

sur un point très-peu excitable de la surface du corps; l'électrode qui communique avec le second pôle est tenu dans l'une des mains de l'opérateur qui passe rapidement la face dorsale de sa main libre sur les points qu'il veut exciter, après avoir desséché la peau du malade à l'aide d'une poudre absorbante (poudre de lycopode ou de riz). Le second mode est l'électrisation cutanée par les *corps métalliques pleins*, cylindriques ou coniques, qu'on promène plus ou moins rapidement sur les parties malades après les avoir mis respectivement en communication avec les pôles de l'appareil. Le troisième mode est l'électrisation cutanée par les *fils métalliques* ; ces fils sont employés sous forme de vergette ou de balais enfermés dans des cylindres qui sont tenus par des manches isolants; tantôt on parcourt, avec ces fils qui servent d'électrodes aux courants, la surface malade; tantôt on frappe légèrement la peau avec leurs extrémités, ce que M. Duchenne appelle la *fustigation électrique*; tantôt on laisse les fils en place aussi longtemps que le malade peut les supporter: ce dernier procédé, qui est rarement supporté par les malades, peut être désigné sous le nom de *moxa électrique*. Les trois procédés diffèrent notablement quant à leur degré d'énergie et aux sensations qu'ils développent; ainsi l'application de la main électrique ne produit de sensation un peu vive qu'à la face, et cette sensation est celle d'une brosse rude qui déchire la peau. Les électrodes métalliques pleins agissent plus fortement que la main électrique; mais ils sont aussi impuissants sur plusieurs parties du corps, en particulier sur les mains et sur la plante des pieds. Les fils métalliques augmentent dans une proportion énorme la puissance de l'électrisation sur la sensibilité de la peau; lorsqu'on les laisse en place, ils occasionnent une sensation semblable à celle qui serait produite par des aiguilles brûlantes enfoncées dans les tissus; au dire des malades rien n'égale la sensation produite par ces fils, pas même le feu tel qu'on l'applique par le moxa ou la cautérisation transcurrente.

L'électrisation des organes internes a été un objet de longues recherches de la part de M. Duchenne, qui a dans ce but donné des formes plus ou moins variées aux conducteurs

destinés à porter le courant dans ces organes; mais c'est surtout à l'électrisation des organes des sens qu'il a apporté un soin tout particulier en indiquant les moyens à employer et les précautions à prendre pour opérer dans ces cas. Nous y reviendrons un peu plus loin en nous en occupant au point de vue thérapeutique. Nous nous bornerons seulement à une remarque relative à l'effet différent, soit *différentiel*, comme l'appelle M. Duchenne, des deux courants d'induction sur l'organe de la vue.

Nous avons déjà dit que M. Duchenne avait trouvé que dans la machine à induction, l'extra-courant, c'est-à-dire celui qui est produit dans le fil inducteur au moment de la rupture du circuit, ne jouissait pas des mêmes propriétés que le courant induit dans le second fil. Ce dernier non-seulement agit plus puissamment sur la rétine, mais aussi excite plus vivement la sensibilité de la peau et pénètre plus profondément dans les tissus que l'extra-courant, lequel au contraire excite plus vivement la sensibilité et la contractilité des muscles et de quelques organes sous-cutanés. La différence entre les propriétés physiologiques et thérapeutiques des deux courants est telle qu'on ne doit pas employer indifféremment l'un ou l'autre dans la pratique. Nous avons déjà indiqué que cette différence tient essentiellement à ce que le courant induit proprement dit est produit dans un fil beaucoup plus long et plus fin que l'extra-courant, ce qui fait qu'il a plus de tension; qu'en outre il est plus instantané en général, et enfin qu'il est composé de deux courants dirigés alternativement en sens contraires, tandis que l'extra-courant ne se compose que d'un seul courant induit dirigé toujours dans le même sens. Les diverses expériences de M. Duchenne s'expliquent très-bien sans aller chercher ailleurs la cause des effets différents des deux espèces de courants. Ainsi, il trouve qu'en se servant de l'hélice à fil long et fin, pour conduire le courant, l'extra-courant qui est produit dans ce cas n'a plus les propriétés des courants induits dans cette même hélice quand elle est sous l'influence d'une hélice à fil gros, qui est traversée par le courant de la même pile; cela tient à ce que dans le premier cas le courant inducteur est tellement affaibli que l'extra-courant est lui-même peu

puissant; tandis que dans le second cas, la force du courant inducteur devenant beaucoup plus considérable à cause de la conductibilité meilleure de son circuit, le courant induit auquel il donne naissance est énergique en même temps qu'il a beaucoup de tension, à cause de la longueur et du petit diamètre du fil dans lequel il est développé. Cette différence entre les hélices explique aussi pourquoi le trajet à travers une même quantité d'eau affaiblit beaucoup plus l'extra-courant que le courant induit. Il faut faire extrêmement attention, dans les questions de cet ordre, à tenir compte de toutes les parties d'un circuit. Ainsi, lors même qu'on a rendu deux courants égaux au moyen d'une certaine résistance interposée dans leur circuit et différente pour chacun d'eux, il n'en résulte pas du tout qu'ils soient aptes à surmonter la même résistance. Nous croyons que c'est faute d'avoir apprécié toutes ces circonstances, que M. Duchenne a cru trouver une différence spécifique entre les deux sortes de courants induits, différence qui ne tient, comme toutes celles qui existent entre les courants, qu'à ce que l'un des courants, l'extra-courant, est plus fort en quantité, et l'autre, le courant induit, plus fort en intensité, soit en tension. Ajoutons que le courant induit proprement dit se compose de courants dirigés alternativement en sens contraires, circonstance qui joue un rôle important dans son action physiologique, et qui peut, en partie du moins, contribuer à la différence d'effets observée par M. Duchenne.

Ce n'est pas seulement le fait d'être dirigés alternativement en sens contraires, qui donne aux courants induits certaines propriétés particulières; mais la rapidité plus ou moins grande avec laquelle ils se succèdent exerce, indépendamment de leur direction, une très-grande influence sur leur effet physiologique. La vitesse des intermittences contribue à augmenter l'étendue de la contraction musculaire, parce que les fibres musculaires ne se relâchant que peu ou point dans l'intervalle des contractions, chaque excitation raccourcit de plus en plus le muscle; mais cette vitesse n'influe nullement sur l'énergie de la contraction qui ne dépend que de l'intensité du courant. Qu'on fasse contracter, par des intermittences alternativement rares

et rapides, un muscle paralysé dont l'irritabilité est intacte, par exemple le fléchisseur des doigts, et qu'on attache un poids à l'extrémité des doigts mis en mouvement par la contraction de ce muscle, l'on verra que les intermittences rapides ne donnent pas à ce muscle la force de soulever un poids plus lourd que les intermittences rares. Mais si l'intensité de la contraction musculaire n'est pas augmentée par la rapidité plus ou moins grande des intermittences, il n'en est pas de même de la sensation qui devient des plus douloureuses, presque tétanique, quand la vitesse est considérable; cette vitesse augmente aussi la puissance tonique des muscles et elle peut, lorsqu'elle est longtemps prolongée, aller jusqu'à produire la contracture. La contraction musculaire et la sensibilité électro-cutanée augmentent également d'une manière notable avec la rapidité des intermittences, indépendamment de l'intensité propre des courants qui se succèdent. Il résulte de ce qui précède que l'emploi des intermittences rapides est précieux dans bien des cas: d'abord quand il s'agit de l'étude de l'action individuelle des muscles, parce que les intermittences rapides peuvent produire des contractions artificielles qui imitent parfaitement les mouvements volontaires, tandis qu'avec les intermittences lentes on ne peut avoir de contractions musculaires sans tremblement, ce qui, par exemple, empêche lorsqu'il s'agit de la face, d'observer exactement l'influence que l'action individuelle des muscles exerce sur l'expression du visage. La faculté que possèdent les courants qui se succèdent rapidement d'agir plus fortement sur la sensibilité musculaire, trouve encore d'heureuses applications thérapeutiques dans les cas assez fréquents où les muscles ont perdu leur sensibilité; il en est de même pour les cas d'insensibilité de la peau; les courants induits, même les plus intenses, sont impuissants contre ces anesthésies, s'ils ne se succèdent pas avec une grande rapidité. Enfin M. Duchenne a encore utilisé de la manière la plus heureuse en thérapeutique la propriété que possèdent les courants d'induction rapides, d'augmenter la puissance de la tonicité musculaire, cette force qui ne sommeille jamais, qui, dans

l'absence des contractions volontaires, constitue la physiologie de la face, maintient les muscles dans leur attitude naturelle et qu'on peut comparer à la force d'un ressort qui, si elle venait à diminuer ou à augmenter, dérangerait le mécanisme le mieux combiné. Enfin l'expérience a montré que l'emploi des courants à intermittences rapides est nécessaire au traitement des atrophies musculaires, qu'elles soient ou non compliquées de paralysie.

Il est par contre des cas où les intermittences rapides pourraient être dangereuses; par exemple, lorsqu'à la suite de paralysies cérébrales il s'agit de rendre à des membres paralysés leur aptitude motrice, on risquerait, avec des courants trop intenses ou se succédant trop rapidement, d'exciter trop vivement la sensibilité générale et d'exposer ainsi le malade aux plus graves accidents. Quand bien même l'état des centres nerveux n'indiquerait pas d'éviter l'emploi des intermittences rapides, il n'est pas indifférent d'opérer l'électrisation avec ou sans douleur; car il y a des personnes, telles que les femmes et les enfants, qui, soit par défaut d'énergie, soit en raison de leur excitabilité nerveuse, ne peuvent la supporter; il faut donc avoir égard à cette circonstance pour modérer la rapidité des intermittences. Il est enfin des circonstances où l'application d'un très-petit nombre d'intermittences isolées est seule nécessaire, comme lorsqu'il s'agit d'exciter la membrane du tympan en cas de surdité, etc.

On voit donc que, de même qu'il importe de munir les machines d'induction d'un appareil destiné à graduer l'intensité des courants, de même il est indispensable de pouvoir faire varier à volonté le nombre des intermittences dans un temps donné. Sous ce point de vue, l'emploi d'une roue dentée qu'on manœuvre à la main est préférable au trembleur qui marche tout seul; aussi M. Duchenne se sert-il des deux procédés également pour rendre le courant discontinu, faisant usage, suivant les cas, de l'un ou de l'autre. Avec les machines magnéto-électriques, dans lesquelles la pile est remplacée par un aimant permanent, la rapidité avec laquelle on fait tourner les armures devant l'aimant détermine

directement celle avec laquelle les courants induits se succèdent.

Après cet examen de la méthode d'électrisation imaginée par M. Duchenne, nous devrions peut-être suivre son inventeur dans l'application qu'il en fait à l'étude physiologique des différents muscles de l'organisme, mais cette analyse nous conduirait beaucoup trop loin. Nous devons donc nous borner à une remarque importante, c'est que l'exploration électro-musculaire seule, tout en faisant connaître exactement l'action propre du muscle, apprend rarement quels sont ceux dont le concours lui est nécessaire pour obtenir le mouvement physiologique qu'il est destiné à exécuter, et sans lesquels il ne produirait le plus souvent que des accidents et des difformités; il faut y joindre l'observation pathologique qui enseigne quels sont les troubles qui surviennent dans les mouvements exécutés par un muscle en conséquence du défaut d'action synergique d'un ou de plusieurs autres muscles. C'est en opérant ainsi ce contrôle mutuel de l'expérimentation électro-physiologique et de l'expérimentation électro-pathologique, que M. Duchenne est parvenu à déterminer le rôle individuel de chaque muscle ainsi que la part des autres muscles dans l'action de chacun, et qu'il paraît avoir ainsi trouvé la clef de l'action musculaire synergique.

En se livrant à ces explorations musculaires, véritables autopsies faites sur le vivant, M. Duchenne est parvenu à découvrir l'existence assez fréquente d'atrophies musculaires, qui étaient confondues avec les paralysies ordinaires; ce sont principalement les faits pathologiques de ce genre observés dans toutes les régions, et sous les formes les plus variées, qui lui ont permis d'analyser avec le plus grand soin les fonctions des muscles de la main, de l'épaule, du diaphragme et de la face, et qui lui permettront d'étendre ses travaux électro-physiologiques aux muscles des autres régions. Un ordre de faits nouveaux et très-curieux, auxquels l'application de l'électrisation localisée a conduit M. Duchenne, est relatif à l'influence de la contractilité électro-musculaire et de la sensibilité musculaire sur les mouvements volontaires. Ainsi il a vu des muscles se contracter par la volonté, alors qu'ils avaient perdu la faculté d'entrer en action par l'excitation électrique; d'autres

fois il a vu des muscles que la volonté pouvait mettre en mouvement lorsqu'elle était aidée par la vue, rester dans l'inertie la plus complète quand l'action des yeux faisait défaut; phénomène dû, suivant M. Duchenne, à la perte de cette propriété musculaire qu'il a appelée, comme nous l'avons déjà dit, *conscience musculaire*.

Nous ne devons pas dissimuler que quelques objections graves ont été faites à certaines parties du système de M. Duchenne. Les principales sont celles de M. Remack, qui n'est pas disposé à admettre la distinction établie par M. Duchenne entre l'électrisation directe des muscles et leur électrisation indirecte par l'intermédiaire des filets nerveux, ne croyant pas que le muscle soit susceptible de se contracter par l'action immédiate de l'électricité, point que nous avons déjà eu occasion de traiter en détail¹. Ce physiologiste croit que le *point* anatomique particulier pour chaque muscle sur lequel les électrodes doivent être placés pour produire une contraction complète, n'est pas relatif à la direction des fibres musculaires, mais bien aux rameaux nerveux placés dans le muscle et qu'il s'agit d'introduire dans le circuit; ces points seraient les points latéraux des muscles, soit points d'entrée des nerfs moteurs; de ces points, en leur appliquant l'un des électrodes, on peut commander avec sûreté aux muscles pendant que l'on place l'autre électrode sur l'une ou l'autre ramification intérieure nerveuse. Nous ne suivons pas M. Remack dans les recherches au moyen desquelles il appuie son opinion tout en admettant les faits observés par M. Duchenne, qu'il interprète seulement d'une autre manière. Il arrive à conclure qu'il faut connaître les points des bords des muscles, c'est-à-dire les points d'entrée des nerfs, pour électriser les muscles d'après un plan et suivant un but déterminé; cette connaissance peut s'acquérir par l'anatomie, et même au moyen de l'électrisation localisée. Ce serait sortir des limites d'un ouvrage de la nature de celui-ci que d'entrer dans le détail des discussions soulevées entre M. Duchenne et M. Remack, soit sur l'objet même que nous venons de traiter, soit sur les questions relatives à l'irritabilité hallé-

¹ Tome III.

rienne¹ et la sensibilité musculaire, M. Duchenne continuant à admettre l'existence de cette irritabilité contre M. Remack qui la conteste, et persistant dans la distinction entre ces deux méthodes d'électrisation : l'une directe sans l'intermédiaire des nerfs, l'autre indirecte au moyen de l'excitation électrique des rameaux nerveux.

M. Remack, suivant une toute autre direction que M. Duchenne, conduit par les expériences de Nobili, de Matteucci et de M. Eckhard sur l'influence paralysante que dans la grenouille le courant voltaïque continu exerce sur un nerf moteur placé dans le circuit, avait trouvé que l'électrisation par un courant continu des nerfs moteurs dans l'homme, mettait en jeu les propriétés toniques des nerfs et des muscles antagonistes. Il était arrivé à croire, à la suite de nombreuses expériences, que les contractions toniques ou continues qui surviennent dans un membre pendant le passage d'un courant continu à travers un tronc nerveux, soit dans les muscles antagonistes, soit dans les muscles animés par ce nerf, sont de nature réflexe et peuvent par conséquent être produites aussi par l'excitation galvanique de certains nerfs cutanés. Il résulterait de là que l'excitation continue des fibres nerveuses sensibles, qui se produit, comme on le sait, par l'action du courant continu, peut se transmettre chez l'homme jusqu'aux centres nerveux et causer même des contractions continues des muscles qui sont en rapport avec les centres nerveux excités ainsi indirectement. A l'appui de cette idée, M. Remack a eu l'occasion, dans l'application des courants continus à la guérison des contractures, d'observer des phénomènes qui le forcèrent de supposer que la cessation des contractures n'est pas un fait purement périphérique, mais qu'elle est causée par une excitation des centres nerveux. Dans le cours d'un grand nombre de traitements, et en particulier de ceux des hémiplegies, il lui est arrivé de voir que la paralysie de la face ou de la langue, ou même la faiblesse intellectuelle étaient diminuées, quoique les courants voltaïques

¹ On désigne sous ce nom l'irritabilité dont on suppose que la fibre musculaire est douée, sous l'empire d'une action directe, et sans l'intervention d'aucun filet nerveux.

n'eussent été transmis qu'à travers les extrémités nerveuses. L'action du courant se transmettait donc jusqu'au centre nerveux, et il en résulterait, comme on le conçoit, des conséquences importantes pour la thérapeutique. Sans nier la possibilité de cette action réflexe, nous croyons qu'elle est beaucoup moins générale que ne le présume M. Remack, et que bien des phénomènes qu'il lui attribue sont simplement la conséquence d'une amélioration dans l'état des nerfs et des muscles soumis directement à l'action électrique, amélioration qui les rend plus susceptibles d'obéir à l'action émanée des centres nerveux eux-mêmes.

M. Duchenne, qui a fait aussi une étude assez détaillée de l'électrisation des extrémités nerveuses et de l'action réflexe, est arrivé à reconnaître que lorsque l'électrisation est bien localisée dans l'extrémité nerveuse, elle ne fait jamais entrer en contraction des muscles qui reçoivent des filets nerveux de nerfs placés au-dessus du point excité; mais que pour faire entrer en contraction ces muscles, il faut éloigner les électrodes l'un de l'autre, de manière à faire passer les courants, des terminaisons nerveuses dans les troncs nerveux, ce qui est une électrisation opérée par une sorte d'action réflexe. Cette électrisation se fait en général en mettant deux des extrémités de la personne, les deux mains ou les deux pieds, ou un pied et une main, chacun dans un bassin rempli d'eau où plongent les électrodes. L'électrisation par action réflexe agit en excitant les centres nerveux, un peu à la façon de la noix vomique ou des préparations analogues; cependant elle excite plus la sensibilité que la contractilité musculaire. M. Duchenne l'a en conséquence appliquée au traitement de certaines paralysies où l'on pouvait sans danger stimuler les centres nerveux; cependant il n'a pas eu à se féliciter en général de ce mode d'électrisation, qui expose quelquefois les malades à des douleurs profondes dans le trajet des nerfs dont les ramifications ont été excitées, douleurs qui ont souvent persisté sous forme de névralgies. Elle peut aussi donner lieu à des accidents graves lorsqu'il existe un travail inflammatoire vers les centres nerveux. M. Duchenne en cite un exemple remarquable, c'est celui d'un jeune homme de 22 ans qui, frappé d'une hémiplegie due à une

hémorragie cérébrale, avait cru, au bout d'un an qu'elle s'était à peu près dissipée, pouvoir faire cesser la contracture continue de quelques muscles, qui n'avait pas disparu entièrement, en produisant l'électrisation par action réflexe au lieu de limiter l'action électrique dans les muscles. En effet, il avait fait passer les courants induits de l'une de ses mains dans l'autre en saisissant les électrodes avec chacune d'elles. Sa vie fut plusieurs jours en danger, et il ne sortit de l'hôpital qu'après un long séjour, ayant conservé dans son côté droit des contractures plus fortes que celles qu'il avait voulu guérir.

§ 3. Examen des cas particuliers auxquels la thérapeutique électrique est applicable.

Maintenant que nous avons étudié d'une manière générale l'application des propriétés physiologiques de l'électricité à l'art de guérir, entrons dans quelques détails sur les cas particuliers dans lesquels cette application a été utilement réalisée, soit comme diagnostic, soit comme moyen thérapeutique, en cherchant à classer ces cas d'après les principes qui doivent servir de guide dans cette matière. Ces principes découlent de deux sources, l'une, l'expérience faite dans des cas pathologiques, l'autre les phénomènes physiologiques observés dans l'état normal.

Nous avons déjà dit que nous pouvions regarder comme démontré que l'électricité est le moyen de communication qui existe entre les centres nerveux et les muscles par l'intermédiaire des nerfs; nous avons réussi à déterminer l'état électrique naturel, soit des nerfs, soit des muscles, et la modification que cet état subit quand il y a action des centres à la périphérie, et de la périphérie aux centres. Cette modification consiste dans un déplacement moléculaire des particules des muscles et des particules des nerfs, analogue à celui qui s'opère dans les corps conducteurs, et en particulier dans les électrolytes tels que l'eau, quand ils transmettent un courant électrique; déplacement en vertu duquel les particules sont polarisées, c'est-à-dire se trouvent avoir leurs pôles semblables, tous tournés dans une même direction. L'existence de cette propriété