

sorts S qui déterminent les intermittences sur le commutateur B, et l'extrémité libre du second aux boutons auxquels s'attachent les conducteurs destinés à conduire les courants. On peut facilement avoir ainsi séparément le courant induit du

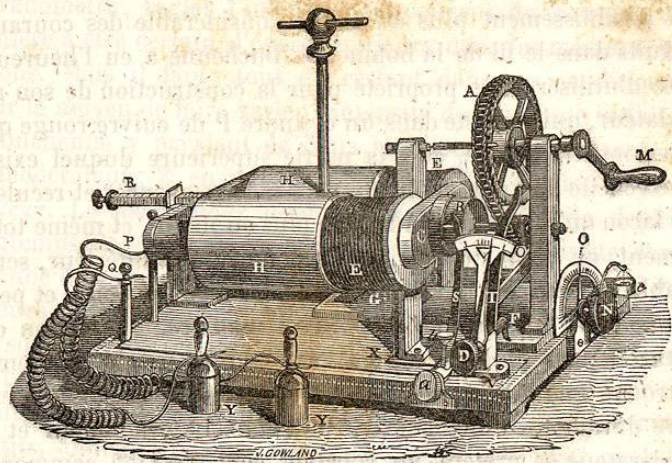


Fig. 430.

premier fil et celui du second. L'appareil du reste, à quelques différences près, est construit comme les autres appareils du même genre. En faisant faire deux révolutions par seconde à la grande roue, on obtient 64 intermittences dans le même espace de temps. La plaque mobile F, sur laquelle sont établis l'armature et son système moteur, peut être rapprochée ou éloignée de l'aimant au moyen de la vis de rappel N, ce qui permet d'avoir des courants plus ou moins intenses. Enfin l'appareil est muni d'un commutateur et d'un graduateur composé de deux cylindres de cuivre rouge mobiles, qui enveloppent chacun une bobine et qui glissent au moyen d'une tige R qui porte des divisions.

Indépendamment des appareils que nous venons de décrire, il en existe un grand nombre d'autres qui ne sont que des modifications plus ou moins heureuses des premiers. Ainsi M. Hipp, à Berne, en fabrique qui sont si peu volumineux, qu'ils

sont entièrement renfermés, la pile comprise (car ils marchent par la pile), dans une boîte d'un volume moindre que celui d'un décimètre cube. Celui de M. Éric Bernard, dont M. Bouvier, dans son rapport à l'Académie de médecine, donne une description détaillée, est aussi d'un petit volume; il chemine au moyen d'une petite pile de Grove; son interrupteur marche au moyen de l'armature mobile, mais par l'intermédiaire d'une lame et d'une pointe de platine dont le contact et l'éloignement déterminent le passage et l'interruption du courant; il y a, comme dans l'appareil de M. Duchenne, deux bobines formées, l'une d'un fil plus fin et plus long, l'autre d'un fil plus gros et plus court. L'appareil de MM. Legendre et Morin présente encore un volume plus petit; la boîte qui le contient renferme, d'un côté, une petite pile construite sur le principe de celle de Bunzen, et, de l'autre, la bobine; celle-ci se compose de plusieurs fils dont on peut percevoir séparément les courants. Nous citerons encore un appareil de M. Déchargé, constructeur d'instruments de physique à Paris, et un de M. Bianchi, où l'interruption se fait au moyen d'aiguilles qui plongent dans le mercure comme dans l'appareil à rotation de Ritchie<sup>2</sup>.

Il résulte de ce court exposé que les appareils destinés à fournir à l'électricité médicale des courants d'induction se divisent en deux classes: ceux qu'on peut appeler magnéto-électriques, dans lesquels la force émane d'un aimant permanent; ceux qu'on peut nommer volta-électriques, dans lesquels c'est une pile voltaïque (ordinairement un seul couple) qui fournit cette force. Ces derniers sont certainement d'un maniement plus commode que les premiers, puisque l'opérateur n'a point de roue à faire tourner; ils présentent aussi quelques avantages au point de vue médical, comme nous le verrons plus loin; cependant nous sommes disposés à penser, avec M. Bouvier et M. Alfred Bécquerel, que les appareils magnéto-électriques

<sup>1</sup> Nous avons décrit ce mode, qui a servi à M. Nœff, pour étudier la lumière électrique. Tome II, page 217.

<sup>2</sup> Tome I, page 289.



sont, à tout prendre, préférables dans la pratique médicale.

Nous n'avons rien dit en parlant des instruments destinés à la production des courants induits, d'une question intéressante qui a été soulevée par M. Duchenne, savoir des propriétés physiologiques spéciales et toutes différentes pour chacun d'eux, dont jouissent, suivant lui, les courants induits qui se développent dans le plus gros des fils, celui qui, dans les appareils volta-électriques, conduit le courant du couple, et les courants induits qui se développent dans le second fil plus long et plus fin. Ces propriétés, sur lesquelles nous reviendrons, consistent en ce que les premiers exercent une action plus spéciale sur la contractilité musculaire, et les seconds une action plus spéciale sur la sensibilité cutanée et sur la rétine, ainsi qu'une pénétration plus facile dans l'organisme. Pour le moment, nous n'avons autre chose à faire qu'à voir quelle est la différence physique qui existe entre ces deux espèces de courants. C'est dans le paragraphe suivant que nous étudierons leurs propriétés spécifiques au point de vue physiologique.

Remarquons d'abord qu'on ne peut admettre avec M. Duchenne que les courants induits dans le premier fil soient l'origine des courants induits dans le second. Dans les appareils magnéto-électriques, il est évident que l'aimant agit également sur les deux fils, avec un peu plus de force seulement sur celui qui est plus rapproché; le premier ne peut avoir aucune action sur le second, à moins que son circuit ne soit fermé, cas dans lequel il affaiblit un peu le courant induit dans le second fil, comme le ferait une enveloppe métallique. Les deux courants ne sont pas d'ordre différent; ce sont deux courants induits du premier ordre, mais induits dans des fils de longueur et de diamètre différents et placés à des distances différentes. Il ne peut donc y avoir de différence entre ces courants qu'une différence de *quantité* et d'*intensité*, provenant de ce que l'un des fils est plus gros, plus court et plus rapproché, et l'autre plus long, plus fin et plus éloigné. Les courants du premier fil, quand ils traversent des corps bons conducteurs, doivent y produire plus d'effet; les courants du second

traverseront plus facilement un conducteur plus imparfait, à cause de leur plus grande tension. Il est facile déjà d'entrevoir, dans les différences physiques de ces courants, la cause de leur différence d'action physiologique.

Mais c'est surtout dans les appareils volta-électriques que M. Duchenne trouve la différence dont il s'agit; pour montrer qu'elle ne tient pas à des différences de conductibilité, il a employé, dans la construction de la première bobine, un fil de même longueur et de même diamètre que celui de la seconde, et il a encore trouvé les différences que nous avons signalées. Ici la question est plus complexe; nous reconnaissons avec M. Duchenne que le courant qui circule dans la première bobine peut bien agir sur le fil de la seconde, puisque nous savons que, lors même qu'il n'y a pas de fer doux, l'induction s'opère, mais la présence du fer doux l'augmente dans une proportion énorme, et les deux actions, agissant pour produire le même effet, elles s'ajoutent. Le courant induit dans le second fil, est donc tout à fait semblable à celui qu'y induirait l'action directe d'un aimant, et nous ne pouvons, en conséquence, voir dans ce courant qu'un courant du premier ordre, et non un courant du second, comme le désigne M. Duchenne. Quant au courant induit dans le fil même qui conduit le courant de la pile et qui se manifeste au moment où ce courant cesse de passer, c'est ce que Faraday et tous les physiciens ont appelé après lui, l'*extra-courant*. Nous reconnaissons ici qu'il peut y avoir, entre l'*extra-courant* et le courant induit dans le second fil, d'autres différences physiques que celles relatives à la quantité et à l'intensité, et que par conséquent, tout en combinant les bobines de façon que, sous ces deux rapports, les courants soient semblables, ils peuvent encore différer sous d'autres. D'abord l'*extra-courant* ne se compose jamais que d'un seul courant induit, celui qui marche dans le même sens que le courant de la pile<sup>1</sup>, tandis que le courant induit proprement dit se compose de deux courants instantanés dirigés alternativement en sens contraire. Cette différence peut

<sup>1</sup> Tome I, page 362.



bien en entraîner une dans l'action physiologique; mais il y en a encore une autre qui fait qu'en ne prenant dans le second fil que l'un des deux courants induits, celui qui, comme l'extra-courant, résulte de l'interruption du circuit, il peut arriver qu'on ne trouve pas complète identité entre l'extra-courant et le courant induit proprement dit; c'est lorsque le circuit du premier est disposé de façon à renfermer le couple même qui le produit, ce qui doit diminuer son instantanéité, et en même temps l'augmenter en quantité, comme cela a lieu dans le condensateur électro-chimique que j'ai décrit<sup>1</sup>; tandis que le second a nécessairement toujours un circuit tout métallique. Nous verrons plus loin si ces différences peuvent expliquer les différences d'action observées par M. Duchenne.

Nous avons dit que, malgré l'introduction, dans la pratique médicale, des courants induits, on y faisait encore usage des courants produits par la pile voltaïque; nous avons remarqué qu'on se servait, pour produire ces courants, des piles les plus simples, zinc et cuivre, chargées avec de l'eau salée et composées d'un nombre plus ou moins grand de couples. On a imaginé, en vue de ce genre d'application, des piles d'une espèce particulière, nommées *chaînes galvaniques*, et qui ont l'avantage d'avoir une assez forte tension et d'être en même temps d'un maniement très-facile. Telle est la chaîne galvano-électrique de Goldberger; qui se compose d'une série de chaînons de zinc et de cuivre, terminée, d'un côté, par un crochet, et, de l'autre, par un cylindre de verre; pour l'appliquer, on la trempe préalablement dans le vinaigre; mais il est évident qu'elle ne peut produire aucun effet, ou tout au plus l'effet d'un seul couple. Il n'en est pas de même des chaînes de Pulvermacher, qui sont des piles voltaïques d'une forme très-ingénieuse, qui présentent un grand nombre de couples sous un très-petit volume, et sont par conséquent douées d'une forte tension électrique. Voici comment sont fabriquées ces piles.

<sup>1</sup> Tome I, page 391, et tome II, p. 632.

sont enroulés autour de la tige sans se toucher, mais en étant très-rapprochés l'un de l'autre; ils sont un peu incrustés dans le bois par la pression qu'on exerce sur eux pour les enrouler. Une fois recouverte, cette tige est coupée en morceaux plus ou moins longs, contenant un certain nombre de tours, par exemple dix, de chaque fil; à un bout le fil de zinc est libre, tandis que le fil de laiton vient s'attacher à un petit crochet de cuivre planté dans l'axe du bois; à l'autre bout, c'est le fil de laiton qui est libre, tandis que le fil de zinc vient par son extrémité se souder à un autre crochet planté dans l'axe; les petits maillons représentent chacun un couple, soit élément de pile, en supposant que le bois fasse office de conducteur humide. Pour constituer la pile, on les accroche les uns aux autres dans l'ordre convenable, de manière que le crochet de zinc du premier couple reçoive le crochet de laiton du second, et ainsi de suite (fig. 431). On forme de cette manière une chaîne de 10, 20 et même 100 éléments. Pour la charger, il suffit d'humecter le bois en trempant la chaîne (fig. 432)



Fig. 431.



Fig. 432.

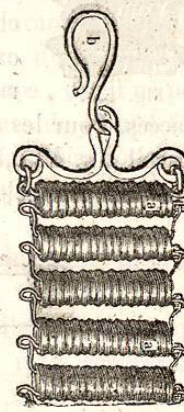


Fig. 433.

dans de l'eau légèrement acidulée à l'acide acétique. On reçoit alors une vive commotion quand on vient à en toucher les deux extrémités avec la main; ces commotions persistent tant que la chaîne demeure humectée. Au lieu d'une chaîne longue



et étroite, on peut en avoir une courte et large en disposant les éléments parallèlement les uns aux autres (fig. 433), ce qui forme une pile d'une tension beaucoup moindre, mais plus puissante en quantité. La première pile est destinée à faire parcourir au courant la plus grande étendue de la partie malade, et la seconde à circonscrire la force du courant dans un espace étroit.

On peut, au lieu d'avoir un courant continu, se procurer, au moyen de ces piles, un courant discontinu semblable aux

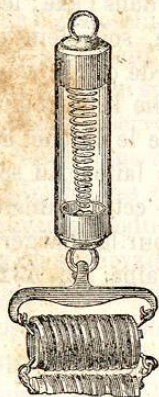


Fig. 434.

courants d'induction, quand le traitement l'exige. Deux petits appareils ont été imaginés dans ce but par M. Pulvermacher. Le premier, dit *cylindre interrupteur*, est un petit tube (fig. 434) avec un anneau de cuivre à chaque extrémité; il contient un ressort à boudin métallique mobile à son extrémité libre. Quand on l'adapte entre deux chaînes ou entre l'un des pôles et le conducteur, le courant est alternativement rompu et rétabli par chaque mouvement du cylindre qui met cette extrémité en vibration; ainsi on a des interruptions consécutives, mais irrégulièrement espacées. Pour les avoir régulières, il faut se servir du second appareil (fig. 435), dont le mécanisme est fixé dans un conducteur à manche isolant, au moyen duquel on remonte le mou-

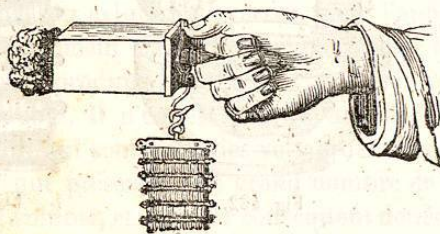


Fig. 435.

vement. On accroche l'un des pôles de la chaîne électrique à l'anneau mobile de l'instrument qu'on met en mouvement,

en poussant de droite à gauche avec le pouce une petite pièce, soit aiguille en corne; en la poussant plus ou moins, on rend les intermittences, et par conséquent les secousses, plus ou moins fréquentes. Quand on veut arrêter le mouvement, il suffit de ramener l'aiguille en corne au point de départ.

Il y a, suivant M. Pulvermacher, deux manières d'appliquer les chaînes électriques. L'une consiste à intercaler l'organe qu'on veut traiter entre les deux pôles de la chaîne, de manière que l'un des pôles aboutisse à la région malade, et que l'autre soit placé sur une partie saine et, autant que possible, sur un centre nerveux correspondant avec l'organe malade; c'est la méthode ordinaire d'application du courant électrique, qui permet même de localiser son action. La seconde manière d'employer les chaînes consiste à les appliquer en ceintures sur les parties malades, atteintes soit de rhumatismes, soit de névralgies, en ayant soin d'unir les deux pôles au moyen d'un crochet qu'on passe dans une agrafe en tendant et consolidant la chaîne. Nous ne comprenons pas très-bien l'effet de cette disposition en vertu de laquelle le courant ne doit circuler guère que dans la chaîne sans traverser, du moins d'une manière bien sensible, aucune partie du corps, car il ne peut pas même y avoir de courant dérivé, à cause de l'imparfaite conductibilité de la peau. Au reste, aucun fait bien positif n'a constaté l'efficacité de ce dernier mode d'application, sur lequel l'expérience n'a pas encore prononcé.

On doit conserver le même doute sur les ceintures et mixtures électriques de MM. Breton. La ceinture est une véritable pile à un seul élément composé de deux lamelles de zinc appliquées sur une semelle double de cuivre, mais séparées de celle-ci par un mastic humide. Cinq boutons, fixés à l'extrémité de fils métalliques, soudés à la surface de ces métaux, forment autant de pôles positifs ou négatifs, dont le contact avec la peau donne, dit-on, lieu à plusieurs courants dérivés qui la parcourent en tous sens. Cette électricité est très-faible, surtout quand le mastic se dessèche, et la peau ne pourrait en ressentir l'action que lorsqu'elle serait dépouillée de l'épi-



derme en quelque point. Quant à la mixture électrique, elle se compose de deux pâtes contenant, l'une de la poudre de zinc, l'autre de la poudre de cuivre, mêlées à de la poudre inerte de bois et à une solution de chlorure de calcium destinée à conserver leur humidité. On renferme ces deux mixtures chacune dans un sachet de toile qu'on place dans un linge mouillé; puis, à travers de petites ouvertures pratiquées à ces enveloppes, on enferme et on fixe au milieu de chaque mixture la tige d'un bouton de métal. Ces boutons appliqués dans la peau lui transmettent, dit-on, comme ceux de la ceinture électrique; l'électricité produite par les réactions chimiques qui ont lieu dans les sachets. Nous ne nions point qu'il n'y ait production de courants dans ces appareils; le galvanomètre même indique leur présence; mais ce sont des courants très-faibles, et nous ne voyons pas quels avantages peuvent présenter ces dispositions qui reposent au fond sur les fausses idées de l'électricité de contact. Nous croyons, en résumé, que quand on veut employer l'électricité à l'état de courant continu, ce qu'il y a de mieux, c'est de faire usage des piles de Pulvermacher, supérieures, sous le rapport de l'économie et de la facilité de la manutention, aux piles ordinaires lorsqu'il s'agit d'obtenir une forte tension, ce qui est le cas dans le genre d'application qui nous occupe.

Après avoir décrit les principaux appareils producteurs de l'électricité qu'on emploie dans la thérapeutique électrique, il est nécessaire d'ajouter quelques mots sur les moyens dont on se sert pour amener l'électricité aux organes eux-mêmes. Les intermédiaires situés aux extrémités des fils conducteurs, et qui sont destinés à être mis en rapport avec la peau, les tissus ou les organes, doivent être nécessairement bons conducteurs de l'électricité; ils sont de différentes espèces. Ce sont d'abord des conducteurs métalliques, de cuivre en général, qu'on met en contact avec la peau, soit des cylindres plus ou moins volumineux destinés surtout à être serrés entre les mains, soit des plaques plus ou moins larges, destinées à être appliquées sur une surface d'une certaine étendue, soit des boutons, des boules, des cônes métalliques d'un volume et

d'une forme que l'on peut disposer à volonté suivant l'usage qu'on veut en faire et la partie sur laquelle on désire agir. On a quelquefois recours à des tiges métalliques droites ou recourbées, et destinées à être introduites à une certaine profondeur dans les cavités pour y diriger les courants. On peut même, pour mieux localiser le courant, c'est-à-dire le faire parvenir directement aux portions mêmes du corps sur lesquelles on veut qu'il agisse, introduire des aiguilles en acier ou en platine dans l'épaisseur des muscles et faire passer le courant entre deux aiguilles placées à une certaine distance l'une de l'autre, soit dans le même muscle, soit dans le même membre, soit enfin entre deux points quelconques, entre lesquels on veut qu'il circule. Malgré quelques légers inconvénients auxquels, avec des soins et de l'adresse, il n'est pas difficile de parer, ce procédé d'électro-puncture a bien des avantages, et en particulier celui de localiser très-bien l'action des courants et de réveiller beaucoup mieux la contraction musculaire dans les muscles qui en sont privés. A défaut de ce moyen, qui d'ailleurs n'est pas toujours applicable, on se sert d'éponges imbibées d'un liquide conducteur qui est en général de l'eau salée. Deux éponges ainsi humectées sont logées chacune dans un godet métallique placé à l'extrémité des fils conducteurs et en communication avec eux. Ces deux godets métalliques sont supportés par des tiges isolantes destinées à être tenues entre les mains de l'opérateur; on fait usage des éponges comme des aiguilles dans l'électro-puncture, pour faire passer le courant dans la direction voulue. L'emploi des éponges est très-précieux en ce qu'il localise parfaitement le courant, et il a rendu de très-grands services entre les mains de M. Duchenne. On fait usage de pinceaux ou brosses métalliques quand on veut agir énergiquement sur la peau en produisant l'électrisation cutanée. L'application de l'électricité par bains, soit locaux, soit entiers, paraît devoir être susceptible de rendre d'assez grands services en agissant comme un puissant stimulant dans des cas de débilité profonde, d'anémie portée à un haut degré, etc.