

des courants continus dont le sens est périodiquement inversé; la périodicité des alternances peut être rapide ou lente durant l'unité de temps. Les courants alternatifs des sections d'éclairage, qu'il est commode d'utiliser directement, ont une rapidité d'alternances de 40 à 100 par seconde. Appliqués localement, ils déterminent une contraction musculaire qui dure, sous forme tétanique, pendant le temps de leur passage. On conçoit que cette excitation musculaire est plus ou moins forte selon leur intensité. Le courant alternatif excite vivement les fibres lisses.

Sous forme d'applications générales on observe une tétanisation de tous les muscles de l'économie. Si l'on est plongé dans un bain parcouru par des courants alternatifs sinusoïdaux d'intensité de 20 milliampères environ, la sensation éprouvée est celle d'un picotement sur la peau et d'une légère contraction musculaire généralisée. Ces courants ont une action sur la nutrition, qui subit un coup de fouet sous leur influence: les oxydations sont augmentées, le globule rouge absorbe plus d'oxygène; ceci n'a rien d'étonnant, car tout autre procédé qui favorise ainsi les contractions musculaires, la gymnastique par exemple, donne également lieu à une activité plus grande des oxydations. Le muscle qui travaille consomme forcément et on doit en trouver la contre-partie.

III. **Électricité statique.** — Les modifications physiologiques de l'organisme soumis au courant franklinien sans excitation d'aucune sorte (bain statique) n'ont pas été étudiées jusqu'ici d'une façon véritablement scientifique, et les diverses opinions des auteurs doivent être, à ce propos, acceptées avec la plus grande réserve.

Placé sur le tabouret isolant et relié à la machine, le sujet sain éprouve une sensation sur les téguments dite de toile d'araignée et qui est due au hérissément des poils follets épidermiques. Cette sensation est plus accusée si le patient est en rapport avec le pôle négatif.

Certains observateurs ont noté l'augmentation de la tension artérielle, une fréquence plus grande du pouls; il ne m'est pas possible d'accepter ces conclusions: en me plaçant dans des conditions où toute émotivité était supprimée, je n'ai jamais pu constater une modification quelconque sur le pouls normal. Il n'en est pas de même dans les états morbides neuropathiques où le pouls est accéléré; dans ce cas l'électrisation agit nettement comme sédatif et ralentit les battements. On a également avancé que les échanges respiratoires sont augmentés, que la capacité respiratoire est accrue. Les variations de l'urine concorderaient avec ces données, le coefficient d'oxydation augmentant dans une forte proportion. Mais ces expériences, après vérification, semblent controuvées et il nous faut conclure que l'électro-physiologie statique est encore à faire. Il n'en est pas moins réel que l'électrisation statique est un excellent mode de traitement dans beaucoup de névropathies; mais, actuellement, nous ne pouvons pas, pour expliquer ces effets, nous appuyer sur une base physiologique. Quoi d'étonnant à cela, du reste? la quinine abaisse bien une température fébrile sans avoir d'action bien marquée sur une température normale!

Si maintenant nous employons l'électricité statique comme excitant,

sous forme d'étincelles ou d'effluation, nous trouvons en présence de quelques faits précis qu'il est aisé d'analyser; l'étincelle statique agit sur la sensibilité cutanée, sur les vaso-moteurs, sur la motilité; chacun connaît la sensation de piqure et en même temps de choc qu'elle procure; cette sensation augmente avec l'énergie de la décharge et peut aller jusqu'à la brûlure. Les vaso-moteurs réagissent d'abord par une vaso-constriction, ensuite par une vaso-dilatation: hyperémie cutanée, augmentation de la température locale; le muscle réagit par une contraction, notablement plus intense quand l'excitation est négative.

L'étincelle statique détermine l'ionisation des électrolytes comme le courant galvanique; cette ionisation a pour limite la durée de l'étincelle, et ce n'est que par une série de décharges qu'on peut observer un effet électrolytique appréciable; elle jouit aussi du pouvoir cataphorétique: si on fait jaillir dans l'eau distillée une série d'étincelles puissantes entre deux conducteurs métalliques, or, argent, cuivre, etc., des parcelles infiniment ténues sont entraînées et viennent se dissoudre dans l'eau; évaporée à siccité, cette eau laisse un résidu, comme l'a montré Brédig, qui n'est autre que du métal dissous. On obtient ainsi des solutions d'or, de platine, de palladium, d'argent, etc.

IV. **Courants de haute fréquence.** — Le courant primaire est fourni soit par une bobine à induction de grande puissance (10 à 60 centimètres d'étincelle), soit par une machine statique. L'un ou l'autre de ces appareils charge des condensateurs dont les armatures internes se déchargent par une étincelle comme dans les courants de Morton. Les machines statiques pour donner des effets assez puissants doivent être à plateaux multiples; on en construit à six, huit, douze plateaux. Le courant secondaire, qui prend naissance au niveau des armatures externes des condensateurs, circule dans un solénoïde à gros fil de cuivre. Ce courant secondaire agit à son tour par induction sur un second solénoïde de fil plus fin à circuit ouvert à une de ses extrémités (résonnateur de Oudin) ou ouvert à ses deux extrémités (résonnateur d'Arsonval-Gaiffe). Le courant tertiaire qui prend naissance dans le résonnateur a une tension énorme de plusieurs millions de volts, et présente par là même de très curieuses qualités thérapeutiques. Suivant les lois de Ohm, l'intensité de ces courants diminue à proportion que leur potentiel s'élève; ils représentent, en somme, de très faibles quantités électriques projetées avec une extrême violence; c'est là ce qui explique leur innocuité qui, au début de ces applications, a semblé paradoxale.

Ces courants peuvent être appliqués directement sur la peau par l'intermédiaire d'électrodes métalliques ou humides. On constate, dans ce cas, que les sensations du patient sont inappréciables, les muscles, les nerfs moteurs ne réagissent en aucune façon pendant qu'ils sont parcourus par un courant d'une énergie telle qu'il est capable de porter à l'incandescence le filament des lampes électriques; toutefois, les réactions sensibles ou motrices ne sont tout à fait nulles que lorsque le contact du tégument avec les électrodes est parfait et que l'étincelle oscillante est très régulière; si le contact est imparfait, si le courant est irrégulier, on éprouve au niveau des électrodes une

sensation de chaleur assez marquée, la peau rougit, et, simultanément, on constate une paresthésie appréciable aux divers modes d'exploration de la sensibilité; cette paresthésie n'est ni assez intense ni assez durable pour pouvoir rendre, quant à présent, des services en chirurgie, sauf en chirurgie dentaire où elle a été employée avec quelque succès.

Si, au lieu d'être toutes les deux appliquées sur la peau, l'une des électrodes est maintenue à une petite distance, il se produit un jaillissement d'étincelles d'autant moins douloureuses que la tension du courant est plus élevée. Si l'électrode est formée par une ou plusieurs pointes, c'est une aigrette qui s'en échappe et qui venant au contact de la peau donne la sensation de poussières ténues projetées avec force. Sous l'influence de ces excitations, il se produit une vaso-constriction des capillaires rapidement suivie d'une vaso-dilatation comme nous l'avons vu pour l'étincelle statique. Les phénomènes d'excitation des courants à haute fréquence appliqués localement sont donc très comparables à ceux que détermine l'électrisation statique: ils sont toutefois plus complexes, puisqu'à l'action d'irritation vient s'adjoindre la diminution de la sensibilité, un certain degré d'anesthésie.

Les effets généraux de ces courants ont été étudiés par MM. d'Arsonval et Charrin, il y a quelques années. Ces savants plaçaient le sujet, animal ou être humain, dans un solénoïde de grandes dimensions. Le corps, ainsi soumis à une électrisation par influence, était le siège de courants induits de haute intensité. La démonstration physique de la réalité de ces courants est des plus simples, car il suffit que le sujet tienne dans les mains les deux extrémités d'un conducteur correspondant au filament d'une lampe à incandescence d'une trentaine de volts pour que cette lampe s'éclaire. Au point de vue physiologique le système nerveux vaso-moteur est fortement influencé; si l'on place, par exemple, un manomètre à mercure dans la carotide d'un chien, on voit la pression artérielle tomber de plusieurs centimètres; on peut constater le même phénomène chez l'homme à l'aide du sphygmographe: il y aurait donc inhibition du système nerveux vaso-moteur en dehors de toute sensation consciente; en continuant l'action assez longtemps on voit, chez l'homme, la peau se vasculariser et se couvrir de sueur, conséquence naturelle de l'action sur les vaso-moteurs. En plongeant un animal dans le solénoïde, on constate une augmentation dans l'intensité des combustions respiratoires sans toutefois qu'il y ait élévation de température.

Ces actions physiologiques si remarquables sur les actes vitaux des organismes vivants seraient du plus haut intérêt médical si elles étaient certaines. Mais depuis ces premières expériences d'autres observateurs ont repris la question et il ne semble pas que le contrôle des résultats annoncés par M. d'Arsonval soit absolument affirmatif. En particulier de nombreuses expériences ont été faites en Allemagne dans lesquelles ni la pression sanguine, ni les actes nutritifs n'ont semblé subir une modification appréciable; d'autre part MM. Moutier et Laquerrière auraient, au contraire, constaté chez les malades à hypertension une diminution appréciable et constante de la pression sanguine. Il faut donc considérer le problème comme encore à l'étude puisque nous nous trouvons en présence d'affirma-

tions diamétralement opposées, ce qui doit tenir à ce que les conditions expérimentales dans lesquelles les observateurs se sont placés ne sont pas identiques.

Méthodes d'application des divers courants. — *Emploi thérapeutique des courants galvaniques.* — Nous avons à établir comment et avec quels procédés (choix et dimension des électrodes, manière de les appliquer relativement aux parties malades) on peut obtenir de la façon la plus certaine l'effet thérapeutique désiré. Un principe qui domine les applications galvaniques locales est le suivant: *la surface des électrodes doit augmenter proportionnellement à l'intensité du courant que l'on désire employer.* Ce principe prend une rigueur particulière en électrothérapie infantile, car tel courant, à peine perçu si les surfaces d'application des électrodes sont étendues, devient très douloureux, au contraire, si les électrodes ont des dimensions moindres, et le but du praticien n'est-il pas d'électriser les enfants sans les faire souffrir et crier? N'évite-t-il pas ainsi des réactions nerveuses aussi gênantes pour la continuation du traitement que troublantes pour l'entourage de l'enfant?

Une autre considération importante est celle de l'emplacement des électrodes, qui doit être tel que les lignes de forces, qui joignent les électrodes entre elles, traversent l'organe ou le membre qu'on soumet à l'action du courant. Pour plus de simplicité nous devons considérer le corps comme un conducteur homogène; on sait qu'il est loin d'en être ainsi et que la conductibilité des divers tissus osseux, musculaire, vasculaire, présente des différences considérables, mais pratiquement il nous faut admettre que le courant atteint son maximum de densité intra-organique sur la ligne droite de communication entre les électrodes. Cette zone des plus grandes densités se comporte différemment suivant la position relative des électrodes; lorsque le courant traverse obliquement les tissus, la zone aura la forme d'une double pyramide dont les sommets correspondent aux réophores et les bases se rejoignent dans l'intérieur du corps; si les deux électrodes sont placées d'un même côté du corps, la zone des plus grandes densités sera localisée dans la région sous-tégumentaire comprise entre les deux pôles; les parties situées hors de cette zone reçoivent néanmoins une certaine quantité de courant, mais sous une densité faible et elles ne peuvent, par conséquent, éprouver que des effets affaiblis. Au point de vue pratique ces données nous amènent à conclure que:

Si l'on désire agir sur un organe profond, estomac, intestin, moelle, il nous faut placer deux larges électrodes l'une vis-à-vis de l'autre de façon que l'organe soit compris dans la ligne droite qui les sépare.

Si l'on veut localiser le courant sur un point plus limité et plus rapproché de la surface cutanée, il faut choisir une petite électrode et une grande, la plus petite est rapprochée autant que possible du point en question, la plus grande est placée vis-à-vis.

Enfin, quand il est question de condenser le courant sur le tégument ou dans une région immédiatement sous-jacente, comme les nerfs superficiels, les électrodes peuvent être de petite surface et placées côte à côte.

Ceci se rapporte à l'électrisation bipolaire, c'est-à-dire à celle où on ne

cherche pas à faire prévaloir l'action d'un des pôles au détriment de l'autre. Dans l'électrisation unipolaire on emploie deux électrodes de dimensions très inégales, l'une très grande dite indifférente, l'autre très petite. Un moyen, commode surtout chez les enfants, est de plonger les pieds du patient dans une cuvette d'eau tiède qui représente l'électrode indifférente.

Les électrodes employées dans les applications galvaniques sont extrêmement variables comme forme et comme dimension. Deux types sont employés communément : les plaques et les tampons. Les plaques sont constituées par une lame d'étain recouverte d'une substance spongieuse : agaric, peau de chamois, coton hydrophile, gélosine. Elles sont ovales ou rectangulaires et munies de fils conducteurs pour les relier à la batterie. L'eau d'un bassin dans lequel plongent les membres du patient constitue, nous venons de le voir, une des meilleurs électrodes pour l'électrothérapie infantile en raison de la large surface d'application.

Quelques praticiens se servent d'eau salée pour humecter les électrodes. Une telle pratique a l'avantage de diminuer la résistance du circuit mais aussi des inconvénients, parmi lesquels celui de produire électrolytiquement au niveau du positif un dégagement d'acide chlorhydrique et d'augmenter ainsi la sensation cuisante propre au courant; de plus les plaques imbibées d'eau salée sont plus vite détériorées.

La durée des séances de courant continu est des plus variables; elle est comprise entre cinq minutes et une heure environ.

Emploi des courants faradiques et alternatifs. — Plusieurs facteurs interviennent quand il s'agit de faradisation : ils ont trait à la dimension des bobines, à la grosseur, à la longueur du fil de l'induit, à la fréquence des interruptions. En règle générale on usera de la bobine à gros fil toutes les fois qu'on s'adressera surtout à la contractilité musculaire; quand on voudra agir sur la sensibilité, on emploiera au contraire la bobine à fil fin avec interruptions rapides.

La durée d'une séance de faradisation localisée doit être généralement courte; un muscle faradisé plus de deux à trois minutes ne tarde pas à se fatiguer.

Dans toutes les applications localisées des courants tant galvaniques que faradiques il y a lieu de tenir grand compte des points où se produit l'effet maximum. Ces points ont été nommés *points d'élection*. Ils ont été indiqués par Duchenne de Boulogne et Ziemmsen pour chaque muscle et il est très utile de les connaître. On en trouvera la nomenclature dans la plupart des ouvrages spéciaux.

Bain hydro-électrique. — L'avantage de ce mode d'application des courants est de répartir leur action sur toute la surface du corps, de diminuer par conséquent leur densité sur un point donné et de permettre ainsi, sans éveiller de réactions sensibles désagréables, l'introduction de grandes quantités d'électricité. La source d'électricité peut être une batterie galvanique, une bobine d'induction ou le courant alternatif d'une dynamo; les secteurs alternatifs d'éclairage conviennent parfaitement à cet usage à la condition d'intercaler entre la source et la baignoire une bobine de réaction.

Quant aux secteurs d'éclairage à courant continu, on ne peut, sans danger, les utiliser directement, pour les bains hydro-électriques. Par suite d'un isolement défectueux de la ligne, il y a souvent des fuites à la terre et le patient plongé dans un bain peut, en touchant un robinet non isolé, ou même en mettant un pied sur le sol humide pendant que l'autre jambe plonge dans l'eau, recevoir une décharge dangereuse. On doit donc, par mesure de précaution, n'utiliser ces courants que pour la charge des accumulateurs, qui secondairement actionneront la baignoire avec un rhéostat intercalé.

Il est nécessaire de disposer d'une baignoire à paroi interne isolée. Elle peut être en bois, en marbre ou même en fonte émaillée ou en faïence. La fonte émaillée, parfaitement isolante, a l'avantage sur le bois de pouvoir être entretenue dans un état de propreté parfaite et sur la pierre ou le marbre celui d'être un corps bon conducteur de la chaleur et conséquemment de ne pas offrir comme le marbre une notable différence de température entre le contenant et le contenu et d'éviter par là les impressions de froid si désagréables que cause le contact avec la paroi. On peut aussi, pour les applications temporaires au domicile du malade et pour lui éviter l'achat d'une baignoire, se servir d'un fond de bains en caoutchouc qui reste suffisamment isolant tant qu'il ne présente pas de solution de continuité.

Les électrodes les meilleures sont des plaques de cuivre nickelé soudées à une lame de même métal qu'on peut recourber en forme de crochet pour fixer sur le bord de la baignoire. Cette tige est munie d'une vis de serrage pour admettre l'extrémité du fil conducteur.

Trois électrodes de ce genre suffisent par baignoire. En les déplaçant le long de la paroi on arrive aisément à diffuser le courant sur toute la surface du corps ou bien à le localiser dans une région déterminée; le plus souvent une plaque reste à poste fixe à la partie dorsale de la baignoire, les autres étant mobilisées à volonté. Ces deux dernières sont réunies par un même fil conducteur. Le courant parcourt donc le liquide suivant deux lignes de forces qui se rejoignent sur la plaque dorsale et se séparent pour aboutir aux deux autres plaques. C'est en tenant compte de ces lignes de forces qu'on arrive à condenser le courant sur telle ou telle région, sur tel ou tel membre. La température de l'eau est celle d'un bain ordinaire : la durée d'une séance varie de douze à vingt-cinq minutes.

Emploi de la franklinisation. — Le courant franklinique ou électricité statique est la première modalité électrique qui ait été usitée en médecine. Très employées au siècle dernier, ses applications étaient peu à peu tombées dans l'oubli : Duchenne de Boulogne, Remack, Onimus, Erb en font à peine mention ou n'en parlent que comme d'un procédé sans valeur; la vérité est que les praticiens étaient surtout rebutés par l'imperfection et l'inconstance des appareils. Aujourd'hui, grâce aux perfectionnements de l'appareillage, grâce aussi aux efforts de Vigouroux et d'Arthuis en France, de Stein en Allemagne, l'électrisation statique a repris, à juste titre, une place importante en électrothérapie.

Elle peut se pratiquer de plusieurs façons : on utilise ce qu'on a appelé

par comparaison le bain statique, on y joint souvent l'excitation par étincelles, par aigrettes, par souffle. Enfin on peut, au moyen d'un dispositif facile à réaliser, produire, au lieu d'un courant statique, un courant alternatif de haute tension qu'on administre également sous forme d'imprégnation générale ou d'excitation locale.

Pour le bain statique simple, le patient est placé sur le classique tabouret à pieds de verre en communication avec l'un des pôles de la machine. L'être vivant ainsi isolé prend instantanément une charge électrostatique qui a pour limite la résistance de l'air ambiant, résistance qui varie naturellement avec l'état hygrométrique. Dès que la limite de résistance de l'atmosphère est atteinte, l'électricité dont est chargé le patient se dissipe partiellement en s'échappant par les poils, les cheveux, les extrémités des doigts et en produisant une sensation comparée à un souffle, au frôlement d'un corps léger tel qu'une toile d'araignée.

Dans la grande majorité des cas, le patient, par l'intermédiaire d'une tige conductrice, est mis en rapport avec le pôle négatif de la machine statique. Parfois, au contraire, chez les individus hyperexcitables, l'imprégnation positive est plus calmante. Il est facile de reconnaître la polarité d'une machine en observant ce qui se passe au niveau des peignes : l'électricité s'aperçoit-elle sous la forme de petits points brillants, c'est une décharge négative, par conséquent le peigne est positif; des peignes situés diamétralement s'échappe une longue traînée violette positive, par conséquent le peigne correspondant se trouve électrisé négativement. On peut aussi approcher du tabouret la flamme d'une bougie qu'attire le pôle positif et que repousse le négatif.

La durée d'un bain électrostatique varie entre cinq minutes et une demi-heure. En thèse générale l'imprégnation doit être de courte durée pour les malades excitables; elle sera, au contraire, prolongée pour les déprimés. Il en est de même de la tension qui doit atteindre le maximum, lorsqu'on cherche des effets excitants, et diminuée lorsqu'on désire obtenir un effet calmant ou sédatif. Pratiquement on abaisse la tension en réduisant la vitesse de rotation des plateaux ou en plaçant au niveau du tabouret une pointe métallique reliée au sol par un pied conducteur; selon que cette pointe est plus ou moins rapprochée du tabouret la tension devient plus faible ou plus forte: elle est nulle si la pointe vient au contact. On a donc ainsi un moyen très simple et très commode de graduer l'énergie du courant qu'on emploie.

Dans la plupart des cas, après une séance de bain statique proprement dite, on procède à quelques excitations dont les plus vives sont obtenues au moyen des étincelles.

Ces dernières peuvent être *immédiates* ou *médiates*; expliquons ces deux termes; si nous approchons du patient un excitateur non isolé, nous obtiendrons une étincelle lorsque la couche d'air comprise entre le patient et l'excitateur aura une résistance insuffisante pour maintenir l'isolement des deux polarités: excitation immédiate, étincelle jaillissant entre le tégument du patient et l'excitateur. Appliquons, au contraire, une boule métal-

lique soutenue par un manche isolant directement sur une région quelconque et approchons de cette boule notre excitateur relié au sol; une étincelle jaillit entre les deux excitateurs et le patient éprouve une secousse brusque sans la sensation de piqûre donnée par l'étincelle immédiate; il s'agit dans ce second cas d'excitation médiate; l'antique expérience de la chaîne humaine déchargeant une batterie de bouteilles de Leyde est un exemple d'excitation médiate.

Les excitateurs destinés à l'excitation immédiate se présentent le plus souvent sous forme de sphères métalliques supportées par un manche de verre ou d'ébonite et mises en communication avec le sol au moyen d'une chaîne. Le médecin qui tient en main le manche est donc tout à fait hors du courant. Ce dispositif est, selon moi, défectueux; le manche peut au contraire, avec avantage, être conducteur et la chaîne supprimée, de telle sorte qu'il ressente, très atténuées, les excitations auxquelles on soumet son patient et puisse ainsi doser le courant par sa propre sensation.

L'excitation médiate est facilement réalisée au moyen de deux excitateurs à boule dont l'un est isolé.

Le *souffle* ou l'*effluve* sont obtenus au moyen d'une ou plusieurs pointes métalliques ou en bois, maintenues à une certaine distance du patient. Cette effluation dirigée sur la tête prend le nom de douche statique.

Emploi des courants alternés à haute fréquence. Courant statique induit ou courant de Morton. — Le principe en est le suivant: si, au moyen d'une machine statique, on charge deux condensateurs et qu'on fasse jaillir une série d'étincelles entre les armatures internes, un courant induit prend naissance dans un circuit réunissant les armatures externes et ce courant est pourvu d'une tension très supérieure à celle du courant primaire de charge. On dispose les appareils, pratiquement, comme suit: deux bouteilles de Leyde sont suspendues par le crochet de leur armature interne aux conducteurs d'une machine statique; l'armature externe de l'un des condensateurs est mise à la terre au moyen d'une chaîne traînant sur le sol, l'armature externe de l'autre condensateur est reliée à un excitateur à manche isolant. Puis la machine est mise en marche et les excitateurs polaires, dont sont pourvues toutes les machines statiques, rapprochés jusqu'à ce que jaillisse une étincelle. Pour appliquer ces courants, il n'est point nécessaire d'isoler le patient, il suffit d'en approcher l'excitateur pour obtenir de longues étincelles sinueuses chaudes ou des effluves puissants.

Ils ont reçu des applications thérapeutiques intéressantes. C'est un moyen d'excitation locale énergique avec cette particularité que les étincelles sont moins douloureuses que les étincelles statiques directes.

Courants de Tesla-d'Arsonval. — Les courants dont la tension est encore plus élevée que celle des courants de Morton sont utilisés sous des formes multiples: leur application est générale ou locale. Pour soumettre le patient au courant de haute fréquence il suffit de lui faire appliquer les pieds nus sur une plaque de cuivre, tandis que, dans ses mains, est placée une électrode métallique cylindrique, ces électrodes étant en rapport avec les extrémités du solénoïde résonnateur bipolaire; ou, si le