

pile un courant capable de faire dévier l'aiguille du galvanomètre. Quant à la graduation de ce dernier instrument, nous l'avons déjà fait connaître (709), ainsi que les importantes applications que Melloni a faites de son thermo-multiplicateur à l'étude du pouvoir diathermane des corps (389 à 399) et à la polarisation de la chaleur (582).

Pour employer le thermo-multiplicateur à la mesure des températures, on doit d'abord déterminer la relation qu'a la déviation de l'aiguille, et par suite l'intensité du courant, avec la différence des températures des soudures. Cela fait, la température des soudures non exposées à la source de chaleur une fois connue, la déviation donne celle des autres soudures, et par conséquent la température de la source.

* CHAPITRE IX.

INTENSITÉ, CONDUCTIBILITÉ ET VITESSE DES COURANTS; COURANTS DÉRIVÉS.

777. **Rhéostat.** — Le *rhéostat* sert à augmenter ou à diminuer la longueur du circuit que parcourt un courant, de manière à lui

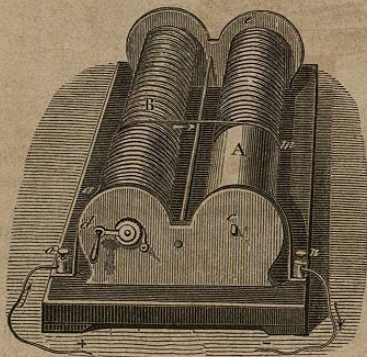


Fig. 654.

faire produire sur le galvanomètre une déviation déterminée. Cet appareil, dû à M. Wheatstone, se compose de deux cylindres parallèles, l'un A, de laiton, l'autre B, de bois (fig. 654). Ce dernier porte, dans toute sa longueur, une rainure en hélice, et se termine, à l'extrémité *a*, par un anneau de cuivre auquel est fixée l'extrémité d'un fil fin de laiton. Ce fil, qui a 40 mètres de long, s'enroule plus ou moins dans la rainure, passe sur le cylindre A, et, après un grand nombre de tours sur ce cylindre, va se fixer à son extrémité *e*. Enfin, deux vis de pression *n* et *o*, qui maintiennent fixes les conducteurs du courant qu'on veut observer, communiquent par deux lames d'acier, l'une avec le cylindre de cuivre A, l'autre avec l'anneau *a*.

Lorsqu'un courant entre en *o*, il traverse seulement la portion de fil enroulée sur le cylindre B, où les spires sont isolées par la rainure; puis une fois arrivé sur le cylindre A, qui est métallique et en contact avec le fil, le courant passe directement de *m* en *n*. Par conséquent, si l'on veut augmenter la longueur du circuit, il suffit de tourner la manivelle *d* de droite à gauche. Si, au contraire, on veut la diminuer, on pose la manivelle sur l'axe *c*, et tournant alors de gauche à droite, on enroule le fil sur le cylindre A. On peut donc ainsi diminuer ou augmenter à volonté l'intensité du courant, car on verra bientôt (779) que cette intensité est en raison inverse de la longueur du circuit. Quant à celle-ci, elle est donnée, en mètres et en centimètres, par deux aiguilles que font mouvoir, sur l'extrémité de l'appareil non visible dans le dessin, les cylindres A et B, lorsqu'ils tournent ensemble.

778. **Boussole des sinus.** — La *boussole des sinus* est un galva-

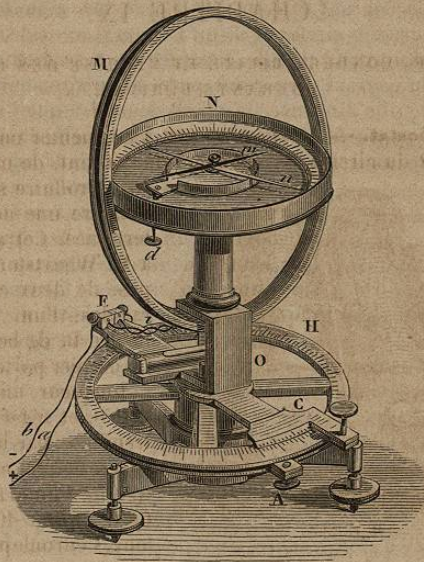


Fig. 655.

nomètre destiné à mesurer les courants intenses, mais au moyen duquel on est dispensé d'avoir recours à une table de graduation (709). Cet appareil, dû à M. Pouillet, diffère du galvanomètre déjà décrit, en ce que le fil de cuivre dans lequel passe le courant ne

fait autour de l'aiguille aimantée qu'un très-petit nombre de tours, même quelquefois un seul. Au centre d'un cercle horizontal N (fig. 655) est une aiguille aimantée m ; une deuxième aiguille n , de cuivre argenté, et mobile avec la première, à laquelle elle est fixée, sert à repérer l'aiguille m sur le cercle gradué N. Un cercle de cuivre M est disposé perpendiculairement au cercle horizontal. C'est sur ce cercle M que s'enroule le fil de cuivre dans lequel passe le courant. Les deux bouts de ce fil, représentés en i , viennent se terminer à une pièce E, à laquelle aboutissent deux fils de cuivre a et b , en communication avec la source électrique dont on veut mesurer le courant. Enfin, le cercle N et le cercle M sont portés sur un pied O, qui peut tourner autour de l'axe vertical passant par le centre d'un cercle horizontal fixe H.

Le circuit galvanométrique M étant dirigé dans le méridien magnétique, et par conséquent dans le même plan que l'aiguille, on fait passer le courant dans les fils a et b . Les aiguilles étant déviées, on tourne le circuit M jusqu'à ce qu'il coïncide avec le plan vertical passant par l'aiguille aimantée m . A ce moment, l'action directrice du courant s'exerçant perpendiculairement à la direction de l'aiguille aimantée, le calcul démontre que l'intensité du courant est proportionnelle au sinus de l'angle de déviation de cette aiguille, angle qui se mesure sur le cercle H, au moyen d'un

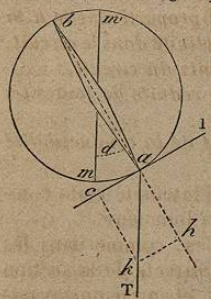


Fig. 656.

vernier que porte la pièce C. C'est cette pièce qui, fixée au pied O, sert à le faire tourner, au moyen d'un bouton A auquel elle est liée. L'angle de déviation connu, et par suite son sinus, on en déduit l'intensité du courant, puisqu'on vient de dire que cette intensité est proportionnelle au sinus.

Pour démontrer que l'intensité du courant est proportionnelle au sinus de l'angle de déviation, soient mm' (fig. 656) la direction du méridien magnétique, d l'angle de déviation, I l'intensité du courant, et T la force directrice de la terre. Si l'on représente par ak la direction et l'intensité de cette dernière force, on peut la remplacer par les deux composantes ah et ac (29). Or, la première n'ayant aucune action directrice

sur l'aiguille, c'est la composante ac qui fait seule équilibre à la force I ; il faut donc qu'on ait $I = ac$. Mais le triangle rectangle ack donne $ac = ak \cos cak$, ou $ac = T \sin d$, l'angle cak étant le complément de l'angle d , et ak égal à T ; donc enfin $I = T \sin d$: ce qu'il fallait démontrer.

On a aussi construit une espèce de rhéomètre, connu sous le nom de *boussole des tangentes*, parce que l'intensité du courant y est proportionnelle à la tangente de l'angle de déviation.

779. **Lois de Ohm sur l'intensité des courants.** — On appelle

courants de même intensité, ceux qui, dans les mêmes conditions, produisent la même déviation sur la même aiguille aimantée. Un grand nombre de physiciens, et particulièrement MM. Ohm, Fechner, Lenz, Jacobi, Pouillet, Faraday de La Rive et Magnus, ont cherché à comparer, sous le point de vue de leur intensité, les courants électriques provenant de diverses sources. Ces recherches, qui ont été faites au moyen du galvanomètre, de la boussole des sinus, de celle des tangentes, du rhéostat, et même du voltamètre (696), ont conduit aux mêmes lois pour les courants thermo-électriques et pour les courants hydro-électriques. Seulement, pour les premiers, on néglige l'influence conductrice de la pile, parce qu'étant métallique et de petite dimension, sa résistance est négligeable; mais il n'en est plus ainsi pour les courants hydro-électriques. Dans ce cas, il faut tenir compte de la résistance de la pile, ce que M. Pouillet fait en ajoutant à la longueur du fil intermédiaire la longueur du fil qui, par sa résistance, produirait sur le courant la même diminution d'intensité que produit la pile elle-même par sa faible conductibilité. Le circuit total entièrement métallique, qu'on suppose alors parcouru par le courant, est ce que M. Pouillet a nommé le *courant réduit*.

Or, voici les différentes lois que présentent les courants électriques, quelle que soit la source qui leur donne naissance :

1^o *L'intensité d'un courant est directement proportionnelle à la somme des forces électro-motrices qui sont en activité dans le circuit.*

2^o *L'intensité est la même dans tous les points du circuit.*

3^o *Elle est en raison inverse de la longueur réduite de toutes les parties du circuit.*

4^o *Elle est en raison directe de la section et de la conductibilité du fil qui transmet le courant.*

Il découle des deux dernières lois, que l'intensité reste constante quand la section du fil varie comme sa longueur.

M. Pouillet a trouvé que, dans les liquides, comme dans les solides, l'intensité du courant est en raison directe de la section de la colonne liquide que traverse le courant, et en raison inverse de sa longueur, pourvu que celle-ci égale au moins cinq ou six fois le diamètre de la section.

Les lois qui précèdent sont connues sous le nom de *lois de Ohm*, parce que c'est ce savant qui, le premier, les a fait connaître en 1827. Elles ont été trouvées par des considérations théoriques, mais MM. Fechner, Lenz, Jacobi, et plus tard M. Pouillet, les ont vérifiées par l'expérience.

En représentant par E la somme totale des forces électromotrices en activité dans la pile, par R la somme totale des résistances que rencontre l'électricité

pour se propager, et par I l'intensité du courant, Ohm est arrivé à l'expression $I = \frac{E}{R}$.

Cette formule, qui comprend la première et la troisième loi ci-dessus, est générale, que le circuit qui réunit les deux pôles soit homogène ou non.

Si l'on représente par L la longueur du fil métallique qui réunit les pôles, par r la longueur du fil qui peut remplacer la résistance de la pile, ou la longueur réduite de celle-ci, la formule devient $I = \frac{E}{L+r}$.

Dans les piles thermo-électriques, où l'on peut négliger la résistance de la pile, toutes les pièces en étant métalliques et d'une très-faible longueur, la formule se réduit à $I = \frac{E}{L}$; c'est-à-dire que l'intensité du courant est simplement en raison inverse de la longueur du fil conjonctif.

Dans le cas de n couples égaux, associés en batterie, en appelant E la force électromotrice d'un seul couple, et r sa résistance, Ohm admet qu'on a $I = \frac{nE}{L+nr}$,

formule qui peut s'écrire $I = \frac{E}{\frac{L}{n}+r}$. Si le nombre n de couples est très-grand,

et L très-petit, on peut négliger la fraction $\frac{L}{n}$, et la formule se réduit à $I = \frac{E}{r}$, c'est-à-dire que l'intensité est la même que pour un seul couple.

780. Conductibilité pour les courants hydro-électriques. — Le pouvoir conducteur des corps, pour les courants hydro-électriques, varie avec l'énergie des courants et avec les divers conducteurs que ceux-ci ont déjà traversés. M. de La Rive a reconnu, en effet, que les courants traversent d'autant plus facilement les plaques métalliques et les liquides, qu'ils en ont déjà traversé un plus grand nombre; propriété analogue à celle qu'on observe dans les pouvoirs diathermanes (394).

A l'aide du voltamètre (696), Davy a trouvé que la conductibilité d'un même métal est proportionnelle à la section du fil et en raison inverse de sa longueur. M. Becquerel a vérifié l'exactitude de cette loi au moyen d'un galvanomètre à deux fils. Quant à la conductibilité électrique des métaux différents, M. Ed. Becquerel a trouvé qu'à zéro, leurs pouvoirs conducteurs relatifs peuvent être représentés par les nombres suivants : argent recuit, 100; cuivre recuit, 91,5; or recuit, 64,9; zinc, 24; étain, 14; fer, 12,3; plomb, 8,9; platine, 7,9; mercure, 1,739.

En comparant entre eux les pouvoirs conducteurs des divers liquides, et en prenant pour unité celui de l'eau distillée, M. Pouillet est arrivé aux résultats suivants : eau contenant $\frac{1}{20000}$ d'acide azotique, 6; eau saturée de sulfate de zinc, 167; eau saturée de sulfate de cuivre, 400. Quant au rapport entre la conductibilité des métaux et celle des liquides, cette dernière est immensément plus

faible; car, d'après le même savant, le cuivre conduit 16 millions de fois plus que la dissolution saturée de sulfate de cuivre, ce qui revient à 6 milliards 400 millions de fois plus que l'eau distillée.

Enfin, on a observé que l'élevation de température augmente le pouvoir conducteur des liquides, tandis que c'est l'effet contraire qui a lieu pour les métaux.

La conductibilité des liquides composés a été considérée jusqu'ici, par la plupart des physiciens, comme une conductibilité purement électrolytique, c'est-à-dire due à la décomposition chimique (695). Cependant M. Faraday, en faisant connaître sa loi générale des décompositions électrolytiques (697), avait annoncé lui-même qu'elle comporterait quelques restrictions dans le cas où les liquides seraient capables de conduire l'électricité sans subir de décomposition.

La conductibilité purement électrolytique a surtout été soutenue par M. Buff; mais M. Foucault a démontré récemment, par des expériences délicates, que les liquides possèdent aussi une conductibilité propre, ou *conductibilité physique*, à la manière des métaux; seulement cette dernière est beaucoup plus faible que la conductibilité électrolytique, mais peut cependant avoir une influence sensible sur les effets chimiques des courants et sur la loi de M. Faraday.

781. Vitesse de l'électricité. — De nombreuses tentatives ont été faites pour déterminer la vitesse de propagation de l'électricité dans des fils métalliques. En 1834, M. Wheatstone fit usage d'un miroir tournant semblable à celui déjà décrit en parlant de la vitesse de la lumière (fig. 288, p. 400). D'après le retard qu'éprouvait, dans un temps donné, l'image de l'étincelle produite par une bouteille de Leyde, lorsque l'électricité passait dans un long fil, M. Wheatstone trouva que l'électricité, dans un fil de laiton de 2 millimètres de diamètre, se propageait avec une vitesse de 460 000 kilomètres par seconde, vitesse qui correspond à une fois et demie celle de la lumière. M. Walker, en Amérique, ayant fait, en 1840, des recherches sur le même sujet, au moyen de signaux transmis par les fils de télégraphes électriques, trouva que la vitesse de l'électricité était de 30 000 kilomètres par seconde, nombre 15 fois plus petit que le précédent.

En 1850, MM. Fizeau et Gouelle, en expérimentant sur les fils télégraphiques de Paris à Amiens et à Rouen, sont arrivés aux résultats suivants :

1° Dans un fil de fer dont le diamètre est de 4 millimètres et demi, l'électricité se propage avec une vitesse de 101 700 kilomètres par seconde.

2° Dans un fil de cuivre d'un diamètre de 2 millimètres et demi, la vitesse est de 177 700 kilomètres.

3° Les deux électricités se propagent avec la même vitesse.

4° Le nombre et la nature des éléments dont la pile est formée, et, par conséquent, la tension de l'électricité et l'intensité du courant, n'ont pas d'influence sur la vitesse de propagation.

5° Dans les conducteurs de nature différente, les vitesses ne sont pas proportionnelles aux conductibilités électriques.

Dans des expériences faites entre les observatoires de Greenwich et d'Édimbourg, avec des fils de cuivre, on a trouvé 12 200 kilomètres pour la vitesse de l'électricité; et, entre les observatoires de Greenwich et de Bruxelles, à l'aide d'un fil sous-marin, on a trouvé seulement 4 300 kilomètres; mais, dans ce dernier cas, le fil de cuivre, recouvert de gutta-percha, était en grande partie plongé dans la mer. M. Faraday a fait voir que cette énorme différence est due à l'action par influence que le fil exerce au travers de la gutta-percha sur le liquide dans lequel il est plongé (762). Ce sont donc les nombres de MM. Fizeau et Gouelle qui paraissent représenter avec plus de fidélité la vitesse de l'électricité dans les fils métalliques.

782. **Courants dérivés, lois de la dérivation.** — Soit le courant d'une pile, d'un élément de Bunsen, par exemple, parcourant un

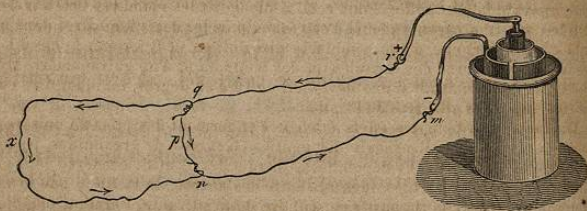


Fig. 657.

fil de cuivre $rqpnm$ (fig. 657); et considérons le cas où l'on réunit deux points quelconques n et q de ce circuit par un second fil nqx . Le courant de la pile, se bifurquant alors au point q , se partage en deux autres, l'un qui continue à se propager dans le sens qpm , et l'autre qui prend la direction qxm .

Les deux points q et n , d'où part et où aboutit le second conducteur, ont reçu le nom de *points de dérivation*, l'intervalle qn qui les sépare, celui de *distance de dérivation*, et le fil qnx , celui de *fil de dérivation*. Le courant qui parcourt le fil qxm se nomme le *courant dérivé*; le courant qui parcourait le circuit $rqpnm$ avant la dérivation est le *courant primitif*; celui qui traverse le même

conducteur après la dérivation, est le *courant partiel*; et enfin on appelle *courant principal*, la totalité du nouveau courant qui parcourt tout l'ensemble du circuit quand on a ajouté le fil de dérivation.

M. Pouillet, qui a fait de nombreuses recherches sur les courants dérivés, est arrivé à ces lois, que *l'intensité du courant dérivé est directement proportionnelle à l'intensité du courant primitif et à l'intervalle de dérivation, mais en raison inverse de la section du fil dans cet intervalle, et aussi en raison inverse de la conductibilité du même fil.*

* CHAPITRE X.

ÉLECTRICITÉ ANIMALE; APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ A LA THÉRAPEUTIQUE.

783. **Courant propre des animaux.** — On a déjà vu que l'électricité animale a été un sujet de vive discussion entre les physiologistes et les physiciens (663 et 664). Depuis Galvani, de nombreuses recherches ont été faites sur cette matière, notamment par Aldini, Humboldt, Lehot, Nobili, Marianini et Matteucci.

Nobili, le premier, a observé avec le galvanomètre, dans des grenouilles préparées comme celle de Galvani (fig. 325, page 632), un courant qu'il a nommé *courant propre* de la grenouille. Pour cela, il plongeait les membres cruraux de la grenouille dans une capsule pleine d'eau salée, puis les nerfs lombaires dans une seconde capsule remplie d'une semblable dissolution, et il fermait le circuit en plongeant dans chacune des capsules un des bouts du fil d'un galvanomètre très-sensible. Or, il obtenait ainsi une déviation de 10 à 30 degrés, indiquant un courant dirigé des pieds à la tête de l'animal.

M. Matteucci a obtenu des effets analogues en formant des piles de cuisses de grenouilles. Pour cela, il prenait des moitiés de cuisses de grenouilles, les plus rapprochées de la jambe, et dépoignées, auxquelles il avait conservé leur nerf lombaire, et il les disposait les unes à la suite des autres, de manière que le nerf de chacune s'appuyât sur la partie musculaire de la suivante. Fermant ensuite le circuit avec le fil d'un galvanomètre, M. Matteucci a obtenu, avec huit moitiés de cuisses, une déviation de 12 degrés.

Le même physicien a aussi formé des piles de cuisses de grenouilles en enlevant le nerf lombaire et en faisant toucher l'intérieur du muscle de chaque cuisse à la surface externe de la cuisse suivante. Toujours il a observé, dans les muscles de ces animaux, vivants ou récemment tués, un courant, quand le circuit est fermé, allant de l'intérieur du muscle à sa surface. M. Matteucci désigne ce courant sous le nom de *courant musculaire*, qu'il distingue du *courant propre* de la grenouille. Dans celle-ci, il a toujours rencontré en même temps les deux courants, tandis que, dans les autres animaux, il n'a jamais observé que le courant musculaire.

M. du Bois-Reymond a fait connaître récemment de nouvelles recherches sur les courants musculaires dans l'homme. Dans ces expériences, il a fallu, vu la grande résistance du corps humain, faire usage d'un galvanomètre à 24 000 tours. M. du Bois-Reymond a constaté qu'en faisant communiquer les deux bouts du

fil galvanométrique avec deux points symétriques du corps, par exemple avec les deux mains ou les deux pieds, le galvanomètre donne d'abord des indications très irrégulières; mais bientôt il se produit un courant dont la direction demeure constante lorsqu'on répète plusieurs fois l'expérience, même à des intervalles éloignés. Ce courant n'a pas la même intensité chez des individus différents; il peut même changer de direction chez un même sujet, mais seulement à des époques éloignées, car il persiste quelquefois avec une direction constante pendant plusieurs mois.

784. Poissons électriques. — On nomme *poissons électriques*, des poissons qui possèdent la propriété remarquable, lorsqu'on les irrite, de faire ressentir à ceux qui les touchent des commotions comparables à celles de la bouteille de Leyde. Il existe plusieurs espèces de poissons électriques, dont les plus connus sont la torpille, le gymnote et le silure. La torpille, qui est très-commune dans la Méditerranée, a été étudiée avec beaucoup de soin par MM. Becquerel et Breschet, en France, et par M. Matteucci, en Italie. Le gymnote l'a été par de Humboldt et Bonpland, dans l'Amérique du Sud, et par M. Faraday, en Angleterre, ce physicien s'en étant procuré de vivants.

La commotion que donnent les poissons électriques leur sert d'arme offensive et défensive; elle est toute volontaire de leur part, et s'affaiblit graduellement à mesure qu'elle se renouvelle et que ces animaux perdent de leur vitalité, car l'action électrique détermine promptement en eux un épuisement considérable.

Cette commotion est très-violente. D'après M. Faraday, la commotion donnée par le gymnote équivaut à celle d'une batterie électrique de 15 bocaux, dont la surface totale des armatures serait de deux mètres carrés et un quart; ce qui explique comment des chevaux succombent quelquefois sous les décharges répétées des gymnotes.

Plusieurs expériences prouvent que les commotions ont bien pour cause l'électricité ordinaire. En effet, si, touchant d'une main le dos de l'animal, on touche le ventre avec l'autre main ou avec une tige métallique, on ressent une violente commotion dans les poignets et dans les bras, tandis que, si l'on touche avec un corps isolant, il n'y a pas de commotion. De plus, quand on fait communiquer les deux bouts du fil du galvanomètre, l'un avec le dos de l'animal, l'autre avec le ventre, à chaque décharge, l'aiguille est déviée et revient immédiatement au zéro, ce qui montre qu'il y a courant instantané; de plus, le sens de la déviation indique que le courant va du dos au ventre du poisson. Enfin, si l'on fait passer le courant d'une torpille dans une hélice au centre de laquelle est un petit barreau d'acier, celui-ci est aimanté par le passage de la décharge.

Au moyen du galvanomètre, M. Matteucci a constaté les faits suivants :

1° Quand une torpille est vivace, elle peut donner la commotion par un point quelconque de son corps; mais à mesure que la vitalité de l'animal s'épuise, les points d'où il peut donner la commotion se rapprochent de plus en plus de l'organe qui sert de siège au développement de l'électricité.

2° Un point quelconque du dos est toujours positif par rapport au point correspondant du ventre.

3° De deux points du dos inégalement éloignés de l'organe électrique, le plus rapproché joue toujours le rôle de pôle positif, et le plus éloigné celui de pôle négatif. C'est l'inverse qui a lieu pour les points du ventre.

Quant à l'organe où l'électricité prend naissance dans la torpille, il est double et formé de deux parties symétriques situées des deux côtés de la tête, et s'attachant aux os du crâne par leur face interne. Ces deux parties se réunissent entre elles en avant des os du nez, mais sont séparées de la peau par une forte aponévrose. D'après M. Matteucci, chacun de ces organes est formé d'un nombre assez considérable de petites masses prismatiques placées les unes à côté des autres, et allant de la face externe à la face interne, de manière que leur section perpendiculaire aux arêtes des prismes offre l'aspect des alvéoles d'un rayon de

miel. Ces prismes, perpendiculairement à leurs arêtes, sont divisés par une suite de diaphragmes, formant une série de petites vésicules identiques entre elles et remplies de 9 parties d'eau pour 1 d'albumine et d'un peu de sel marin.

M. Matteucci, s'appuyant sur l'expérience suivante, regarde chacune de ces vésicules comme l'organe élémentaire de l'appareil électrique. Il enlève de l'appareil d'une torpille vivante une masse de ces vésicules de la grosseur de la tête d'une forte épingle, et la met en contact avec les nerfs d'une grenouille morte, préparée à la manière de Galvani. Or, il observe que, lorsqu'il excite cette masse en la piquant avec une pointe, des contractions se manifestent dans la grenouille.

M. Matteucci a, en outre, cherché l'influence du cerveau sur la décharge. Pour cela, il a mis à nu le cerveau d'une torpille vivante, et il a observé que les trois premiers lobes peuvent être irrités sans que la décharge se produise, et que, s'ils sont enlevés, l'animal possède encore la faculté de donner la commotion. Le quatrième lobe, au contraire, ne peut être irrité sans qu'aussitôt la décharge se manifeste; mais s'il est enlevé, tout dégagement d'électricité disparaît, même si les autres lobes restent intacts. On est donc conduit à admettre que la source première de l'électricité élaborée serait le quatrième lobe, d'où elle serait transmise, par l'intermédiaire des nerfs, aux deux organes décrits ci-dessus, lesquels agiraient comme multiplicateurs. Dans le silure, c'est aussi le cerveau qui paraît être le point de départ de l'électricité; mais dans le gymnote, ce point se trouve placé dans la queue.

C'est en se fondant sur la quantité considérable d'électricité dégagée dans l'économie de certains poissons, que les physiciens ont cherché si une semblable élaboration d'électricité n'a pas lieu dans les autres animaux, non plus en quantité suffisante pour donner des commotions comparables à celles de la bouteille de Leyde, mais assez pour produire des actions lentes, et servir à des fonctions essentielles à la vie, comme les sécrétions, la digestion, etc.

785. Application de l'électricité à la thérapeutique. — Les premières applications de l'électricité à la médecine remontent à la découverte de la bouteille de Leyde. Nollet et Boze paraissent être les premiers physiciens qui pensèrent à l'application de l'électricité, et bientôt la piqûre et les frictions électriques devinrent une panacée universelle; mais, il faut en convenir, les premiers essais ne répondirent pas aux espérances des expérimentateurs.

Aussitôt après la découverte de l'électricité dynamique, Galvani en proposa l'application à la médecine; depuis, un grand nombre de physiciens et de physiologistes se sont occupés de cette question, et cependant il règne encore aujourd'hui une grande incertitude sur les effets réels de l'électricité, sur les cas où l'on doit l'appliquer, et enfin sur le meilleur mode d'application. Toutefois les praticiens sont d'accord pour préférer l'usage des courants à celui de l'électricité statique, et, sauf un petit nombre de cas, les courants interrompus aux courants continus. Enfin, il y a encore un choix à faire entre les courants de la pile et les courants d'induction; de plus, les effets de ceux-ci ne sont pas les mêmes, suivant qu'on fait usage de courants d'induction du premier ou du deuxième ordre (732).

En effet, les courants d'induction, quoique très-intenses, ayant une action chimique très-faible, il en résulte que lorsqu'ils traversent les organes, ils n'y produisent pas les effets chimiques des courants de la pile, et, par suite, ne tendent pas à y produire la même désorganisation. De plus, pour l'électrisation des muscles de la face, les courants d'induction doivent être préférés, car le Dr Duchenne, qui a fait de nombreuses recherches sur les applications médicales de l'électricité, a constaté que ces courants n'agissent que très-faiblement sur la rétine, tandis que les courants de la pile agissent très-vivement sur cet organe et peuvent l'affecter dangereusement, comme de fâcheux accidents l'ont prouvé. Quant aux courants induits de différents ordres, d'après le docteur Duchenne, tandis que le courant induit du premier ordre détermine des contractions musculaires

vives, mais a peu d'effet sur la sensibilité cutanée, le courant induit du deuxième ordre, au contraire, exalte la sensibilité cutanée, à tel point qu'on doit en proscrire l'emploi chez les personnes dont la peau est très-irritable.

De ce qui précède, il faut conclure qu'on ne doit appliquer les courants à la thérapeutique qu'avec une connaissance approfondie de leurs différentes propriétés. De plus, on ne doit s'en servir qu'avec beaucoup de prudence, car leur action trop prolongée peut amener des accidents graves. M. Matteucci, dans ses Leçons sur les phénomènes physiques des corps vivants, s'exprime ainsi : « Il faut toujours commencer par employer un courant très-faible. Cette précaution me semble aujourd'hui plus importante que je ne l'avais cru avant d'avoir vu un paralytique être pris de convulsions vraiment tétaniques sous l'action d'un courant fourni par un seul élément. Ayez soin de ne jamais trop en prolonger le passage, surtout si le courant est énergique. Appliquez le courant interrompu plutôt que le courant continu; mais, après vingt ou trente secousses au plus, laissez prendre au malade quelques instants de repos. »

On a imaginé de nombreux appareils pour appliquer à la thérapeutique les courants interrompus, obtenus soit par l'induction des courants, soit par l'induction des aimants, soit par la pile même. Le premier appareil paraît avoir été construit à Paris par le docteur Rognetta, Italien. Depuis, MM. Masson, Dujardin, Glönsner, Breton, Duchenne, Ruhmkorff, etc., ont fait connaître différents appareils de ce genre. Nous décrirons trois de ces appareils : deux qui sont dus au docteur Duchenne, et dont, l'un le courant induit du premier ordre, l'autre le courant induit du premier ou du deuxième ordre, à volonté; le troisième appareil inventé par M. Pulvermacher, donne le courant ordinaire de la pile, mais interrompu et avec une grande tension.

786. Appareil électro-voltaïque du docteur Duchenne. — Cet appareil se compose d'une bobine à deux fils, analogue à celle déjà décrite en parlant des courants d'induction (743), et enfermée dans un étui de laiton V (fig. 658). Cette bobine est fixée sur une boîte de bois dans laquelle sont deux tiroirs. Le premier contient une boussole faisant l'office de galvanomètre, et servant à mesurer l'intensité du courant inducteur par la déviation qu'il imprime à l'aiguille. Le second renferme une pile à charbon disposée de manière à présenter le plus petit volume possible. L'élément zinc Z a lui-même la forme d'un petit tiroir dans lequel se trouvent une solution de sel marin et une plaque rectangulaire de charbon de coke bien calciné, comme celui de la pile de Bunsen. Dans la partie centrale du charbon est une petite cavité O où l'on verse une faible quantité d'acide azotique qui est absorbée. Deux petites lames de cuivre L et N communiquent, la première avec le zinc, et représente le pôle négatif; la seconde avec le charbon, et représente le pôle positif. Quand les tiroirs sont fermés, les pôles L et N sont en contact avec les bouts inférieurs des boutons de cuivre E et C; de ces derniers partent deux fils de cuivre EF et CB qui conduisent le courant aux pièces H et G, dont la première est mobile. Quand elle est abaissée, le courant passe; mais si elle est relevée, comme le montre le dessin, le courant est interrompu.

Le courant induit ne prenant naissance qu'au moment où le courant inducteur commence ou finit, il importe que ce dernier éprouve des intermittences continues. Dans l'appareil du docteur Duchenne, ces intermittences peuvent être rapides ou lentes, à volonté. Pour les intermittences rapides, le courant passe dans une pièce A de fer doux, qui oscille très-vite sous l'influence d'un faisceau de fils de fer doux placé dans l'axe de la bobine, et s'aimantant temporairement quand le courant passe. C'est cette pièce A qui, dans son mouvement de va-et-vient, interrompt et rétablit le courant inducteur, et par suite fait naître le courant induit.

Pour les intermittences lentes, on fixe la pièce oscillante au moyen d'une petite tige *a*, puis, au lieu de faire passer le courant par la pièce A, on le fait passer par une lame élastique K et par les dents d'une roue de bois D, qui sont de métal et en communication avec le pied I et le bouton C. En tournant la manivelle M, le

courant s'interrompt toutes les fois que la lame K cesse de toucher une dent; et comme il y a quatre dents, il y a quatre intermittences par révolution, ce qui permet, en tournant plus ou moins vite, de varier à volonté le nombre des intermittences, et, par suite, des commotions, dans un temps donné.

Pour transmettre les commotions, on fait arriver les bouts du fil induit à deux boutons Pet Q, sur lesquels on fixe deux longs fils de cuivre recouverts de soie et terminés par deux excitateurs à manche de verre T, T. Ce sont ces excitateurs qu'on applique sur les organes pour faire passer le courant dans telle partie du corps qu'on veut

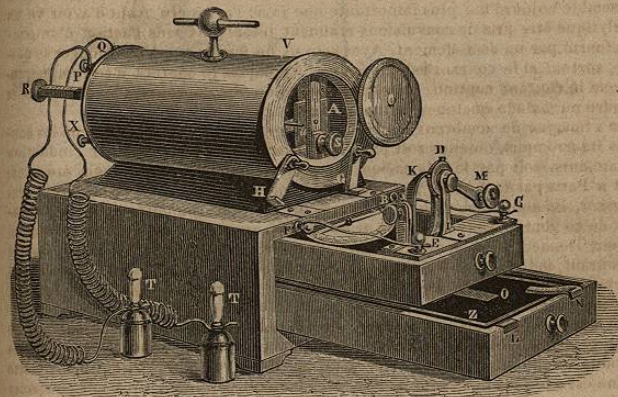


Fig. 658 (h = 33).

Enfin, l'appareil porte un *graduateur* destiné à faire varier l'intensité du courant. Ce graduateur consiste en un cylindre de cuivre rouge qui enveloppe la bobine, et qui peut se tirer plus ou moins, comme un tiroir, à l'aide d'une tige graduée R. Le maximum d'intensité a lieu quand le graduateur est tiré de manière à découvrir tout à fait la bobine, et le minimum quand il la recouvre. Cette influence du cylindre-enveloppe, observée par M. Dore et par M. Duchenne, s'explique par des courants d'induction qui se produisent dans sa masse.

787. Appareil électro-magnétique du docteur Duchenne. — M. Duchenne emploie aussi, dans sa pratique, un second appareil dans lequel il ne fait plus usage de la pile, mais de l'action inductrice d'un fort aimant, pour développer le courant, ainsi que cela a lieu dans l'appareil de Clarke (734). L'aimant KK (fig. 659) est à deux branches, réunies à leurs extrémités postérieures par une armature de fer doux; devant leurs extrémités antérieures est une armature C, aussi de fer doux, libre de tourner sur un axe horizontal auquel le mouvement est transmis à l'aide d'un pignon O, d'une grande roue A, d'une chaîne à la Vaucanson et d'une manivelle M.

Sur les deux branches des aimants s'enroule un fil de cuivre recouvert de soie, destiné à recevoir l'induction des aimants; puis, sur le premier fil, un second EE, destiné à recevoir le courant induit du deuxième ordre.

Lorsqu'on imprime à la plaque C un mouvement de rotation plus ou moins rapide, cette pièce, s'aimantant à chaque passage devant les pôles de l'aimant KK, exerce dans ceux-ci, sur la distribution du magnétisme, une réaction qui fait naître dans le premier fil un courant d'induction du premier ordre, tandis que celui-ci développe en même temps, dans le fil EE, un courant induit du deuxième

ordre. Ces courants peuvent se recueillir à part, à l'aide d'un système de pièces P ou Q, qui sont doubles chacune, mais dont, pour chaque système, une seule est visible sur le dessin. Le courant se rend ensuite, par des fils de cuivre en-

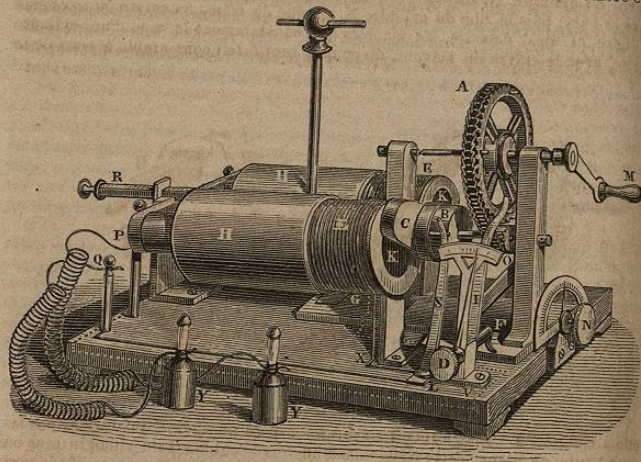


Fig. 659 (h=36).

roulés en hélice, sur deux excitateurs Y, Y, qu'on tient à la main par deux manches de verre, et qu'on porte à volonté sur les parties malades, pour y faire passer le courant. Quant aux intermittences nécessaires à la formation des courants induits, elles s'obtiennent à l'aide d'un commutateur B, analogue à celui de l'appareil de Clarke, et à l'aide d'une suite de pièces S, I, D, F, dans le détail desquelles il est inutile d'entrer.

Enfin, on règle l'intensité des commotions au moyen d'un bouton à vis N, qui sert à rapprocher ou à écarter des aimants la pièce C. Mais le principal régulateur se compose de deux cylindres de cuivre rouge H, H, qui enveloppent les bobines, et peuvent en recouvrir une partie plus ou moins grande, d'après le tirage qu'on imprime à un tiroir R, auquel ils sont fixés. Les commotions atteignent leur minimum d'intensité lorsque les cylindres recouvrent en entier les bobines, le maximum quand celles-ci sont entièrement découvertes, phénomènes qui s'expliquent par les courants d'induction qui se développent dans la masse des cylindres.

Ne pouvant décrire ici les effets thérapeutiques de ces appareils, nous bornerons à dire que leur efficacité a été constatée surtout dans les paralysies, et plus particulièrement dans les paralysies saturnines; pour plus de détails, nous renvoyons le lecteur au grand ouvrage qu'a publié M. le docteur Duchenne, sous le titre : *De l'électrisation localisée, et de son application à la physiologie, à la pathologie et à la thérapeutique.*

738. **Chaîne galvanique de M. Pulvermacher.** — M. Pulvermacher a imaginé, il y a quelques années, une nouvelle pile, remarquable par sa grande tension et par la facilité avec laquelle on la fait fonctionner. Cette pile, qui a beaucoup de rapport avec la pile à colonne (666), est représentée dans la figure 660, au moment où l'on reçoit la commotion. La figure 661 en représente les détails. Elle se compose d'une suite de petits cylindres de bois M et N, sur lesquels

s'enroulent, l'un à côté de l'autre, sans se toucher, un fil de zinc et un fil de cuivre. A chacun de ses bouts, le fil de zinc *ab* du cylindre M s'articule au fil de cuivre du cylindre N, au moyen de deux petits crochets de cuivre implantés dans le bois; puis le zinc du cylindre N se relie de même au cuivre du troisième cylindre, et ainsi de suite, de manière que constamment le zinc d'un cylindre forme, avec le cuivre du suivant, un couple tout à fait comparable à ceux de la

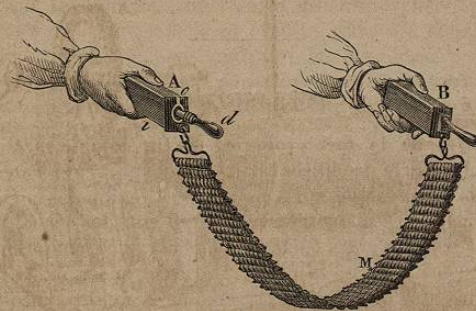


Fig. 660.

pile à colonne. Le tout formant ainsi une espèce de chaîne qu'on tient par les deux bouts, on plonge cette chaîne dans un verre contenant du vinaigre plus ou moins étendu d'eau. Les petits cylindres de bois, qui sont poreux, s'imbibant alors du liquide, font l'office des rondelles acidulées de la pile à colonne, et l'action chimique qui se produit entre le zinc et l'acide acétique donne naissance à un courant d'autant plus intense, que les couples sont plus nombreux. Avec une chaîne de 120 couples, on reçoit de très-fortes secousses.

Pour interrompre le courant, ce qui est nécessaire pour les commotions, M. Pulvermacher fait usage de deux armatures A et B (fig. 660), auxquelles sont fixés les deux pôles de la pile M. L'armature B ne sert qu'à mieux établir le contact avec la main; mais l'armature A, qui a le même usage, sert en outre à l'interruption du courant. Pour cela, elle contient un petit mouvement d'horlogerie qui fait osciller une pièce métallique, de

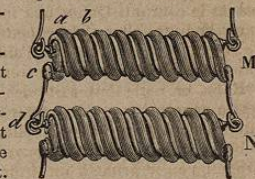


Fig. 661.

manière que tantôt le pôle de la pile communique intérieurement avec la paroi de l'armature, et que tantôt il n'y communique pas. La rapidité des oscillations, et par suite le nombre des secousses, peuvent varier dans de certaines limites, à l'aide d'un petit régulateur *o* qu'on fait marcher avec la main. Enfin, le mouvement d'horlogerie se monte en tournant une clef *d* qui sert de poignée à l'armature.