

muscles dénudés accidentellement, concours de circonstances qu'il est rare de rencontrer.

Dans certains cas d'hystérie on a trouvé à côté de l'anesthésie de la peau la sensibilité électro-musculaire conservée; dans d'autres cas on a trouvé le contraire, la sensibilité électro-musculaire affaiblie ou abolie avec conservation de la sensibilité cutanée. Dans diverses affections cérébrales et médullaires, dans des névrites périphériques, la sensibilité électro-musculaire peut être altérée; mais, pour les raisons déjà indiquées (excitation concomitante de la sensibilité de la peau, etc.), on ne peut guère tenir compte que des degrés un peu accusés de ses altérations et surtout de sa diminution.

Oeil. Rétine. Nerf optique. — Les appareils sensoriels céphaliques ne peuvent guère être explorés avec les courants faradiques; il faut en effet de forts courants faradiques, à tension élevée, pour produire de faibles sensations qui se trouvent masquées et troublées par les sensations simultanées produites sur les nerfs de la peau et de la sensibilité générale. Les courants galvaniques, au contraire, même faibles, produisent le plus souvent des sensations particulières, en rapport avec l'appareil sensoriel examiné. L'appareil de la vision est à ce point de vue parmi les plus excitable.

Lorsque de faibles courants galvaniques sont dirigés d'une tempe à l'autre, de la nuque au front, de la nuque aux paupières, etc., il se produit au moment de la fermeture et de l'ouverture du courant, et même à l'occasion de simples fluctuations de potentiel, une sensation lumineuse brève et rapide qui illumine comme un éclair le champ visuel; généralement cette sensation lumineuse s'accompagne d'une sensation colorée. Celle-ci varie souvent suivant les individus, mais reste la même pour un même individu; elle est toutefois différente suivant l'action de l'un ou l'autre pôle et le moment de cette action; généralement elle est la même qualitativement à NF et à PO, la même à PF et à NO. Lorsque les courants sont plus forts, la sensation lumineuse peut persister quelques instants après la fermeture et ne s'évanouit que peu à peu; la réaction d'ouverture, au contraire, reste habituellement brève, non persistante. Avec les courants un peu forts, la sensation lumineuse est plus claire au centre, plus sombre à la périphérie; le disque lumineux central a un diamètre de 4 à 6 millimètres; sa forme est circulaire, losangique ou polygonale; il ne se trouve pas sur l'axe visuel, mais de côté, à droite pour l'œil droit, à gauche pour l'œil gauche; la partie moins claire qui l'entoure, le halo, est souvent colorée différemment: pour les uns, le centre sera rouge, le contour bleu; pour d'autres, le centre est jaune, le contour lilas ou bleu; ou encore le centre sera bleu, le contour bleu plus pâle, etc. Suivant Nefel, la réaction optique envers le courant

galvanique se compose de deux effets: une sensation de lumière (éclair) et une sensation de couleur; chez les uns, la première est perçue plus nettement; chez d'autres, c'est la seconde; quelquefois l'une ou l'autre peut manquer. Pour Nefel, aussi, l'action du pôle positif aurait pour effet de diminuer la pression intra-oculaire et celle du pôle négatif de l'augmenter.

A quoi faut-il attribuer cette réaction optique produite par le courant galvanique? Quelques auteurs, Bénédic, Althaus, l'ont rapportée à une excitation réflexe provoquée par l'intermédiaire du trijumeau; mais, plus généralement, on l'attribue à une excitation directe de l'appareil nerveux visuel: rétine, expansions nerveuses ou tronc du nerf optique. D'ailleurs le bulbe oculaire et les milieux transparents de l'œil forment une voie de conductibilité facilitant l'accès des courants directs ou dérivés sur la rétine et les expansions optiques. Des recherches nouvelles de Hoche (de Strasbourg) ont montré que l'excitabilité galvanique de la rétine et de l'appareil nerveux optique était très grande et que, une électrode de 10 centimètres carrés étant placée sur les paupières fermées et l'électrode indifférente sur le sternum, le minimum des sensations galvaniques lumineuses apparaissait avec des courants très faibles, de $1/50$ à $1/5$ de milliampère. La première sensation lumineuse apparaît non à NF, mais à PF; NF et NO occupent un rang intermédiaire et PO vient en dernière ligne. C'est pour ces raisons, sans doute, que l'on peut voir des courants dérivés produire ces sensations lumineuses lorsqu'une des électrodes se trouve sur les joues, la nuque, le cou, parfois le dos, ou le sternum, même lorsque la seconde électrode est très éloignée.

La méthode d'exploration des sensations galvaniques lumineuses de l'appareil optique doit être une méthode polaire: l'une des électrodes sera placée sur les paupières fermées, l'autre sur la nuque ou sur le sternum. Même dans ces conditions, pour les raisons déjà exposées, il pourra se produire des sensations dans l'œil autre que celui qui est examiné; pour les éviter, on placera l'électrode indifférente sur la tempe du même côté que l'œil à explorer. Mais ici encore on rencontre de grandes difficultés dans cet examen pour faire rendre compte aux personnes observées des sensations qu'elles éprouvent. Une chambre demi-obscur et l'occlusion des yeux facilitent l'observation.

Il y aurait à rechercher les modifications quantitatives ou qualitatives de l'excitabilité galvanique de l'appareil optique qui peuvent se produire dans les affections de l'œil et de ses milieux transparents, dans les altérations de la rétine, de la papille, du nerf optique; dans les lésions cérébrales avec troubles visuels, etc. Des observations assez nombreuses ont été faites dans ces divers sens. Dans un cas

d'hémianopsie, Brenner a trouvé que le cercle lumineux galvanique était incomplet, échanuré; on a obtenu des résultats semblables dans des cas de décollement de la rétine. Assez souvent on a trouvé que les réactions galvaniques optiques se comportaient dans le même sens que le pouvoir visuel, étant comme celui-ci augmentées ou diminuées. Dans un cas de paralysie hystérique hémiplegique, Neftel a trouvé que la réaction galvanique optique faisait défaut, non seulement du côté paralysé, mais aussi du côté opposé. Rosenthal a trouvé aussi dans des cas d'anesthésie hystérique, avec amblyopie, de la diminution de la réaction galvanique optique du côté de l'anesthésie. Mais, de tous ces faits, il ne se dégage pas encore de lois générales utilisables pour l'électro-diagnostic.

Oreille. Nerf acoustique. — A l'état normal, l'exploration de l'excitabilité galvanique de l'appareil auditif est beaucoup plus difficile que celle de l'appareil visuel, à cause de la situation profonde des appareils de l'ouïe et du nerf auditif dans les os du rocher, nécessitant l'emploi de forts courants qui provoquent en même temps l'excitation des nerfs de la vue, des nerfs du goût, des nerfs et des muscles faciaux, et même du cerveau. Mais l'augmentation pathologique de l'excitabilité de l'appareil auditif a permis de se rendre compte des lois qui en régissent l'excitabilité et qui ont pu être vérifiées chez des personnes saines.

On a d'abord pratiqué l'exploration de l'appareil auditif à l'aide d'une fine électrode introduite dans l'oreille externe remplie d'eau (Brenner); mais ce mode d'exploration a l'inconvénient d'être douloureux et, de plus, l'eau contenue dans l'oreille externe trouble souvent l'examen par les bruits que provoque sa présence. Aussi Erb a-t-il remplacé ce mode d'exploration par un autre consistant à appliquer une électrode humide de dimensions moyennes immédiatement au-devant de l'oreille externe en appuyant un peu sur le tragus, l'électrode indifférente étant appliquée comme précédemment sur la nuque, le sternum, la main, etc.

A l'état normal l'excitation de l'appareil auditif provoque seulement à la fermeture pour le pôle négatif, à l'ouverture pour le pôle positif, des bruits : bourdonnements, sifflements, sons de cloches, etc., suivant l'intensité du courant. Il importe cependant de savoir que chez de nombreuses personnes on n'obtient souvent aucune réaction appréciable, en raison de la difficulté de provoquer l'excitation du nerf auditif; mais, lorsqu'on obtient une réaction, le bruit provoqué est plus fort et plus prolongé à NF qu'à PO. Avec des courants forts le bruit de NF se prolonge davantage, dure quelque temps pendant ND, en décroissant peu à peu; à PF et à NO il ne se produit aucun bruit à l'état normal, mais il peut s'en montrer, généralement plus

faibles qu'à NF et à PO, à l'état pathologique dans les cas d'hyperexcitabilité du nerf auditif. On a quelquefois rapporté, comme pour l'appareil nerveux visuel, les sensations produites par l'excitation galvanique de l'appareil auditif à une action réflexe provoquée par l'excitation du trijumeau; mais on admet plus habituellement qu'elles sont dues à l'excitation directe des organes nerveux acoustiques sans qu'on ait pu déterminer encore la part qu'y prennent le nerf acoustique, ses ramifications et ses expansions terminales.

Le simple fait que les sensations sonores se produisent facilement, avec des courants galvaniques relativement faibles, et sans provoquer une excitation simultanée un peu prononcée des nerfs voisins, nerfs de la vue, nerfs du goût, nerf facial, etc., indique déjà que l'excitabilité de l'appareil auditif est augmentée. L'augmentation simple de cette excitabilité se caractérise donc par la réaction plus facile de l'appareil acoustique, sans modification de la formule normale; l'augmentation de la réaction auditive est surtout prononcée à NF, elle existe aussi, mais moins accusée, à PO. Non seulement l'excitabilité est mise plus facilement en jeu, mais encore les sons provoqués sont plus forts, plus vifs et plus prolongés; lorsque l'augmentation est quelque peu développée, le bruit se prolonge indéfiniment pendant la durée du passage du courant avec le pôle négatif.

Dans le cas d'hyperexcitabilité du nerf acoustique, on peut rencontrer ce que Brenner a appelé *réaction paradoxale* de l'auditif. Elle consiste en ce que l'oreille non explorée réagit aussi par des bruits, comme si l'électrode indifférente était appliquée sur elle, c'est-à-dire au moment de la fermeture du courant lorsque l'oreille explorée et armée d'une électrode est examinée avec le pôle positif, et au moment de l'ouverture lorsqu'elle est examinée avec le pôle négatif.

Erb a expliqué cette réaction paradoxale par l'action que produit sur l'oreille non armée le pôle virtuel, et le schéma ci-dessus (fig. 7) fait comprendre que l'oreille non explorée réagit, en somme, conformément à la loi générale de l'excitation de l'acoustique. Dans le cas d'une affection unilatérale de l'oreille, lorsque l'exploration porte sur l'oreille saine, et tandis que celle-ci reste silencieuse, on voit se produire dans l'oreille malade, non armée, des bruits, coïncidant avec PF et NO au niveau de l'oreille saine. Il importe d'être prévenu de ce fait

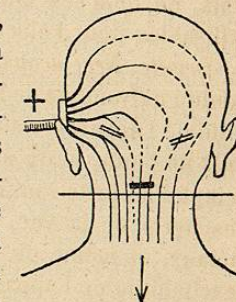


FIG. 7 (d'après Erb).
Schéma de la distribution du courant dans le crâne quand on arme une oreille avec le pôle positif. Radiation du pôle négatif virtuel suivant une coupe transversale du cou.

et de ne pas le prendre pour des modifications qualitatives de l'excitabilité du nerf acoustique.

L'hyperexcitabilité galvanique de l'appareil acoustique se rencontre parfois chez des personnes qui ne souffrent ou ne se plaignent d'aucune affection de l'oreille, ou qui ignorent que leurs oreilles sont malades; souvent elle est en rapport avec des affections auriculaires diverses, et, lorsque ces affections se prolongent, elle fait place à la diminution, puis à la perte de l'excitabilité.

L'hyperexcitabilité galvanique de l'acoustique se rencontre aussi dans les cas de bourdonnements nerveux d'oreille. On l'a trouvée dans des cas de fractures du crâne, de tumeurs intra-crâniennes, d'affections du système nerveux central, du cerveau ou de la moelle, de tabes, etc., dans le syndrome de Ménière. Assez souvent l'hyperexcitabilité auditive coïncide avec des troubles de l'appareil visuel. Jolly et Fischer l'ont constatée plusieurs fois chez des hallucinés de l'ouïe, parfois avec des anomalies qualitatives. Elle peut se rencontrer chez des personnes bien portantes dont l'appareil auditif a été excité longtemps et à diverses reprises par le courant galvanique.

La diminution de l'excitabilité galvanique de l'acoustique est difficile à estimer, puisque, comme nous l'avons vu plus haut, on n'obtient souvent qu'avec difficulté, ou même pas du tout, des réactions galvaniques de l'acoustique chez des personnes bien portantes. Dans le cas d'affection unilatérale, il est plus facile de reconnaître cette diminution d'excitabilité; elle se rencontre dans le cas d'affections anciennes de l'oreille ou d'affections graves généralement incurables.

Des anomalies qualitatives diverses dans la loi de l'excitabilité acoustique ou dans la qualité des bruits provoqués ont été rencontrées, accompagnées ou non d'hyperexcitabilité; mais il ne s'agit jusqu'alors que de faits isolés sans portée électro-diagnostique générale. L'examen électrique des oreilles, d'ailleurs, est souvent négligé, tant à cause des difficultés qu'il présente qu'en raison des sensations désagréables qu'il fait éprouver aux personnes qui y sont soumises.

Nerfs du goût. — Lorsqu'un courant galvanique atteint la muqueuse buccale, il provoque une sensation de goût, salée, métallique ou acide. Celle-ci apparaît avec des courants extrêmement faibles, aussi a-t-on souvent l'occasion de constater des sensations gustatives produites par des courants dérivés lorsqu'une des électrodes est appliquée dans le voisinage plus ou moins rapproché de la cavité buccale, sur les joues, la nuque, la tête, le cou, parfois même le sternum ou le dos. Mais les sensations gustatives sont plus nettes et plus accusées lorsque le courant principal passe transversalement d'une joue à l'autre ou est porté directement sur la langue ou sur la muqueuse buccale; elles se produisent non seulement à la fermeture et à l'ou-

verture du courant, mais encore pendant toute la durée de son passage. La sensation est plus accusée du côté du pôle positif où elle est acide, métallique que du côté du pôle négatif où elle est salée, alcaline même pour quelques auteurs. Cette différence dans la sensation produite aux deux pôles est un moyen commode souvent employé pour distinguer ceux-ci. A quoi faut-il attribuer ces sensations gustatives? On a voulu les rapporter principalement à l'action de l'électrolyse, mais on les attribue souvent aussi à une excitation directe des nerfs du goût.

Pour explorer l'excitabilité des nerfs du goût, on emploie surtout la méthode polaire: l'électrode indifférente est placée sur la nuque, le sternum, la main, etc., et l'électrode exploratrice sur l'une des joues (électrode humide) ou sur la muqueuse linguale ou buccale (c'est généralement alors une pointe sèche, métallique). On peut encore explorer la muqueuse linguale ou buccale avec deux pointes assez rapprochées l'une de l'autre, garnies d'une enveloppe isolante, et découvertes seulement à leur extrémité. Les modifications qualitatives de l'excitabilité des nerfs du goût ne sont guère connues. L'augmentation de l'excitabilité est difficile à estimer à cause de l'excitabilité très grande déjà à l'état normal et facilement mise en jeu par des courants extrêmement faibles, et l'on ne peut guère utiliser pour le diagnostic que la diminution ou l'abolition des sensations galvaniques gustatives. Elles se rencontrent principalement dans des altérations du nerf lingual ou du trijumeau, et dans certains cas de tumeurs intra-crâniennes; elles accompagnent souvent l'anesthésie hystérique; on a trouvé encore la diminution de l'excitabilité gustative dans certains cas de paralysie faciale.

Nerfs de l'odorat. — Les réactions électriques des nerfs olfactifs sont peu connues et présentent peu d'intérêt. Ces nerfs sont d'ailleurs relativement peu excitables et ne présentent guère de réactions, lorsque les courants ne sont pas dirigés directement sur eux. On a quelquefois provoqué leur excitation au moyen d'une électrode introduite dans la cavité nasale, remplie d'eau tiède, et l'on a constaté ainsi qu'à NF et à PO il se produisait une sensation olfactive particulière. Avec de forts courants dirigés extérieurement sur la racine du nez, on a quelquefois observé aussi la production des sensations odorantes, tantôt acides, tantôt ammoniacales. Dans l'état actuel des choses il ne peut donc être question d'électro-diagnostic pour les nerfs de l'odorat. Il est vraisemblable que l'on trouverait la diminution ou la perte des réactions électriques des nerfs olfactifs dans des cas où il existe de l'anosmie, comme dans certains cas de fractures de la base du crâne, de tumeurs cérébrales, d'anesthésie hystérique, etc.

C. MODIFICATIONS DE LA RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE DU CORPS HUMAIN. LEUR VALEUR SÉMÉIOLOGIQUE. — Par résistance électrique du corps humain on entend l'obstacle opposé par le corps au passage du courant; c'est l'inverse de la conductibilité. La résistance électrique n'est pas la même pour les diverses régions; ses différences atteignent pour certaines d'entre elles des proportions considérables; aussi, lorsqu'on veut comparer la résistance électrique d'un côté à l'autre du corps, ou d'un individu à un autre, faut-il avoir soin de placer les électrodes sur des régions identiques. Dans certains états pathologiques, la résistance électrique du corps, explorée dans des conditions semblables, présente parfois de grandes différences qui peuvent être utilisées pour le diagnostic.

On peut se faire une idée relative de la résistance du corps d'après l'intensité atteinte par un courant galvanique de force électro-motrice donnée; mais, lorsqu'on veut en prendre une notion plus exacte, il faut tenir compte de certaines conditions qui lui sont particulières, puis l'évaluer en *ohms*, c'est-à-dire en unités de mesure de résistance.

Parmi les divers procédés qui peuvent être employés pour mesurer la résistance du corps, nous ne parlerons ici que de deux. Dans le premier on évalue cette résistance par le calcul: pour cela, il faut connaître exactement, en unités de mesure, la force électro-motrice du courant employé, puis l'intensité qu'il a atteinte; ces deux termes étant connus, il est facile d'obtenir la résistance d'après la formule de Ohm: $R = \frac{E}{I}$. On comprend qu'il soit nécessaire, dans ce procédé, de disposer d'instruments (ampèremètre et voltmètre) précis, rigoureusement étalonnés et très sensibles. Dans le second procédé, on opère en substituant à la résistance inconnue du corps une résistance semblable facile à connaître; il suffit pour cela d'avoir à sa disposition un rhéostat étalonné en unités de mesure de résistance et un galvanomètre quelconque suffisamment sensible. On note la déviation atteinte par l'aiguille du galvanomètre pendant le passage du courant à travers le corps, puis, substituant au corps le rhéostat, on intercale dans le circuit, de façon à obtenir la même déviation de l'aiguille galvanométrique, un nombre de résistances convenables, dont la somme représente la résistance du corps. Il importe, on le comprend facilement, de se servir pour ces recherches d'une pile suffisamment constante, conservant la même force électro-motrice pendant toute la durée de l'observation¹.

1. On peut encore mesurer la résistance électrique du corps à l'aide du pont de Wheatstone. On trouvera la description de cet appareil et la façon de s'en servir dans ce but dans les traités de physique médicale. Voir notamment: LECERCLE, *Traité élémentaire d'électricité médicale*, 2^e éd., 1893; G. WEISS, La résistance électrique du corps humain (*Arch. d'électricité médicale*, 15 juillet 1893, n^o 7).

Parmi les conditions particulières, dont il faut tenir compte dans l'estimation de la résistance électrique du corps, nous signalerons spécialement: la durée du passage du courant, les points d'application des électrodes, les dimensions de celles-ci et la force électro-motrice du courant.

La résistance du corps, en effet, ne reste pas, comme celle d'un conducteur métallique, la même pendant toute la durée du passage du courant: elle diminue progressivement depuis l'instant où le courant est établi jusqu'à un moment où elle atteint un minimum et reste à peu près constante. Si l'on veut prendre une idée complète de la résistance du corps, il y a donc lieu de considérer: la *résistance initiale*, la résistance pendant sa période décroissante ou de *régime variable*, et enfin la résistance lorsqu'elle a atteint son minimum et sa période de *régime stable*. On peut arriver à ce résultat en notant l'intensité atteinte par le courant au début de l'observation, puis à intervalles réguliers, toutes les dix, les quinze, les trente ou soixante secondes par exemple, jusqu'au moment où son régime est devenu stable; on obtient ensuite la valeur des résistances correspondantes, soit par le calcul, soit par le procédé de substitution d'un rhéostat¹. Dans les applications cliniques, on se contente souvent d'évaluer la résistance du corps au bout d'un temps déterminé de passage du courant, une minute par exemple; si, de cette façon, on ne se fait qu'une idée relative de cette résistance, on obtient cependant des résultats susceptibles d'être comparés, dans une certaine mesure, d'une observation à l'autre. M. Vigouroux emploie depuis longtemps le procédé suivant²: il note, au bout d'une minute, l'intensité du courant traversant le corps, mesure la force électro-motrice du courant (tout en laissant en place les électrodes appliquées sur le corps, grâce à la disposition de l'appareil), puis évalue une seconde fois l'intensité du courant, le corps étant de nouveau compris dans le circuit; par le calcul il obtient la résistance en divisant la force électro-motrice par la demi-somme des intensités: $R = \frac{E}{\frac{I+I'}{2}}$.

Il importe de prendre en considération la force électro-motrice du courant employé. Avec un courant d'assez forte tension, en effet,

1. La polarisation des électrodes, qui se produit pendant le passage du courant, et peut-être aussi la polarisation des tissus, introduisent certaines causes d'erreur dans l'estimation de la valeur de la résistance du corps; toutefois les écarts qui en résultent sont peu considérables eu égard à la grande résistance du corps humain. On peut d'ailleurs écarter, dans une certaine mesure, ces causes d'erreur en employant des électrodes dites impolarisables, ou en tenant compte dans le calcul de la valeur contre-électro-motrice de la polarisation des électrodes que l'on mesurera au début et à la fin de l'observation.

2. R. VIGOUROUX (*Progrès médical*, 1887, t. I, p. 29, et 1888, t. I, p. 45 et 86).