz pour produire des courants dits de haute fréquence, courants dont les effets s'obtiennent d'ailleurs avec un peu moins de puissance il est vrai, au moyen du simple excitateur de Hertz. — Nous ne nous étendrons pas sur la description aujourd'hui classique de cet excitateur. Deux plaques A, B (fig. 1), armées de tiges munies de sphères a, b, sont disposées à peu de distance. Si l'on établit entre ces deux conducteurs une différence de potentiel électrique gra-

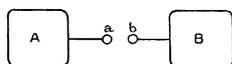


Fig. 1. — Excitateur d'ondes électriques.

duellement croissante, il arrive un moment où le condensateur formé par les deux conducteurs se décharge sur lui-même. On en est averti par la production d'une étincelle qui éclate entre les deux sphères de métal. Si les dimensions des conducteurs employés sont convenablement choisies, la décharge électrique produite ainsi entre les conducteurs affecte un caractère particulier. Au lieu de décroître d'une manière graduelle depuis la valeur qu'elle a atteint jusqu'à une valeur nulle (la décharge étant alors complète), la différence de potentiel présente des alternatives de

croissance et de décroissance et cela tant que dure la décharge, c'est-à-dire jusqu'à ce que la charge électrique, communiquée aux conducteurs, se soit totalement dissipée. On dit alors que la décharge du condensateur est *oscillante*. La loi de variation de l'intensité du courant, qui circule dans l'une des tiges de l'oscillateur, est donnée en fonction du temps par la courbe de la figure 2 (pendulaire amortie). Les

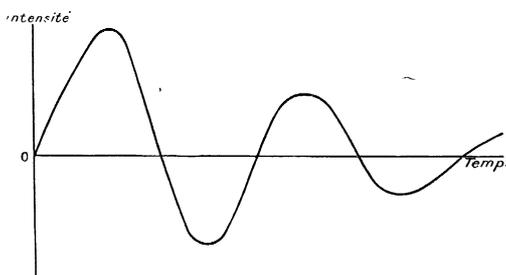


Fig. 2. — Loi de variation de l'intensité du courant dans les branches de l'oscillateur de Hertz.

deux conducteurs qui forment le condensateur de capacité C constituent dans leur ensemble une certaine résistance R. Le circuit, formé par ces deux conducteurs, possède un certain coefficient d'induction propre L. La théorie indique que la décharge sera oscillante si l'on a

$$R^2 < \frac{4L}{C}$$

La durée d'une période est donnée par la formule

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4L^2}}}$$

Si le rapport $\frac{R}{L}$ est suffisamment petit, on peut négliger le second terme du radical par rapport au premier et la durée d'une période devient

$$T = 2\pi\sqrt{CL}$$

Hertz a montré qu'il suffit, pour entretenir d'une manière continue le condensateur dans l'état de décharge oscillante, de relier les deux conducteurs qui le constituent aux deux pôles d'une bobine de Ruhmkorff en activité. L'excitateur de Hertz est alors le siège d'oscillations électriques se propageant dans tout l'espace environnant.

En 1891, M. Tesla se préoccupa de produire des courants de fréquence élevée en constituant un alternateur de près de 500 pôles. Il n'atteint cependant

pas à l'aide de cet appareil, de construction longue et coûteuse, une fréquence supérieure à 15 000.

Pour rappeler brièvement le fonctionnement d'un alternateur, supposons qu'un fil conducteur formant une boucle circulaire soit animé d'un mouvement de rotation uniforme autour d'un des diamètres de la boucle. Si ce mouvement s'effectue dans un champ magnétique uniforme dont l'intensité H (fig. 5) est dirigée perpendiculairement à ce diamètre, le mouvement de la boucle détermine, dans le circuit qu'elle forme, la production d'un courant électrique dont le sens se trouve périodiquement renversé. Ce renversement de sens se produit chaque fois que le plan de la boucle coïncide

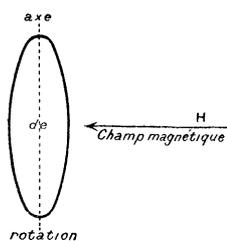


Fig. 5. — Schema théorique d'un alternateur.

avec le plan perpendiculaire au champ H , c'est-à-dire deux fois par tour. L'intensité du courant qui parcourt la boucle varie à chaque instant et s'annule périodiquement, à chaque inversion du courant. On dit que la boucle est parcourue par un courant *alternatif*.

La *fréquence* du courant alternatif est donnée par la moitié du nombre d'inversions par seconde. Un courant alternatif de fréquence 10 est un courant qui change de sens dans le circuit qu'il parcourt 20 fois par seconde.

Pour augmenter la fréquence d'un courant alternatif, on peut augmenter la vitesse des parties mobiles des appareils (*alternateurs*) qui produisent le courant; de la boucle considérée par exemple. On peut encore y arriver en multipliant le nombre des pôles d'aimants dont les alternateurs sont munis. — Pour rendre très élevée la fréquence d'un courant alternatif on peut agir à la fois sur ces deux facteurs de la fréquence: vitesse des parties mobiles, nombre des pôles d'aimants. — Si n est le nombre des pôles d'un alternateur, qui contient également n bobines induites et que ω soit le nombre de tours que fait par seconde la partie tournante (inducteur ou induit), la fréquence est évidemment donnée par

$$f = \frac{n \omega}{2}.$$

L'augmentation de la fréquence par ces moyens, accroissement de n et de ω , est évidemment limitée et par la résistance des pièces mobiles des alternateurs dont la vitesse de rotation ne peut dépasser un certain nombre de tours par seconde, et par les difficultés de construction que l'on éprouve à augmenter de plus en plus le nombre des pôles de l'alternateur.

En fait l'excitateur de Hertz permettait d'aller beaucoup plus loin et d'une manière bien plus simple que

ne le permettent les alternateurs multipolaires. Aussi est-ce actuellement par la mise en œuvre des décharges oscillantes que se produisent uniquement les courants de haute fréquence.

On reconnut dès les premiers essais que les dispositifs de haute fréquence produisaient des effets d'autant plus énergiques que l'étincelle oscillante de l'excitateur de Hertz, qui en est la partie essentielle, était plus violemment soufflée. M. Tesla opère le soufflage magnétique; M. Élihu Thomson utilise un soufflage mécanique obtenu au moyen d'un violent courant d'air. Dans les dispositifs que réalisa M. d'Arsonval, au cours des très heureuses applications qu'il fit des courants de haute fréquence à la thérapeutique, le soufflage fut produit tout d'abord par l'introduction d'une self-induction supplémentaire, plus récemment par l'adjonction d'une capacité de grandeur convenable.

En résumé, il existe deux procédés de production des courants de haute fréquence.

L'un, préconisé par M. Tesla, consiste à construire des alternateurs à très grand nombre de pôles et animés d'une très grande vitesse. Ce procédé, qui ne permet guère de dépasser des fréquences de 15 000 environ, est fort coûteux. Nous nous contenterons d'indiquer les constantes d'un des alternateurs à haute fréquence construits par M. Tesla.

Le second procédé est une application directe des ondes électriques. La production des courants de haute fréquence est toujours obtenue soit avec les dispositifs de M. Tesla ou de M. Élihu Thomson, soit avec les dispositifs dérivés de M. d'Arsonval ou de M. Oudin, par la mise en activité d'un excitateur de Hertz.

Nous allons passer en revue ces différents dispositifs en indiquant leurs principales variantes.

Alternateur à haute fréquence de M. Tesla.

— Dans l'alternateur pouvant fournir un courant alternatif de fréquence 15 000, construit par M. Tesla, les pièces polaires sont au nombre de 480 et forment un anneau à l'intérieur duquel tourne l'induit.

Les bobines induites en nombre égal à celui des protubérances polaires sont reliées entre elles en série et aboutissent aux anneaux de prises de courant sur lequel frottent les balais. — La vitesse de rotation peut atteindre de 1600 à 1800 tours par minute, soit environ 50 tours par seconde. — On peut établir la machine de deux façons; en enroulant le circuit inducteur de telle sorte que les pôles magnétiques soient alternés ou bien en faisant en sorte que les protubérances polaires soient de même polarité.

Production des courants de haute fréquence par des ondes électriques. — Les alternateurs du genre de ceux de M. Tesla, constituent un moyen mécanique de production des hautes fréquences:

L'emploi des décharges oscillantes peut être considéré comme un procédé physique de l'obtention des mêmes fréquences et de fréquences beaucoup plus élevées.

En principe, ce moyen consiste à relier en dérivation sur les deux conducteurs d'un excitateur de Hertz l'un des circuits d'un transformateur dont l'autre circuit se trouve être le siège de courants de très haute fréquence.

Reprenons la valeur précédemment indiquée de la période T des ondes électriques fournies par un excitateur de constantes, C, L, R :

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4L^2}}}$$

et désignons par ω le radical de cette expression

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4L^2}}$$

Soit Q_0 la charge initialement donnée au condensateur, on trouve par le calcul que l'intensité du courant de décharge à l'instant t est

$$i = \frac{Q_0}{\omega LC} e^{-\frac{Rt}{2L}} \sin \omega t,$$

e , base des log. népériens,

expression qui indique bien que le courant est alternatif.

La fréquence f de ce courant de décharge est l'inverse de la période $T = \frac{2\pi}{\omega}$,

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4L^2}}}{2\pi}$$

Dans le cas où $\frac{R}{L}$ est assez petit, on a

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{CL}}$$

On peut donc, en faisant varier les quantités R, L et C , et en particulier L et C , faire varier la fréquence.

Dispositif de M. Tesla. — M. Tesla a, le premier, indiqué un dispositif permettant d'obtenir des courants de haute fréquence au moyen des ondes électriques.

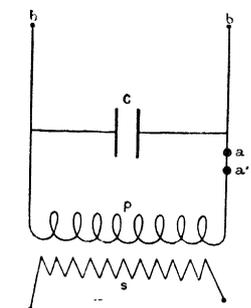


Fig. 4. — Dispositif de M. Tesla.

Aux deux bornes b, b' (fig. 4) d'une bobine d'induction sont réunies les armatures d'un condensateur C . Ces deux armatures sont respectivement reliées à deux boules métalliques a, a' entre lesquelles éclate l'étincelle de décharge.

Alors que l'une des boules a est directement en communication avec l'une des armatures du condensateur, l'autre boule a' est reliée à l'autre armature par l'intermédiaire du circuit primaire p d'un transformateur. Ce circuit, constitué par un fil de gros diamètre, se trouve ainsi parcouru par un courant de très haute fréquence. Le courant induit dans le secondaire s du transformateur, formé d'un fil très fin, est de fréquence correspondante. Une énorme différence de potentiel existe entre les extrémités du secondaire, comme le prouvent les longues étincelles produites entre les bornes de cet enroulement.

En définitive, ce dispositif comprend un excitateur de Hertz $a C p a'$, dans le circuit duquel M. Tesla a intercalé un transformateur $p s$. — L'enroulement primaire de ce transformateur est formé d'un gros fil (2 à 5 millimètres de diamètre) présentant 12 à 15 spires et disposé à l'intérieur d'un cylindre isolant. L'enroulement secondaire a pour support ce cylindre et est formé d'un fil fin constituant une seule couche de 100 à 120 spires environ; les spires sont séparées les unes des autres par un fil de soie enroulé à côté du fil secondaire. Le cylindre isolant et les deux enroulements extérieur et intérieur qu'il sépare sont immergés dans l'huile. — Le condensateur, dont la décharge oscillante traverse le primaire du transformateur, est formé par une bouteille de Leyde.

Une variante du dispositif précédent, indiquée également par M. Tesla, est représentée dans la figure 5. La capacité C du condensateur de la figure précédente est divisée en deux parties égales, et réparties de part et d'autre du circuit primaire p du transformateur $p s$. Ce circuit primaire est divisé en deux portions égales j, j' , séparées par un petit excitateur à boules g . L'enroulement secondaire à fil fin s est parcouru par un courant à haute fréquence et de tension très élevée.

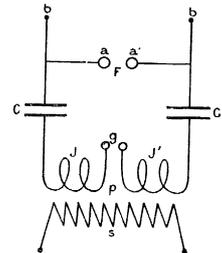


Fig. 5. Second dispositif de M. Tesla.

Soufflage de l'étincelle. — Pour augmenter l'effet du courant d'air produit par l'étincelle en F , on place de part et d'autre des sphères de l'excitateur de grandes feuilles de mica. Il y a avantage à ce que l'étincelle soit rompue à peine a-t-elle été produite. La décharge n'est, en effet, oscillante que pendant les premiers instants de la durée de l'étincelle. Aussi les effets produits sont-ils d'autant plus puissants que le soufflage de l'étincelle est plus énergique. — On peut effectuer ce soufflage au moyen d'un champ magnétique produit comme il est indiqué, par exemple, dans le schéma de la figure 6, par un fort électroaimant dont les pièces polaires NS doivent être munies

de feuilles protectrices de mica, d'épaisseur suffisante pour empêcher la décharge d'éclater entre les boules et l'électro-aimant.

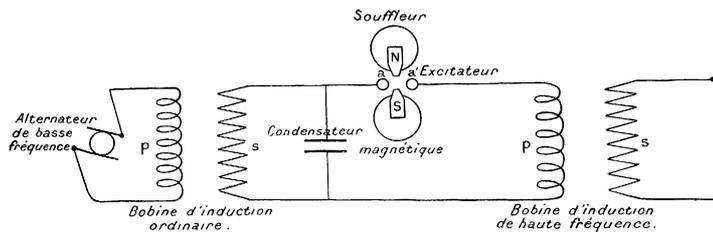


Fig. 6. — Dispositif de production des courants de haute fréquence avec soufflage magnétique de l'étincelle de décharge.

Dispositif de M. Élihu Thomson. — Le dispositif employé par M. Élihu Thomson ne diffère pas sensiblement de celui indiqué par M. Tesla. — Deux enroulements à gros fil, l'un comprenant 12 spires, l'autre 20 spires, sont placés, le premier à l'intérieur, le second à l'extérieur d'un cylindre isolant qui leur sert de support. Le tout baigne dans l'huile. — Une des extrémités de chaque enroulement est réunie à un conducteur terminé par une sphère métallique A (fig. 7), de sorte que les deux enroulements communiquent entre eux par une de leurs extrémités. L'extrémité libre du circuit intérieur est reliée à la boule médiane b d'un système de trois boules a, b, c, disposées côte à côte à quelques millimètres les unes des autres. La boule a est réunie à l'extrémité libre du circuit extérieur, alors que

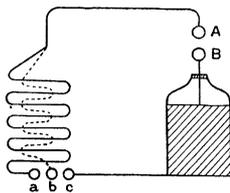


Fig. 7.
Dispositif de M. Elihu Thomson.

la boule c est en communication avec l'armature externe d'une bouteille de Leyde dont l'armature interne communique à la sphère B de l'excitateur AB. — La bouteille de Leyde est entretenue au moyen d'une machine de Holtz.

Soufflage de l'étincelle. — Le soufflage de l'étincelle qui se produit entre A et B est assuré au moyen d'un violent courant d'air provenant d'une soufflerie et dirigé entre les deux sphères au moyen d'une tuyère.

En même temps que ce dispositif particulier, M. Élihu Thomson, au cours de ses intéressantes expériences d'éclairage par les courants de haute fréquence, a mis en œuvre des dispositifs identiques à celui de M. Tesla. Voici les constantes de deux transformateurs à haute fréquence réalisés par M. Élihu Thomson.

Dans un petit appareil le circuit secondaire comprend 150 spires de fil fin recouvert de soie et enroulé sur un cylindre de carton se logeant à l'intérieur d'un cylindre de verre servant de support au circuit primaire. Le fil primaire de gros diamètre forme des

spires de 12 à 15 centimètres de diamètre et au nombre de 15 à 20.

Dans un modèle plus puissant chacune des bobines primaire et secondaire est enroulée sur un cylindre de carton. Les diamètres des deux cylindres diffèrent d'environ 8 centimètres, le plus petit ayant 55 centimètres de diamètre. Il est recouvert de deux couches de soie sur lesquelles sont enroulées 500 spires de fil fin (0,45 millimètre de diamètre) couvert de coton. Cette couche de fil occupe 50 centimètres de la longueur du cylindre.

Le circuit primaire consiste en 15 tours d'un conducteur composé de 5 fils assez gros dont les extrémités sortent de la bonde d'un tonneau rempli d'huile lubrifiante à l'intérieur duquel les deux circuits sont disposés verticalement. L'étincelle de décharge que peut fournir cet appareil ne mesure pas moins de 80 centimètres. Le condensateur employé était composé de 16 bouteilles de Leyde, d'environ 5 litres, associées en quantité.

Dispositif de M. d'Arsonval. — M. d'Arsonval a également utilisé le dispositif imaginé par M. Tesla en lui faisant subir quelques modifications.

Les deux extrémités du secondaire d'un transformateur, entretenu par un courant alternatif d'une fréquence égale à 42, sont reliées aux armatures internes de deux bouteilles de Leyde (fig. 8) de 50 centimètres de hauteur. Les armatures extérieures des jarres sont réunies par un solénoïde de gros fil de cuivre nu comprenant 20 tours. Un excitateur à sphères est disposé entre les armatures internes des condensateurs.

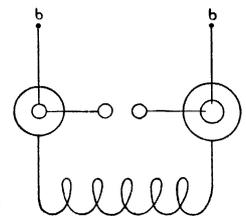


Fig. 8.
Dispositif de M. d'Arsonval.

On a là, à l'excitateur g près, le dispositif réalisé par M. Tesla et représenté plus haut (fig. 5).

Au cours de ses expériences M. d'Arsonval a utilisé le dispositif figuré ci-contre (fig. 9). L'un des condensateurs est intercalé en A et le second en B en dérivation sur les fils reliant les pôles du transformateur au solénoïde S parcouru par les courants de haute fréquence.

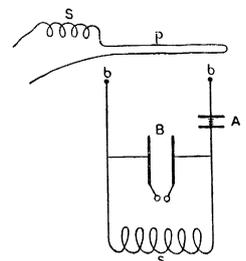


Fig. 9. — Second dispositif de M. d'Arsonval.

Soufflage de l'étincelle. — M. d'Arsonval a employé le soufflage par courant d'air en le réalisant d'une manière économique

et fort ingénieuse. Au lieu de laisser immobiles les boules de l'exploseur et de chasser violemment l'air entre elles à l'aide d'une soufflerie, ce sont les boules de l'exploseur que l'on déplace au sein de l'air d'un mouvement assez rapide pour que le soufflage de l'étincelle se produise.

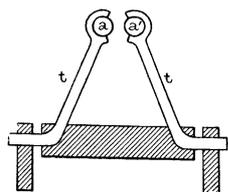


Fig. 10. — Exploseur rotatif.

De cette façon on ne dépense pour le soufflage qu'une énergie mécanique à peine supérieure à celle réellement nécessaire pour produire cet effet. La figure 10 montre la disposition de l'exploseur rotatif.

M. d'Arsonval a également réalisé le soufflage de l'étincelle sans champ magnétique ni courant d'air. Il suffit d'introduire dans le primaire p du transformateur utilisé (voir fig. 9) une bobine de self-induction S , convenablement réglée. La présence de cette bobine produit le même effet qu'un soufflage parfait de l'étincelle.

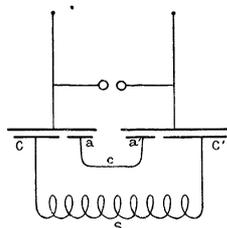


Fig. 11. — Dispositif de M. d'Arsonval à condensateur souffleur.

Plus récemment M. d'Arsonval a indiqué un second procédé de soufflage consistant à garder constamment en circuit $a c a'$ une partie $a a'$ de la capacité dont on dispose pour alimenter le circuit du solénoïde à haute fréquence S .

Le condensateur $a a'$ constitue ce qu'on peut appeler le condensateur souffleur, le condensateur $C C'$ étant le condensateur d'utilisation.

La figure 11 donne le schéma des connexions.

Dispositif de M. Oudin. — M. Oudin a fait subir une très légère modification au dispositif de M. Tesla tel que l'emploie M. d'Arsonval.

M. d'Arsonval se contente de supprimer le secondaire du transformateur que M. Tesla a adjoint à l'oscillateur de Hertz, se servant ainsi d'un exciteur hertzien dont le circuit comprend un solénoïde intercalé entre une des armatures de la capacité et une des boules de l'exploseur. Ce sont les courants de haute fréquence développés par la décharge oscillante de l'exciteur de Hertz qu'utilise M. d'Arsonval. Au lieu d'adjoindre à ce solénoïde un circuit secondaire, à l'exemple de M. Tesla, M. Oudin se contente, dans l'appareil qu'il a nommé assez improprement peut-être résonateur, d'accoler au solénoïde parcouru par les courants de haute fréquence un second solénoïde qui, en fait, est la continuation du premier et dont l'extrémité libre se trouve, pour une longueur convenable, être le siège d'effluves, d'étincelles, de souffles, présentant alors un maximum de puissance et utilisés

en électrothérapeutique. Le dispositif répond alors au schéma de la figure 12. Le solénoïde $S G P$ est formé d'un fil non isolé d'environ 60 mètres de longueur de 5 millimètres de diamètre et est enroulé sur un cylindre de bois paraffiné; l'écartement des spires est

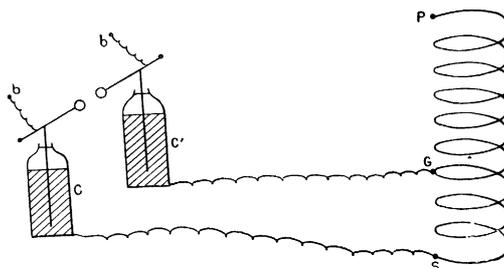


Fig. 12. — Dispositif de M. Oudin.

de 1 centimètre. L'une des extrémités S du solénoïde est reliée à l'armature extérieure de l'une C des deux bouteilles de Leyde employées. Un galet G , qui peut se déplacer en restant en contact avec le fil du solénoïde, suit les spires inférieures; il est réuni par un fil souple à l'armature extérieure de la seconde bouteille de Leyde C' .

L'isolement complet des spires du solénoïde n'est pas indispensable. Quand le réglage de l'appareil est parfait, ce qui s'obtient par le déplacement du galet G , on voit de son extrémité libre et de la dernière spire seulement jaillir des effluves dus à la tension élevée que produit l'appareil.

Appareils bipolaires. — M. O. Rochefort a associé deux des dispositifs de M. Oudin et réalisé ainsi ce qu'il nomme un résonateur bipolaire. — Les condensateurs sont au nombre de quatre, reliés deux à deux en batterie. Les armatures intérieures de l'un des

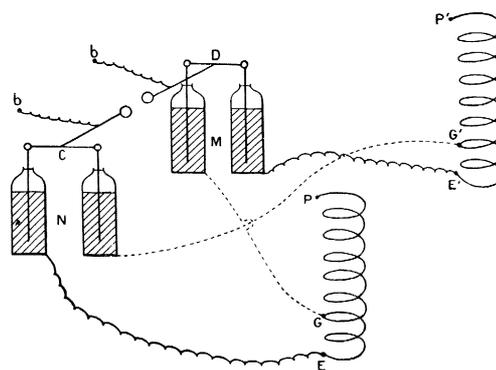


Fig. 15. — Appareil bipolaire de M. Rochefort.

couples C (fig. 15) communiquent avec une des sphères b de l'exploseur; celles de l'autre couple D sont reliées avec la seconde sphère b . Quant aux armatures externes elles sont reliées chacune à deux solénoïdes, semblables au précédent décrit de la manière suivante: L'une des armatures externes du couple X

est reliée à l'extrémité inférieure E de l'un des solénoïdes. De même l'une des armatures externe du couple M est reliée à l'extrémité inférieure E' du second solénoïde. La seconde armature externe du premier couple N est reliée au galet G' du second solénoïde, alors que la seconde armature externe du deuxième couple M est reliée au galet G du premier solénoïde.

Les extrémités libres P, P' forment les deux pôles du dispositif. Ces pôles sont chacun, comme dans le cas du dispositif de M. Oudin, le siège d'effluves qui deviennent très puissants lorsqu'on règle convenablement la position des galets GG' sur les spires inférieures des solénoïdes. Si l'on rapproche l'un de l'autre les fils reliés aux deux pôles on constate que les deux effluves produits s'attirent et l'on obtient ainsi de très longs effluves. Les effluves se repoussent, au contraire, si on change les connexions des solénoïdes avec les armatures externes des condensateurs, si l'on met en G' le fil qui s'était relié à E' et en E' celui qui était relié à G'.

On peut supprimer les deux fils N E, M E' qui réunissent les extrémités des solénoïdes aux condensateurs et réunir entre eux les deux solénoïdes; c'est le dispositif représenté par la figure 14. On utilise alors

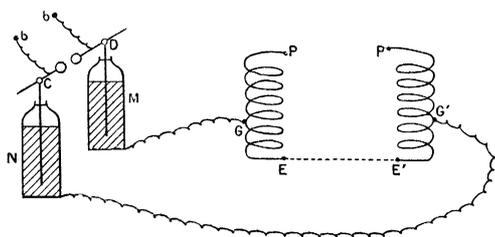


Fig. 14. — Second dispositif d'appareil bipolaire.

deux bouteilles de Leyde au lieu de quatre. En employant une bobine de Ruhmkorff pouvant donner 50 centimètres d'étincelles M. Rochefort a obtenu avec une dépense de 144 watts (24 volts-6 ampères) des effluves de 50 centimètres de longueur entre les deux pôles de l'appareil.

Production des courants de haute fréquence au moyen de l'arc chantant. — Tout récemment M. Fabry a indiqué un procédé commode de production de courants de haute fréquence qui consiste à

utiliser les oscillations électriques qui se produisent dans le dispositif dit de l'arc chantant.

On sait que si l'on dispose en dérivation de part et d'autre d'un arc électrique en activité et produit entre des charbons sans mèches, un circuit formé d'une capacité C convenable (fig. 15) et d'une self-induction L appropriée, l'arc produit un son net et continu dont la hauteur dépend des valeurs de C et de L. On peut faire varier la hauteur de son en faisant varier L ou C. Si l'on prend comme self-induction le primaire d'un petit transformateur T, constitué par exemple par l'enroulement en fil fin f d'une petite bobine de Ruhmkorff autour duquel on a enroulé dans la région médiane une vingtaine de tours environ d'un fil de moyenne section, on constate que les extrémités α β du circuit à fil fin de ce transformateur rapprochées l'une de l'autre donnent lieu à la production d'étincelles de haute fréquence.

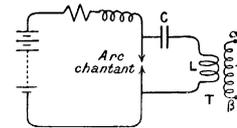


Fig. 15. — Production de courants de haute fréquence au moyen de l'arc chantant. Dispositif de M. Fabry.

M. Fabry a constaté qu'il n'était pas indifférent pour la production du phénomène que le circuit primaire à gros fil soit enroulé sur toute la hauteur de la bobine à fil fin, ou seulement dans la partie médiane.

On peut alors, pendant que l'arc chantant fonctionne, obtenir aux pôles de ce circuit secondaire les divers phénomènes qui caractérisent les courants de haute fréquence : illumination de tubes à vide, production d'effluves, luminescence et incandescence de lampes unipolaires du genre de celles utilisées par M. Tesla.

Bien que les étincelles de haute fréquence, obtenues à l'aide de ce dispositif par M. Fabry, soient d'assez faible longueur (3 à 4 centimètres au plus)¹, il nous a paru que ce mode de production de la haute fréquence était à indiquer dans cet article. Il est vraisemblable, en effet, que ce procédé pourra être utilisé avec succès en médecine.

A. TURPAIN,

Professeur adjoint à la Faculté des sciences de Poitiers.

¹ M. Fabry a été conduit à imaginer ce dispositif dans le but d'illuminer des tubes à gaz raréfiés destinés à des recherches spectroscopiques.

