

mouvement. Dès qu'on fait passer le courant le disque s'arrête; si l'on essaye de le mettre en marche on constate qu'il faut faire un effort beaucoup plus grand et qu'il s'échauffe rapidement, le surcroît d'énergie dépensé en ce cas est donc transformé en une quantité équivalente de chaleur.

De même pour l'expérience d'Arago, qui consiste à faire tourner rapidement un disque de cuivre au-dessous d'un petit aimant mobile dans un plan horizontal; une plaque de verre interposée entre le disque et l'aimant empêche l'influence des courants d'air. Les courants induits qui prennent naissance dans la masse de cuivre s'opposent au déplacement relatif du disque et de l'aimant; le premier étant forcé de tourner, le second se met à tourner dans le même sens. Si l'on a pratiqué dans le disque de cuivre un certain nombre de fentes suivant les rayons le mouvement ne se produit plus. Dans ce cas le disque est comparable à un circuit ouvert, et les courants ne peuvent plus s'y propager. C'est, pour profiter de cette propriété d'induction des masses métalliques qu'on fait en cuivre les cadrans de beaucoup de galvanomètres. Les oscillations de l'aiguille y produisent des courants de Foucault qui, d'après la loi de Lenz, s'opposent au mouvement et le ramènent plus vite au repos.

Propriétés générales des courants induits. — La force électromotrice d'un courant induit est proportionnelle à l'intensité du courant inducteur. Il y a donc intérêt à prendre, pour ce dernier, un fil gros et court; elle est, en outre, proportionnelle à la longueur du fil induit soumis à l'induction et par cette raison à la résistance totale du circuit.

Les courants induits diffèrent des courants de pile par leur durée qui est extrêmement courte. Dans une bobine les deux courants, celui de fermeture et celui d'ouverture n'ont pas la même valeur ni la même durée. Le courant de fermeture, courant inverse, est atténué par l'extra courant de fermeture produit dans l'inducteur. Celui d'ouverture au contraire, courant direct, est renforcé par l'extra courant d'ouverture qui est de même sens que celui de l'inducteur. Il en résulte, au point de

vue médical que l'action du courant d'ouverture est supérieure à celle du courant de fermeture.

M. le Professeur Gariel dans son excellent *Traité d'Electricité* divise les appareils d'induction en trois classes:

1° Les appareils *volta faradiques* où le courant prend naissance par l'influence d'un courant fourni par une pile.

2° Les machines *magnéto-électriques* où l'induction est due à l'action du magnétisme.

3° Les machines *dynamo-électriques* dans lesquelles il n'y a ni aimant, ni courant inducteur et où l'effet, dû primitivement au magnétisme rémanent, dépend du travail dépensé dans l'appareil.

Les appareils volta-faradiques ont été, depuis Duchenne de Boulogne, presque exclusivement employés en médecine concurremment avec les courants continus. Les progrès de l'industrie électrique mettent actuellement à la disposition de l'électrothérapie des dynamos d'un maniement plus précis, d'effets différents et souvent plus efficaces.

BOBINES D'INDUCTION. — La bobine d'induction doit être envisagée comme un *transformateur*, qui par interruptions successives d'un courant de pile à faible potentiel mais à intensité élevée, donne naissance à des courants induits de haut potentiel mais de faible intensité. Etant donné un courant primaire d'un certain nombre de volts et d'ampères E et I on peut le transformer en un courant secondaire correspondant à d'autres valeurs E' et I'

Théoriquement on doit avoir

$$EI = E'I'$$

Dans la pratique il y a toujours une certaine perte d'énergie. La bobine de de Ruhmkorff est donc, en réalité, le plus ancien des transformateurs.

Cet appareil duquel dérivent toutes les bobines en usage en médecine se compose de trois organes essentiels: 1° les deux bobines inductrice et induite; 2° le condensateur; 3° l'interrupteur.

L'inducteur est formé par un fil gros et court enroulé sur un cylindre de bois ou d'ébonite creusé suivant son axe. Cette cavité centrale est occupée par un faisceau de fils de fer doux isolés entre eux. Nous venons de voir quel est le but de ce dispositif. L'induit est un fil très fin et très long, ayant parfois plusieurs kilomètres de longueur, enroulé autour d'un cylindre également en bois dans lequel se loge l'inducteur. Les spires de l'induit doivent être isolées les unes des autres. Les extrémités de ce fil aboutissent à des bornes auxquelles on attache les réophores. Poggendorf et Richtie ont imaginé de cloisonner l'induit, c'est-à-dire de le disposer en une série de bobines plates placées les unes à côté des autres : on évite ainsi d'avoir entre deux spires en contact une différence de potentiel trop forte, ce qui permettrait à une étincelle de jaillir en détruisant l'enduit isolant dans lequel les fils ont été noyés.

Condensateur. — Le condensateur est formé de feuilles d'étain isolées par du papier ou de la soie et placées dans le socle de l'appareil. L'extra-courant de rupture s'écoule dans ce condensateur et diminue la différence de potentiel entre les deux points où se fait la rupture. L'annexion du condensateur est due à Fizeau qui explique de la manière suivante son fonctionnement : On sait que l'étincelle de rupture résultant de l'extra-courant augmente la durée de la période de l'état variable. Au moyen du condensateur le courant n'est pas supprimé mais dérivé. Quand le circuit est interrompu au niveau du trembleur, le condensateur se trouve chargé par la pile, d'où une première diminution de l'étincelle puisque l'électricité s'accumule sur les armatures, et non vers les contacts de platine. Mais presque aussitôt les deux armatures du condensateur se déchargent l'une sur l'autre au travers de la bobine inductrice et de la pile. Cette décharge se faisant en sens contraire du courant primaire, renverse le sens de l'aimantation du noyau de fer doux central et détermine une double action inductrice qui s'ajoute à celle de l'interruption du circuit voltaïque. Il se fait, en somme, une sorte de réflexion de l'extra-courant sur lui-même, réflexion

qui augmente l'action inductrice totale en faisant presque disparaître la période d'état variable. La tension du courant induit de rupture se trouve, dès lors, fortement augmentée.

Interrupteurs. — Dans les appareils d'induction puissants les trembleurs employés dans les appareils médicaux ne sauraient convenir. Les courants d'induction sont en effet soumis aux lois suivantes :

La force électro-motrice de l'induit dépend de l'intensité du champ magnétique et de la rapidité des variations du flux.

La limite de la vitesse avec laquelle s'effectue l'induction est en fonction de la force coercitive du noyau de fer et de la réaction d'induction du courant sur lui-même dans le circuit secondaire.

Or, à cause de la rapidité d'oscillation des trembleurs, il arrive, dans les bobines puissantes, que l'attraction produite par le noyau de fer doux a lieu avant la fin de la période variable du courant inducteur, et, par conséquent avant que celui-ci ait atteint son intensité maxima. D'un autre côté la rupture du circuit inducteur doit être aussi brève que possible. Or, dans les trembleurs, la pièce mobile est portée sur un ressort dont la durée de vibration est plus grande que celle de l'état variable de rupture. Il en résulte des pertes de courant et, à la fermeture comme à l'ouverture du circuit le courant induit n'acquiert pas l'intensité maxima que pouvait lui donner le courant inducteur. De plus, il se produit entre les contacts du trembleur des étincelles de ruptures très fortes qui altèrent rapidement les surfaces.

Foucault a évité la plupart de ces inconvénients en employant l'interrupteur qui porte son nom et dont le fonctionnement est indépendant de la pile génératrice.

Cet interrupteur, consiste en un levier oscillant dont une des extrémités porte deux pointes de platine pouvant plonger dans deux godets contenant du mercure recouvert d'une couche d'alcool, l'addition de l'alcool ayant pour but d'empêcher l'oxyda-