

salée, et bien établir leur contact avec la peau, de façon à diminuer autant que possible les résistances que le courant doit surmonter pour arriver jusqu'aux organes que l'on veut exciter¹.

Il importe de tenir compte de la fréquence des intermittences du courant faradique; à ce point de vue on peut établir trois grands groupes :

1° Les courants à intermittences rares ou peu fréquentes, séparés par des intervalles d'une ou plusieurs secondes ou répétés au plus deux ou trois fois par seconde; dans ces conditions les contractions musculaires provoquées restent isolées et complètement distinctes les unes des autres ;

2° Les courants à intermittences assez peu fréquentes (cinq à dix par seconde, par exemple), qui produisent la téτανisation incomplète des muscles, les contractions ne restant isolées qu'en partie et se fusionnant pour l'autre partie ;

3° Les courants à intermittences fréquentes et très fréquentes (quinze à cinquante par seconde), produisant la téτανisation complète des muscles².

On conçoit que les effets des excitations des muscles ne soient pas les mêmes dans ces divers cas : chocs isolés, courants partiellement téτανisants, ou courants complètement téτανisants, et qu'il ne soit pas indifférent, au point de vue thérapeutique, de provoquer des excitations musculaires renouvelées seulement une fois par seconde ou au contraire cinquante fois par seconde.

Les courants téτανisants produisent la fatigue et l'épuisement musculaire d'autant plus rapidement qu'ils sont plus intenses et que leurs intermittences sont plus fréquentes; aussi ne faut-il pas, en général, prolonger leur action, lorsqu'ils sont partiellement et plus encore lorsqu'ils sont complètement téτανisants, d'une façon permanente et ininterrompue, mais convient-il de la suspendre momentanément à intervalles plus ou moins rapprochés. Pour cela, il suffit de soulever, soit l'une, soit les deux électrodes, de manière à en supprimer le contact avec la peau; mais il est souvent préférable de laisser les électrodes en place et de leur conserver le même degré de

1. Une façon, avantageuse parfois, de faire pénétrer dans le corps le courant électrique (aussi bien le courant faradique que le courant galvanique) est de prendre pour une des électrodes un vase rempli d'eau tiède, simple ou de préférence salée, mise en communication avec l'un des pôles de l'appareil. On y fait plonger les mains ou les pieds du malade. La résistance se trouve ainsi réduite au minimum, le courant abordant la peau sur une large surface où le contact se trouve établi d'une façon aussi parfaite que possible.

2. Le moment d'apparition du téτανos et son degré de développement est subordonné aussi, dans une certaine mesure, à l'intensité du courant; il dépend encore de l'état de la fibre musculaire et est en rapport avec la durée de la période d'excitation latente du muscle.

pression; on suspend alors l'action du courant induit en l'interrompant à l'aide d'un interrupteur quelconque¹.

Dans l'application thérapeutique des courants faradiques on peut employer soit la méthode polaire, soit la méthode de faradisation localisée de Duchenne (de Boulogne). Avec la méthode polaire, comme nous l'avons vu dans la partie précédente, l'un des pôles répondant à une électrode à large surface est appliqué sur une région indifférente (région sternale, région sacrée, points divers sur le trajet de la colonne vertébrale, face dorsale du poignet, partie inférieure et antérieure de la cuisse, etc.); l'autre électrode, de dimensions appropriées, est appliquée sur l'organe à électriser, sur les muscles au niveau de leurs points électro-moteurs, sur les nerfs en un point de leur trajet où ils soient facilement accessibles. Souvent, dans ces conditions, surtout lorsqu'on emploie des courants un peu intenses, il arrive de provoquer en même temps l'excitation de nerfs ou de muscles qui se trouvent dans le voisinage ou qui sont compris sur le trajet reliant les deux électrodes (les muscles du bras, par exemple, lorsque l'excitation porte sur l'avant-bras ou sur la main, etc.). Cette diffusion de l'excitation est quelquefois utile et avantageuse dans les applications thérapeutiques; dans d'autres cas il est préférable de localiser autant que possible l'excitation à un muscle ou à un nerf déterminé, la méthode de Duchenne convient mieux alors; les deux électrodes de dimensions égales (boutons olivaires, ou tampons plus gros, suivant les cas) sont appliquées assez près l'une de l'autre sur le point moteur du muscle ou sur le trajet du nerf; il est facile de les tenir entre les doigts d'une seule main de façon que l'autre main conserve sa liberté pour graduer l'intensité du courant ou manœuvrer l'appareil interrupteur.

Les courants faradiques agissent par une sorte d'action mécanique sur l'excitabilité des fibres musculaires et des fibres nerveuses; ils sont fréquemment employés dans un grand nombre de cas de paralysie et d'atrophie; remplaçant dans une certaine mesure l'excitant naturel qui fait défaut aux muscles, ils en provoquent la contraction et peuvent en entretenir le fonctionnement jusqu'au moment où l'influx nerveux arrive de nouveau à la fibre musculaire; sur des muscles atrophés ils peuvent, suivant toute apparence, provoquer le déve-

1. On peut employer dans ce but une clef de Morse, ou bien le manche interrupteur dont nous avons parlé à l'Électro-diagnostic, ou bien encore une pédale manœuvrée avec le pied. — Pour produire des chocs faradiques isolés, on peut employer les mêmes appareils interrupteurs, si les interruptions ne sont pas produites d'une façon automatique; mais alors l'appareil interrupteur est disposé sur le trajet du courant inducteur et non comme précédemment sur le trajet du courant induit.

loppement et ramener la force et le volume des fibres restées saines ou peu altérées. Ils agissent aussi indirectement sur la nutrition du muscle en activant, par suite des contractions provoquées, la circulation intra-musculaire; ils agissent vraisemblablement encore, d'une façon indirecte sur les muscles, en provoquant par voie réflexe l'excitation des centres trophiques médullaires correspondants; cette action réflexe est plus marquée avec des courants à forte tension et à intermittences rapides; dans certains cas il convient d'éviter qu'elle ne soit trop intense et il faut, par conséquent, employer des courants à faible tension (courants de bobines à gros fils) et à intermittences rares ou peu fréquentes.

II. — Lorsqu'on veut agir plus spécialement sur les *nerfs de la sensibilité*, on emploie des courants induits d'une bobine à fil fin, avec intermittences fréquentes. Ici c'est à une méthode analogue à la méthode polaire qu'il faut avoir recours: l'une des électrodes, l'électrode neutre, de large surface et bien mouillée, est appliquée sur une région indifférente; l'autre, l'électrode active ou excitatrice, est employée sèche et non mouillée, elle est généralement en métal et prend des formes diverses: sphérique, cylindrique, en T, etc.; le plus souvent elle est constituée par un pinceau de fils métalliques. Lorsque l'on veut agir principalement sur les nerfs cutanés et éviter autant que possible l'excitation des organes sous-cutanés, il faut que la peau soit bien sèche et on la sécherait, au besoin, avec une poudre absorbante: poudre d'amidon, de talc, de lycopode, etc. Ce mode d'électrisation produit sur la peau une impression d'autant plus douloureuse que le courant est plus fort, et comparable à des piqûres multiples avec sensation de constriction plus ou moins prononcée. Au niveau des points d'application, la peau pâlit d'abord, par suite de la constriction des petits vaisseaux, puis, bientôt, la vaso-constriction fait place à de la vaso-dilatation et la pâleur de la peau est remplacée par une rougeur plus ou moins prononcée et plus ou moins persistante.

Ce genre d'application du courant faradique produit une sorte de révulsion, utilisée principalement dans certaines formes de névralgies, mais il est douloureux et souvent difficilement supporté. Il a été employé encore avec succès contre diverses formes d'anesthésie (Vulpian). Il peut agir aussi sur la paralysie et l'atrophie des muscles par le mécanisme d'une action réflexe.

Main électrique. — Duchenne (de Boulogne) remplaçait quelquefois le pinceau faradique par un procédé plus doux appelé main électrique. L'un des pôles, représenté par une électrode humide, agissant comme pôle neutre, est appliqué sur le malade, au niveau d'une région indifférente; l'opérateur tient dans une main le second pôle, ré-

pendant également à une électrode humide, et se sert de son autre main comme électrode excitatrice, se rendant compte ainsi, par la sensation éprouvée, de l'énergie de l'excitation. La main représentant l'électrode excitatrice et la peau de la région sur laquelle se font les applications sont rendues aussi sèches que possible et saupoudrées au besoin d'une poudre absorbante.

On peut aussi employer le procédé de la main électrique pour provoquer la contraction des muscles, quand il s'agit d'opérer dans le voisinage d'organes délicats, pour exciter par exemple la contractilité des muscles moteurs du globe oculaire. Dans ce cas on emploie une bobine à gros fil; le pôle neutre est placé sur le malade comme précédemment, l'autre pôle est tenu dans une main par l'opérateur qui provoque, aux points convenables, l'excitation sur la peau mouillée et recouverte au besoin de compresses humides, avec l'extrémité d'un doigt de l'autre main, se rendant compte ainsi du degré de l'excitation produite d'après la sensation éprouvée par le doigt agissant comme électrode excitatrice.

Faradisation générale. — Beard et Rockwell ont imaginé employé cette méthode de faradisation dans le but de généraliser l'excitation faradique à l'ensemble du corps, en la faisant porter plus particulièrement sur la peau, le système neuro-musculaire et le système nerveux central¹.

Le malade est habituellement assis sur un tabouret, les pieds reposant sur une large électrode humide, à laquelle est relié le pôle négatif de la bobine, ou mieux encore placés dans un vase rempli d'eau tiède en communication avec ce pôle. L'excitation est produite avec le pôle positif, soit par la main comme dans le procédé de la main électrique décrit précédemment, soit par une électrode humide assez grande, en forme de tampon. L'électrisation avec la main se pratique surtout pour la tête; elle peut être aussi employée sur le reste du corps, mais là il est généralement préférable de se servir du tampon. On commence par la faradisation de la tête avec un courant modéré; la main est promenée légèrement sur le front et sur les tempes, puis sur le sommet de la tête où on la laisse un peu plus longtemps, et sur la nuque. On augmente alors la force du courant et on électrise pendant quelque temps de haut en bas la colonne vertébrale, en insistant plus particulièrement sur certains points, s'il y a lieu; ensuite on faradise le cou avec un courant plus faible, et principalement les régions latérales sur le trajet du faisceau vasculo-nerveux, pour exciter le grand sympathique, le pneumogastrique, le

1. La faradisation générale n'agit vraisemblablement pas directement sur les centres nerveux, mais seulement d'une façon indirecte et par voie réflexe.

phrénique et les muscles du cou ; on faradise ensuite la région antérieure de la poitrine, surtout la région précordiale, puis l'abdomen, avec des courants plus énergiques, on insiste spécialement dans quelques cas sur la région épigastrique ou sur les parois abdominales en suivant le trajet du gros intestin ; puis on électrise les muscles postérieurs du tronc et les quatre membres en suivant le trajet des gros troncs nerveux et des muscles de manière à faire contracter assez énergiquement chaque muscle ; quelquefois on termine en électrisant de nouveau pendant quelque temps la colonne vertébrale. La durée totale de la faradisation générale est de dix à vingt minutes, en faisant varier d'ailleurs suivant les indications spéciales la durée et l'intensité de l'excitation sur telle ou telle région.

Suivant Beard et Rockwell, la faradisation généralisée aurait des effets avantageux sur l'ensemble des phénomènes nutritifs¹ ; elle activerait la circulation, augmenterait l'appétit, stimulerait les fonctions digestives, régulariserait le sommeil, combattrait les phénomènes de dépression ou de faiblesse irritable du système nerveux ; ils la recommandent particulièrement dans les cas de neurasthénie, dans divers troubles liés à l'hystérie, certaines formes d'hypochondrie, les troubles dyspeptiques d'origine nerveuse, la chlorose, l'anémie, etc.

C. COURANTS GALVANIQUES. GALVANISATION². — Dans les applications thérapeutiques des courants galvaniques, comme dans leurs applications à l'électro-diagnostic, c'est surtout l'intensité qu'il importe de connaître, pour apprécier la valeur du courant employé. La notion du nombre des éléments utilisés, dont on s'est contenté pendant longtemps, est tout à fait insuffisante, puisque avec un même nombre d'éléments l'intensité atteinte par le courant peut être très différente suivant diverses conditions, la résistance rencontrée par le courant notamment. Nous n'insisterons pas ici sur ces divers points, dont nous avons déjà parlé à propos de l'électro-diagnostic. Nous nous contenterons aussi de rappeler que pour graduer le courant, c'est-à-dire augmenter ou diminuer son intensité, on dispose de deux procédés principaux : ou bien augmenter ou diminuer sa force électro-motrice, c'est-à-dire le nombre des éléments pris dans le circuit ; ou bien augmenter ou diminuer à l'aide d'un rhéostat la résistance opposée au courant.

1. Cet effet de la faradisation générale trouve sa confirmation dans les recherches physiologiques de M. d'Arsonval.

2. On désigne encore, plus justement peut-être, ces courants et ce mode d'électrisation par les noms de *courants voltaïques* et *voltatisation* ; nous avons conservé cependant les expressions de courants galvaniques et galvanisation, plus généralement employées.

Nous rappellerons encore que la résistance du corps ne reste pas constante, mais diminue progressivement, après l'établissement du courant, dans certaines proportions dont il faut tenir compte lorsqu'on veut maintenir l'intensité du courant dans des limites déterminées.

Un autre élément, dont il importe encore de tenir compte dans les applications thérapeutiques du courant galvanique, est la *densité* (ou intensité par unité de surface) ; elle est en rapport, d'une part avec l'intensité du courant, et d'autre part avec les dimensions des électrodes ; elle dépend encore, pour un organe déterminé, de la

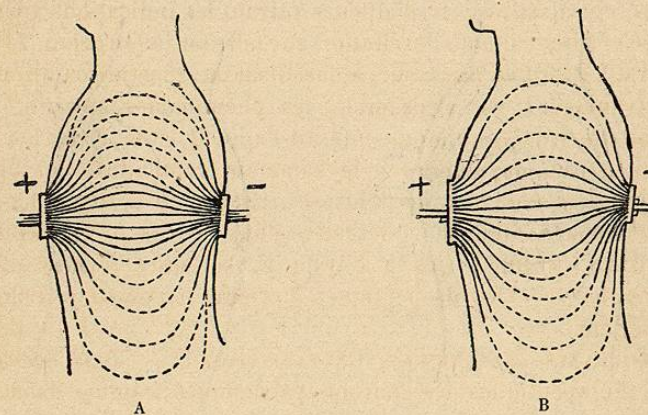


FIG. 8 (d'après Erb). — Schémas de la distribution et de la densité du courant dans le tronc, selon les dimensions des électrodes.

A, densité du courant avec deux électrodes d'égales dimensions ; leurs densités sont les mêmes ;
— B, densité du courant avec des électrodes de grandeurs différentes : l'anode est double de la cathode ; la densité de la cathode est double de celle de l'anode.

situation plus ou moins superficielle qu'il occupe et aussi de la position respective des électrodes par rapport à lui. En effet, la plus grande densité se trouve sous les électrodes et dans leur voisinage immédiat ; lorsque les électrodes sont d'inégales dimensions, la plus grande densité se trouve sous la plus petite électrode ; enfin entre les deux électrodes le maximum de densité se trouve sur le plus court trajet qui les relie (à la condition toutefois que la résistance des tissus, compris entre les deux électrodes, soit sensiblement la même). Les figures 8 et 9, empruntées à Erb¹, représentent schématiquement la disposition de la densité entre des électrodes de mêmes dimensions ou de dimensions différentes, suivant les diverses positions qu'elles peuvent occuper ; elles font comprendre quelles dimensions et quelles situations respectives il convient de donner aux

1. W. ERB, *Traité d'électro-thérapie* (Trad. franç. par A. Rueff), Paris, 1884.

électrodes pour atteindre dans les meilleures conditions possibles, suivant la situation qu'il occupe, un organe déterminé.

1° Pour localiser le courant *sur un point situé superficiellement ou peu éloigné de la surface*, on prendra deux électrodes de dimensions inégales, on placera la plus petite aussi près que possible du point à atteindre et l'autre à une distance plus ou moins grande, mais assez considérable. C'est en somme le procédé, indiqué à l'Électro-diagnostic, pour provoquer l'excitation des nerfs moteurs ou des muscles.

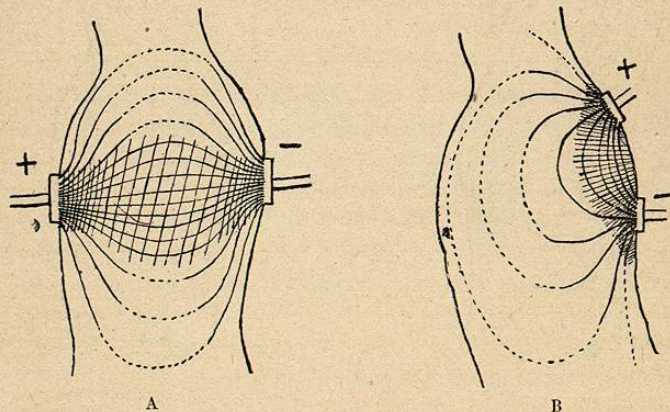


FIG. 9 (d'après Erb). — Schémas de la distribution et de la densité du courant relativement à sa direction dans le corps.

A, quand il est dirigé transversalement à travers le corps; — B, quand on applique les électrodes sur la même surface, l'une près de l'autre. — Les fils de courant inertes sont ponctués. La ligne de la plus grande densité est ombrée.

2° Pour localiser le courant *sur une étendue plus grande mais toujours peu éloignée de la surface* (le deltoïde, par exemple, le vaste interne de la cuisse, l'articulation du genou, etc.), on choisira deux électrodes égales, de dimensions moyennes, et on les placera, assez rapprochées l'une de l'autre, sur l'espace à électriser, de façon que les lignes les plus courtes, qui les réunissent au-dessous de la peau, couvrent bien cet espace.

3° Lorsqu'on veut atteindre avec le courant *des parties plus ou moins étendues, situées dans la profondeur des tissus* (la moelle épinière, par exemple), il faut prendre deux grandes électrodes et les appliquer, aussi éloignées que possible l'une de l'autre, au-dessus de la partie à atteindre; si elles étaient rapprochées, en effet, la plus grande partie du courant resterait dans le voisinage de la peau, tandis que, lorsqu'elles sont éloignées, un plus grand nombre de cou-

rants dérivés ou de traînées de courant, suivant l'expression d'Erb, pénètrent dans la profondeur (voir fig. 10).

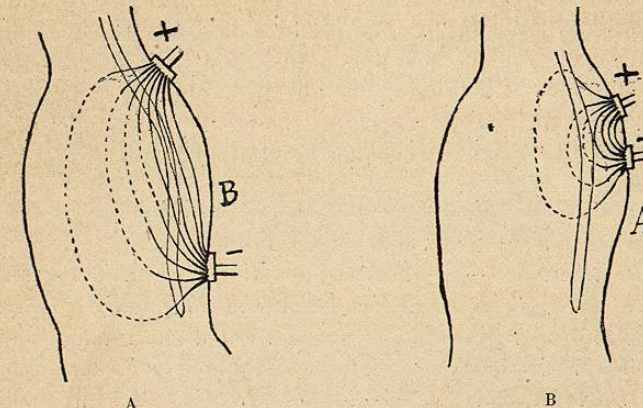


FIG. 10 (d'après Erb). — Schémas de la distribution et de la densité du courant relativement à sa pénétration dans la profondeur (ici dans la moelle épinière).

A, quand les deux électrodes sont rapprochées; — B, quand elles sont très éloignées l'une de l'autre.

4° S'agit-il, enfin, de localiser le courant *sur un point déterminé situé dans la profondeur des organes*, on prendra deux électrodes assez grandes que l'on placera d'une façon diamétralement opposée, de manière que le point à atteindre se trouve sur le trajet direct réunissant les deux électrodes. C'est le procédé à employer pour atteindre un point déterminé et peu étendu de la moelle épinière, ou un point situé dans la profondeur du cerveau (fig. 11).

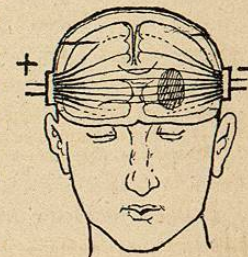


FIG. 11 (d'après Erb). — Schéma de la meilleure application des électrodes pour amener un foyer pathologique situé dans la profondeur de l'hémisphère cérébral gauche dans la zone des fils de courant les plus denses et les plus actifs.

Il faut aussi tenir grand compte de la densité du courant lorsque l'on veut éviter ou diminuer, autant que possible, les effets de son action chimique sur la peau. Ceux-ci sont d'autant plus marqués, pour une même intensité, que le courant est plus dense, et, si son application est un peu prolongée, elle peut produire des eschares. Pour obvier à cet inconvénient, il faut choisir des électrodes de dimensions convenables et suffisamment grandes, ne pas employer de courants trop intenses avec des électrodes petites, ne pas laisser trop longtemps celles-ci sur un même point, mais les changer souvent de place; il faut avoir soin aussi que les électrodes soient bien

mouillées et bien recouvertes de leur garniture et qu'aucune partie métallique n'en soit directement en contact avec la peau.

Les courants galvaniques peuvent être appliqués, dans un but thérapeutique, de différentes manières : 1° soit en les laissant agir aux mêmes places d'une façon continue, plus ou moins prolongée : courant *constant* ou *stable* ; 2° soit en promenant plus ou moins rapidement un des pôles sur la région à électriser, courant *labile* ; 3° soit en utilisant les excitations produites par les *chocs de fermeture et d'ouverture*, en établissant et en interrompant brusquement le courant, ou encore en utilisant les excitations produites par le *renversement du sens du courant* : alternatives voltaïques.

1° *Courant stable*. — Ce mode d'application du courant galvanique consiste à faire passer d'une façon constante et continue, pendant une durée plus ou moins longue, un courant d'une intensité déterminée à travers les parties que l'on veut soumettre à son action. Il convient souvent, dans ces conditions, d'éviter les fluctuations brusques de potentiel et les chocs de fermeture et d'ouverture ; pour cela, on arrive graduellement à l'intensité que l'on veut donner au courant par deux procédés : soit en introduisant progressivement dans le circuit un nombre croissant d'éléments, à l'aide du collecteur, soit en diminuant progressivement à l'aide du rhéostat la résistance que le courant doit surmonter. Le premier procédé, le plus généralement employé, permet bien d'éviter les chocs de fermeture et d'ouverture, mais laisse encore se produire des fluctuations de potentiel assez prononcées ; pour obvier à cet inconvénient, il convient dans certains cas, notamment dans la galvanisation de la tête, d'intercaler dans le circuit une résistance assez considérable (5000 à 10 000 ohms, par exemple) ; de cette façon les fluctuations de potentiel sont très atténuées et l'intensité du courant croît plus lentement ; mais il faut introduire dans le circuit un bien plus grand nombre d'éléments pour atteindre la même intensité. Les mêmes dispositions doivent être observées lorsque l'on veut faire cesser l'action du courant stable, sans choc d'ouverture et sans fluctuations accusées de potentiel : avant d'enlever les électrodes, on ramène progressivement l'intensité du courant à zéro ou à une quantité extrêmement faible, soit à l'aide du collecteur d'éléments, soit à l'aide du rhéostat.

Le mode d'action du courant stable ou continu, sur l'organisme, est complexe et encore assez mal connu. On en a cherché l'explication dans les effets que l'on sait communément produits par les courants galvaniques : effets calorifiques, mécaniques et chimiques. Les effets calorifiques, en raison des faibles intensités que l'on emploie en médecine, sont toujours insignifiants et à peu près

négligeables¹ ; les effets mécaniques, dans le cas de courant stable, ne consistent guère qu'en effets *cataphoriques* plus ou moins accusés, c'est-à-dire de transport des liquides de l'organisme et des produits mis en liberté par l'électrolyse ; les effets chimiques ou *électrolytiques* consistent dans la décomposition ou électrolyse des substances et des liquides de l'organisme, les produits électro-négatifs de cette décomposition, parmi lesquels sont les acides, se portent vers le pôle positif, et les produits électro-négatifs, comprenant les bases et les alcalis, au pôle négatif ; cette action chimique est souvent assez marquée, comme le prouvent, dans certains cas, les eschares qui se produisent sur la peau et qui lui sont principalement dues.

A ces divers effets du courant continu il faut ajouter les effets appelés *catalytiques* par Remak. On désigne sous ce nom des effets, encore assez peu connus et mal définis, qui sont produits sur la nutrition intime des tissus, et qui résultent de l'excitation directe ou indirecte déterminée par le courant continu et des modifications apportées dans les circulations sanguine et lymphatique, les phénomènes d'osmose, les courants électro-capillaires de Becquerel, la constitution moléculaire des éléments organiques, etc.².

Dans les applications thérapeutiques des courants continus on a cherché à rapporter les modifications observées soit à l'action polaire, soit à la direction du courant ; mais, malgré le grand nombre de recherches dont elles ont été l'objet, les actions thérapeutiques, dues à telle ou telle direction du courant ou à l'application de tel ou tel pôle, sont encore mal déterminées et donnent lieu parfois même à des opinions contradictoires. Tandis que pour les uns le courant ascendant serait excitant et le courant descendant calmant, ce serait l'inverse pour d'autres ; d'autres encore regardent comme à peu près indifférent le sens de la direction du courant. Depuis que Chauveau et Brenner ont introduit en électro-physiologie et en électro-thérapie la méthode polaire, on y a eu souvent recours et l'on admet générale-

1. Il ne s'agit ici que des effets calorifiques produits directement par le courant et non des phénomènes de calorification qui peuvent être produits par l'excitation des filets nerveux du grand sympathique.

2. Dans ses recherches sur les modifications produites dans les phénomènes respiratoires par les différents modes d'électrisation : courants galvaniques, courants faradiques, électricité statique, courants sinusoïdaux, M. d'Arsonval a trouvé que, de tous les genres d'électrisation, les courants galvaniques (dans leur mode continu) étaient ceux produisant le moins d'effets : ils n'augmentent pas sensiblement la capacité respiratoire du sang, l'exhalation de l'acide carbonique, etc. Ces résultats ne concordent guère avec les effets thérapeutiques généralement attribués aux courants continus ; peut-être ces effets dépendent-ils, comme le fait remarquer M. d'Arsonval, d'autres phénomènes, modifications de la nutrition intime, de la structure moléculaire et de l'activité fonctionnelle de certains éléments organiques.