

nera, en y joignant la durée de l'action. Il est donc d'absolue nécessité d'intercaler un ampèremètre dans le circuit où l'on opère : toute indication basée sur le nombre des éléments employés est absolument fautive et sans intérêt, et il est à peine croyable que quelques praticiens s'occupant d'électrothérapie s'en tiennent encore à cette seule donnée : l'influence du circuit extérieur à la pile sur l'intensité du courant est absolument incontestable; or si l'on peut s'arranger pour que les fils conducteurs présentent toujours la même résistance, il n'en est pas de même de la résistance de la partie traversée du corps et de la résistance au contact des électrodes et des tissus.

Il serait inutile d'insister sur ces remarques, qui sont une conséquence de tout ce que l'on sait sur l'électricité, si l'opinion contraire n'était encore quelquefois soutenue par des praticiens dont l'exemple ne doit pas être suivi.

1024. — En général, pour un courant d'intensité donnée, il y a intérêt à employer des électrodes présentant une surface relativement grande si l'on veut obtenir, non des actions superficielles, mais des actions profondes. Les actions superficielles, telles que les picotements, la rubéfaction paraissent en rapport avec la densité du courant; il convient donc de diminuer celle-ci pour les éviter.

Ce qu'il importerait évidemment de savoir, ce n'est pas l'intensité totale du courant qui traverse le corps, mais c'est la manière dont se répartit la quantité d'électricité correspondante entre les deux électrodes. Le courant ne passe pas d'une électrode à l'autre à travers un conducteur linéaire, mais à travers un solide à trois dimensions : si ce solide était homogène la théorie ferait connaître aisément la distribution du flux électrique, mais il est loin d'en être ainsi et, entre les deux électrodes, l'électricité rencontre un ensemble de corps absolument hétérogènes. On peut bien prévoir que, d'une manière générale, la plus grande quantité d'électricité passera par le chemin qui offrira la moindre résistance; mais on ne sait quel est ce chemin. Aussi, quelles que soient les positions données aux électrodes est-il toujours très difficile d'assurer qu'on a agi principalement sur un organe déterminé. Il y a là une incertitude très réelle qui fait qu'il est très difficile de comparer les résultats comparés dans différents cas qui paraissent semblables au premier abord, car malgré l'égalité d'intensité du courant extérieur, on ne sait si la répartition de l'électricité s'est faite de la même façon à l'intérieur. Il est vraisemblable que ce ne sera que par le rapprochement d'un très grand nombre de faits observés soigneusement, avec une détermination précise de tous les éléments, que l'on arrivera à pouvoir énoncer empiriquement quelques règles générales.

1025. — Le plus souvent, les électrodes, dans le cas des applications médicales, sont constituées par des lames de charbon ou de métal recou-

vertes de peau imbibée d'eau salée pour les rendre plus conductrices. La résistance opposée par le corps comprend : 1° la résistance des tissus intérieurs qui, pour une même région à l'état normal, diffère peu sans doute chez les divers individus, et ne varie pas chez le même individu pendant la durée de l'opération; 2° la résistance superficielle présentée par l'épiderme, résistance très variable suivant la sécheresse plus ou moins grande de la peau et suivant les matières grasses, matières sébacées, qui la recouvrent; 3° enfin, il peut naître dans les tissus des forces contre-électromotrices qui ont pour effet de diminuer l'intensité et, à cet égard, produisent le même effet qu'une augmentation de résistance; on les désigne quelquefois sous le nom de résistance apparente, mais il est préférable de ne pas employer cette dénomination et de se rendre compte de la cause réelle des phénomènes observés.

Nous avons dit que la résistance des tissus intérieurs doit peu varier pendant le cours d'une opération : il n'en est pas de même des deux autres causes de changement de l'intensité du courant. En général la résistance de l'épiderme diminue : sous l'influence du courant, il se produit une légère sécrétion sudorale qui humidifie la peau; celle-ci s'imbibé d'autre part sous l'action des liquides contenus dans les électrodes; enfin il ne serait pas impossible qu'il se produisît des modifications dans les matières grasses qui recouvrent la peau. Ces changements auraient pour effet d'augmenter l'intensité du courant.

Mais d'autre part, les phénomènes de polarisation, nuls au début, se produisent par l'effet même du passage du courant et la force contre-électromotrice de polarisation croît jusqu'à une certaine valeur; cette modification a pour effet de diminuer l'intensité du courant.

On comprend donc que, étant donnée une pile à action réellement constante, l'intensité du courant puisse varier : il pourra y avoir au début augmentation ou diminution de l'intensité suivant que la première action perturbatrice l'emportera sur la seconde ou inversement. En tout cas, ce ne sera qu'après un certain temps que les modifications signalées, ayant cessé de se produire, le courant prendra une valeur constante.

Il résulte de là que, pendant une application du courant, il convient de surveiller constamment l'ampèremètre de manière à ramener l'intensité à la valeur jugée nécessaire, dès qu'elle vient à s'en écarter.

1026. — Quelles que soient les causes qui conduisent à modifier l'intensité du courant, soit qu'on veuille l'augmenter ou le diminuer, soit qu'on veuille le faire commencer ou le faire cesser, il est une condition à laquelle il faut toujours s'astreindre : c'est de ne jamais produire de variations brusques, c'est de passer lentement d'un état à un autre. Toute variation brusque, comme nous l'avons déjà dit, amène des contractions et produit en outre une sensation désagréable, douloureuse; un change-

ment trop rapide peut même n'être pas sans danger, si le courant traverse l'organisme dans le voisinage du cerveau.

Les variations d'intensité peuvent être obtenues comme nous l'avons dit pour les recherches physiologiques (1012) par trois procédés. Mais l'emploi de la dérivation doit être rejeté, parce qu'une partie du courant est inutilisée et qu'on use la pile pour produire ce courant inutile : cette question d'usure a peu d'importance dans des expériences, des recherches de laboratoire; elle n'est pas négligeable dans le cas d'applications médicales, car la pile peut être appelée à fonctionner pendant un long temps chaque jour. Outre qu'il en résulte une augmentation de dépense, un accroissement du prix de revient du courant, la pile est plus rapidement mise hors d'état de fonctionner et on est obligé de la monter à nouveau plus souvent, de renouveler les liquides et quelquefois les zincs, ce qui est toujours un embarras qu'il est bon d'éloigner le plus possible.

Il reste donc deux moyens pour obtenir les variations d'intensité du courant : les changements de résistance du circuit, les modifications de la FEM de la pile par le changement du nombre des éléments.

L'emploi de résistances variables qu'on introduit à volonté dans le circuit présente un avantage : c'est que dans tous les cas les éléments sont en action ensemble et que, par suite, ils s'usent également. L'inconvénient, c'est la nécessité d'avoir un organe propre à faire varier la résistance : cet inconvénient est de peu d'importance lorsqu'il s'agit d'une pile installée à poste fixe; il est réel lorsqu'il s'agit d'une pile transportable, puisque l'organe destiné à faire varier la résistance augmente le volume et le poids de la pile, et rend son transport moins facile.

Ajoutons que, lorsqu'on emploie ce moyen, il est nécessaire de pouvoir faire varier la résistance continûment, et non brusquement, pour éviter les effets fâcheux que nous indiquons. On évitera donc l'emploi de bobines présentant une assez grande résistance et on préférera le rhéostat à fil métallique ou le rhéostat liquide qui permettent d'obtenir une variation absolument continue et non des variations par saccades, et pour lesquels, en outre, il n'existe pas, comme pour les bobines, de self-induction qui, à la cessation du courant, augmente les effets.

Lorsqu'on commence une opération, on met dans le circuit à l'avance une très grande résistance, de manière que, par l'application des électrodes, il y ait au moment où le courant s'établit une faible sensation.

On diminue ensuite progressivement la résistance, jusqu'à ce que le courant ait atteint l'intensité ordonnée. Inversement, pour cesser le courant, on augmente peu à peu la résistance jusqu'à ce que le courant soit très affaibli, ce qui permet de retirer les électrodes sans provoquer de secousse.

1027. — Lorsqu'on obtient la variation de l'intensité du courant par

le changement dans le nombre des éléments, il faut employer un commutateur spécial, pour éviter d'avoir à monter ou à démonter la pile; nous décrirons le collecteur double de Gaiffe qui est d'un emploi commode dans la pratique (fig. 503).

Soit P N la pile dont les éléments sont montés en série; de plus, le pôle — du premier élément et les pôles + de tous les éléments sont reliés à des conducteurs, de 0 à 12, placés parallèlement et terminés par des boutons à chacune de leurs extrémités, les boutons d'un même côté étant placés en ligne droite. D'autre part, deux curseurs métalliques A et B peuvent se déplacer le long de règles *aa* et *bb* de manière à rencontrer successivement tous les boutons lors de leur déplacement : le curseur A est relié par un fil souple à l'électrode P', le curseur B est relié de même à l'électrode N' par un conducteur sur le trajet duquel se trouve le galvanomètre G.

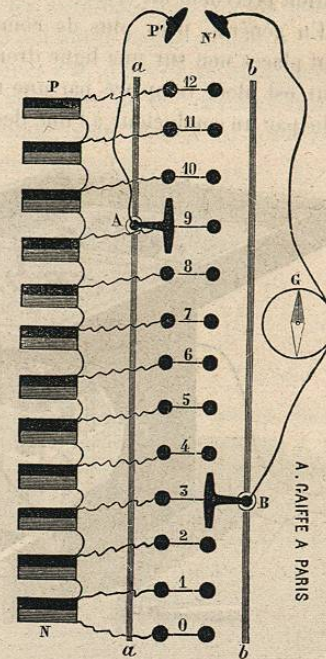


Fig. 503.

Il est facile de reconnaître que par un déplacement convenable des curseurs, on peut mettre dans le circuit un nombre d'éléments variant de 0 à 12, et que lorsqu'on en prend

moins de 12, on peut faire varier la position des éléments qui entrent en action, afin d'éviter que ce soient toujours les mêmes, ce qui amènerait une usure très inégale. Dans le cas de la figure, on voit, par exemple, que les éléments 1, 2 et 3 sont hors du circuit et ne fonctionnent pas, qu'il en est de même des éléments 10, 11 et 12, mais que le courant est produit par les éléments de 4 à 9 qui sont dans le circuit. Le nombre des éléments en action est toujours égal à la différence des numéros des boutons sur lesquels s'appuient les curseurs.

Enfin une disposition spéciale doit être adoptée pour que le changement du nombre des éléments ne produise pas de secousses désagréables, ce qui arriverait nécessairement si pour passer de l'emploi de n éléments à celui de $n + 1$ éléments, on interrompait le courant : il y aurait secousse, par suite de la variation brusque de potentiel lorsqu'on cesserait le courant produit par n éléments, il y aurait une autre secousse lorsqu'on rétablirait le courant des $n + 1$ éléments.

Pour éviter cet inconvénient les curseurs sont terminés par une pièce métallique allongée dont la longueur est plus grande que la distance qui sépare deux boutons consécutifs. Il en résulte que lorsqu'on déplace un curseur, la communication n'est jamais interrompue puisque le contact du curseur avec un bouton se produit avant que son contact avec le bouton précédent ait cessé.

En général, pour plus de commodité, les boutons d'un même côté sont placés non sur une ligne droite, mais sur une circonférence, le curseur est alors remplacé par une manette qui tourne autour d'un centre relié par un conducteur à l'une des électrodes (fig. 504) : le plus souvent,

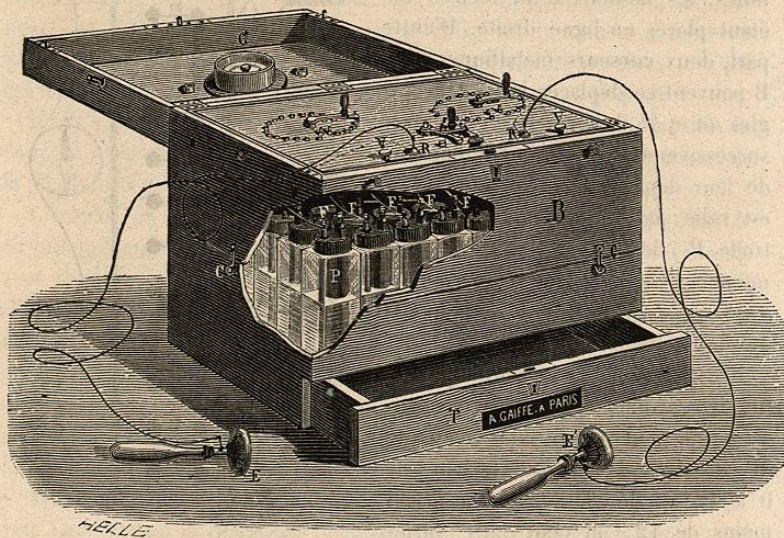


Fig. 504.

les couples sont réunis de manière à ce qu'on les fasse entrer successivement seulement deux par deux dans le circuit.

Lorsque la pile est au repos, les curseurs sont amenés aux zéros des deux échelles : lorsqu'on veut faire une application de courant on les amène sur les boutons portant le même numéro, celui-ci correspondant au rang du premier élément que l'on veut employer : dans cette position, aucun élément n'est dans le circuit, on peut appliquer les électrodes sans produire d'action. On déplace alors l'un des curseurs lentement jusqu'à ce que le galvanomètre indique l'intensité qu'il convient de ne pas dépasser : il est important de remarquer que suivant que c'est l'un ou l'autre des curseurs qu'on déplace, le courant se meut entre les électrodes dans un sens ou dans l'autre. Dans le cas de la figure 503, le pôle positif de chaque élément étant représenté par la partie noire, on voit

que le courant irait de P' à N' dans la partie qui réunirait les électrodes. Ce serait l'inverse, si le curseur B était en contact avec un bouton dont le rang fût plus élevé que celui de A.

Il va sans dire que, pour cesser l'action du courant, il faut également faire diminuer progressivement l'intensité en rapprochant lentement les curseurs l'un de l'autre et n'enlevant les électrodes que lorsque les curseurs sont en contact avec des boutons portant le même numéro.

1028. — Ajoutons que, dans quelques cas, il peut être intéressant de supprimer brusquement le courant ou même de le renverser complètement, en vue d'une action déterminée; pour obtenir ce résultat, on emploie un commutateur ou renverseur de courant.

Cet appareil se compose de deux manettes métalliques M et M' (fig. 505) pouvant tourner autour des centres A et B en restant parallèles par l'action de la traverse articulée isolante H; trois boutons métalliques N, P, N' sont placés sur le trajet des manettes dans une position telle que lorsque l'une de celles-ci touche le bouton P, l'autre touche le bouton N ou le bouton N'; dans une position intermédiaire, il n'existe aucun contact.

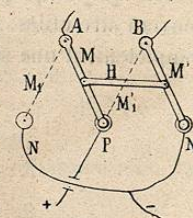


Fig. 505.

Pour utiliser ce renverseur de courant, on relie les boutons A et B aux électrodes, le bouton P au pôle positif de la pile et les boutons N et N' au pôle négatif. On voit alors immédiatement que si les manettes ne touchent pas les boutons P, N et N', le circuit est interrompu, le courant ne passe pas; si les manettes occupent la position indiquée en traits pleins sur la figure, le courant va dans le circuit extérieur du bouton A au bouton B; mais si on amène les manettes à l'autre position extrême en M₁, M'₁ (traits ponctués) le courant va dans le circuit extérieur de B à A.

L'emploi des dispositions que nous venons d'indiquer satisfait aux conditions pratiques : il faut dire toutefois qu'il est impossible d'arriver à réaliser une égale usure de tous les éléments, malgré le soin que l'on peut prendre de faire usage successivement des diverses parties de la pile dans les diverses applications de courants continus; mais cet inconvénient est compensé par l'avantage qui résulte de la suppression du rhéostat.

1029. — Les indications qui précèdent font connaître les dispositions que l'on doit rencontrer dans une pile destinée à faire des applications de courants continus. Le groupement des diverses parties varie suivant qu'il s'agit d'une pile installée à demeure ou d'une pile transportable : dans le premier cas, le nombre des éléments pourra être plus grand que dans le second où il ne devra pas être inférieur à 24 si l'on veut, dans les conditions ordinaires, obtenir des courants d'une intensité suffisante, pouvant atteindre 15 ou 20 milliampères. Ajoutons que, dans le cas des piles transportables, il y a avantage à employer des éléments au chlorure d'argent (949) ne contenant pas de liquide.

Les applications de courants électriques n'exigent en somme qu'un matériel simple et le manuel opératoire est facile; aussi peuvent-elles être faites par tous les praticiens, ainsi que l'application simple des courants d'induction pour lesquels suffisent les appareils que nous avons décrits antérieurement. Mais il n'en est pas de même de toutes les applications de l'électricité à la médecine et à la chirurgie: outre que cet agent ne peut alors être employé d'une manière vraiment utile que par une personne qui connaisse en détail le fonctionnement de tous les appareils, ce qui exige des connaissances spéciales, l'installation des appareils est coûteuse et compliquée si l'on veut avoir réunis tous les instruments qui peuvent être utiles. Aussi croyons-nous qu'il serait sans intérêt de décrire complètement une semblable installation.

FIN

TABLE ALPHABÉTIQUE

- A
- ABERRATION chromatique ou de réfrangibilité, 498; — de sphéricité, 351, 409; — de l'œil, 562.
 ABSORPTION des radiations, 468, 483; — et émission, 476.
 ACCÉLÉRATION, 49.
 ACCOMMODATION, 529, 537.
 ACCUMULATEURS, 889, 910.
 ACHROMATISME, 498, 501.
 ACOUSTIQUE, 664.
 ACTINO-ÉLECTRIQUES (Phénomènes), 917.
 ACTINOMÈTRE, 437.
 ACTION (Égalité de l') et de la réaction, 27.
 ACTIONS MOLÉCULAIRES MÉDIATES, 187.
 ACTIONS MOLÉCULAIRES, 119; — réciproques des solides, 120; — réciproques des solides et des liquides, 127; — réciproques des solides et des gaz, 157; — réciproques des gaz, 170; — réciproques des gaz, 176; — réciproques des liquides, 165.
 ACUITÉ auditive, 746; — visuelle, 549.
 ADHÉRENCE, ADHÉSION, 120.
 AÉROSTATS, 148.
 AIGRETTES ÉLECTRIQUES, 794.
 AIGUILLES aimantées, 752; — astatiques, 757.
 AIMANTATION par contact, 761; — par influence, 757; — par les courants, 851.
 AIMANTS, 752; actions réciproques des —, 756; actions réciproques des — et des courants, 847; direction des —, 755; induction par les —, 893.
 AMÉTROPIES, 534; — astigmatiques, 551; — sphériques, 542; — correction des —, 556.
 AMPÈRE (Règle d'), 799.
 AMPÈRE, unité électrique, 800.
- AMPÈREMÈTRE, 929.
 ANALYSE spectrale, 504; — des sons, 738.
 ANALYSEUR, 650.
 ANAPNOGRAPHE, 159.
 ANCHES, 730; — membraneuses, 731.
 ANÉMOMÈTRE, 159.
 ANESTHÉSIE, 185, 283.
 ANGLE limite, 369.
 ANISOTROPIE, 75.
 ANNEAUX COLORÉS, 641.
 ANODE, 835; — soluble, 842.
 APHAKIE, 561.
 APLANÉTISME, 409.
 ARCHIMÈDE (Principe d'), 44.
 ARC VOLTAÏQUE, 831.
 ARÉOMÈTRES, 44.
 ARGENTURE électrique, 842.
 ASPIRATEURS, 116.
 ASTATICITÉ, 757.
 ASTIGMATISME des dioptries, 383; — de l'œil, 535, 551; correction de l' —, 557.
 ASTIGMOMÈTRE, 640.
 ATHERMANSIE, 469.
 ATOMES, 58.
 ATTRACTION électrique, 764, 766, 783; — magnétique, 753, 755.
 AUDITION, 746.
 AUTOCLAVE, 291.
 AXE optique des cristaux, 424; — principal, secondaire des lentilles, des miroirs, des systèmes centrés, 391, 411.
- B
- BALANCE, 35; — de Coulomb, 771; — d'induction, 913.
 BAROMÈTRE, 111.
 BATTERIES, 706.
 BATTERIE électrique, 788; électromoteurs groupés en —, 810.