

indépendamment des organes extérieurs correspondants, et déterminer ainsi la perception d'images qui n'existent pas par un phénomène analogue aux hallucinations ; c'est-à-dire indépendamment de toute impression des nerfs de la sensibilité spéciale ou générale.

C. — *Sommeil des parties présidant aux mouvements.*

Il est plus souvent complet qu'imparfait, et les rêves, ou actions des parties correspondantes du cerveau pendant que les autres se reposent, sont plus rares.

Il est des songes dus à l'activité de l'instinct de conservation spontanée, ou suscités par une sensation interne générale qui peuvent donner lieu à une idée de crainte des plus vives, sans réveiller ou mettre en jeu l'activité des parties qui président aux mouvements. C'est ce que montrent les rêves dans lesquels, agité par la crainte, on ne peut exécuter les mouvements qu'on a pourtant l'intention de produire, ce qui augmente encore l'état pénible dans lequel on se trouve ou dans lequel on ne peut articuler des mots exprimant des idées dont pourtant on garde le souvenir.

Les cas dans lesquels les parties du cerveau présidant aux mouvements veillent ou dorment incomplètement durant le repos complet des autres, ne sont pas rares. Ce sont les cas dans lesquels on exécute des mouvements même violents, tandis que l'absence d'idée correspondante dont on ait le souvenir lors du réveil, indique un sommeil ou repos complet des organes de la pensée. D'autres fois, ce sont des paroles, ordinairement incohérentes alors, qui ont été prononcées sans que reste le souvenir d'idées correspondantes.

Il est des circonstances dans lesquelles des hommes peuvent être dans un repos ou sommeil, soit profond, soit seulement léger, tant des organes des sens que de l'intelligence, qui pourtant exécutent des mouvements ; tels sont ceux qui dorment à cheval, ou debout, voire même en marchant. Il y a ici maintien en activité des parties de l'encéphale présidant aux mouvements, tandis que les autres reposent.

Dans des cas de veille ou de sommeil incomplet des parties qui président aux contractions, tandis que les autres dorment, on voit se manifester des mouvements dont nous n'avons point conscience et ne conservons nulle mémoire, qui se rapprochent ainsi des mouvements par actions réflexes. Telles sont les circonstances dans lesquelles un homme endormi répond, d'une manière rarement cohérente, à des questions adressées. Il ne faut pas confondre ce cas avec les rêves de l'ordre de ceux indiqués dans la section précédente, dans lequel le dormeur fait rentrer les sensations

tactiles ou auditives intercurrentes et répond d'une manière conséquente à ses perceptions ou aux idées qu'il poursuit, selon l'intensité des unes ou des autres. C'est aussi un rêve des parties présidant aux mouvements ou du sommeil incomplet, que celui dans lequel nous changeons de position en dormant, pour en chercher une plus commode, ou repoussons les objets qui nous touchent ou nous couvrent, sans que le souvenir d'une idée correspondante ni de l'acte lui-même nous reste. Le sommeil des autres parties du cerveau, avec veille de celles qui président aux mouvements volontaires, nous place alors à l'égard de celles-ci dans un état semblable à ce qui a lieu pour les actions réflexes qui président aux mouvements respiratoires. On sait que les parties qui président à ces actes ne dorment pas, ou ne le font que très légèrement dans les limites du faible ralentissement de la respiration qui accompagne le sommeil des sens, de la pensée et de la motricité volontaire.

Du somnambulisme. — Dans le somnambulisme naturel, on observe un sommeil de la sensibilité générale, quelquefois aussi du toucher, ou de l'odorat et du goût, soit ordinaire, soit plus profond que dans les conditions habituelles, mais avec *rêve* ou *activité des parties encéphaliques qui suscitent les mouvements* ; avec conservation aussi de l'activité de l'ouïe, de la vue, d'une partie de la totalité des organes présidant aux idées instinctives et intellectuelles.

Toutefois, ce qui caractérise surtout cet état et en fait une forme particulière de rêve, c'est que : 1° Le repos ou sommeil de la partie du cerveau qui perçoit les impressions transmises par les trois premiers de ces sens, cesse dès qu'ils sont soumis à une impression étrangère à celles qui se rapportent aux idées que poursuit le somnambule ; tellement qu'il revient à lui lorsqu'il rencontre un obstacle imprévu, lorsqu'on le touche ou le retient en sens contraire du but qui dirige ses mouvements dans cette sorte de sommeil et aussi lorsqu'on lui fait goûter quelque corps ou lui fait sentir une odeur, étrangers au but qu'il se propose d'atteindre. Il en est, du reste, à peu près de même, lorsqu'on fait entendre un bruit ou fait apparaître une lumière intense et d'une manière inattendue.

2° Ce qui caractérise encore ce mode des rêves, c'est cet état des parties qui perçoivent les sensations (visuelles ou auditives surtout), qui fait que nous percevons tel ou tel ordre d'impressions seulement. C'est comme lorsque très actif à poursuivre un travail intellectuel, nous ne percevons pas un bruit ou un objet voisin, qui, une fois la tension de l'intelligence achevée, nous frappent et dont nous nous

étonnons de n'avoir pas constaté plutôt l'existence, puisqu'elle était réelle et de durée antérieure à notre observation.

3° C'est enfin un état analogue au précédent d'activité de certaines des parties de l'intelligence (tandis que les autres dorment). Quant à la régularité des mouvements ou des paroles correspondantes aux idées poursuivies dans cette sorte de rêve, elle suit la régularité de ces dernières; mais encore elles diffèrent moins de celle des autres rêves que les phénomènes sensitifs et intellectuels précédents.

Toutefois l'état de veille ou de sommeil incomplet des parties prédominantes aux mouvements est ici des plus manifestes et rattache le somnambulisme au sujet dont il est question dans cette section.

Le *somnambulisme* est susceptible de mille degrés, depuis celui où, excité par un rêve, on tient des discours suivis, on se lève de son lit, jusqu'à celui dans lequel sont exécutés les mouvements les plus complexes et les plus délicats. On a, en effet, des exemples d'individus qui, pendant leur sommeil, voient, entendent, marchent, écrivent, peignent, font des vers, de la musique, prononcent divers discours, répondent avec justesse aux interrogations qui leur sont faites. Lorsque les actes auxquels se livre le somnambule sont accompagnés de danger, il n'en a pas conscience. C'est ainsi qu'il gravit sur des toits, qu'il traverse des endroits périlleux, ce qu'il ne ferait pas pendant la veille, uniquement à cause de la connaissance du danger. Il voit, il entend, mais il ne voit, il n'entend que ce qui se rapporte aux idées qui l'occupent. Ce qu'il y a de curieux, c'est que le somnambule perd toujours le souvenir de ce qu'il a fait, tandis que dans les rêves, le souvenir des pensées et des mouvements qu'on a voulu faire persiste; mais du reste, dans les rêves, les sens endormis n'étant pas là pour vérifier si les actes ont réellement été accomplis, le souvenir de leur réalité ne reste pas plus que dans le somnambulisme. C'est qu'en effet, dans le somnambulisme, le sommeil est profond pour la sensibilité générale, les instincts et même l'observation, comme l'action de marcher sans crainte sur le bord d'un toit, etc., le prouve, tandis que les sens, la méditation et les parties prédominantes aux mouvements sont actifs.

Les cas les plus simples du somnambulisme le lient plus nettement aux autres sortes de sommeils partiels ou rêves que ne le semble faire croire le tableau précédent. Tel est le somnambulisme que l'on observe chez les individus irritables, surtout les enfants, qui s'agitent dans le sommeil, s'assoient, appellent, crient, se laissent consoler, ouvrent les yeux en partie ou tout à fait, répondent même avec cohérence, reconnaissent et suivent la voix

d'une personne de préférence à une autre, mais qui cependant, malgré leur aptitude à exercer des mouvements volontaires et à recevoir des impressions sensorielles, sont plus ou moins difficiles à réveiller complètement. Cet état est celui dans lequel un interlocuteur peut s'emparer de l'ordre d'idées poursuivies par le somnambule de manière à les diriger à peu près comme il veut. Il ressemble à celui d'un homme qui commence à s'éveiller ou à s'endormir, avec lequel on peut s'entretenir, mais qui ne donne que des réponses confuses ou incomplètes, qui mêle ce qui se passe autour de lui avec les idées qu'il poursuivait déjà en rêvant ou encore au moment de l'assoupissement.

De l'hypnotisme.

Il peut se faire que le *somnambulisme arrive directement*, c'est-à-dire sans que l'individu passe par le sommeil; ou bien encore on peut mettre artificiellement une personne dans cet état particulier. C'est l'ensemble de tous les phénomènes qui se produisent alors que l'on a désigné sous le nom de *magnétisme animal*, mais d'après une hypothèse absolument en opposition avec la réalité; aussi l'expression *hypnotisme*, employée par Braid, est-elle préférable de tous points. Les faits suivants décrits par Braid et vérifiés par M. Robin sont les seuls positifs et se rattachent, comme on le verra plus loin, à la cause ordinaire des rêves.

Prenez un objet brillant (par exemple un porte-lancette) entre le pouce et les doigts indicateur et médian de la main gauche; tenez-le à une distance de 20 à 40 centimètres des yeux dans une position telle au-dessus du front, qu'il exerce le plus d'action sur les yeux et les paupières, et qu'il mette le patient en état d'avoir le regard fixé dessus. On fera entendre au patient qu'il doit tenir constamment les yeux fixés sur l'objet, et l'esprit uniquement attaché à l'idée de cet objet. On observera que les pupilles se contracteront d'abord; bientôt après elles se dilateront; et, après s'être ainsi considérablement dilatées et avoir pris un mouvement de fluctuation, si les doigts indicateur et médian de la main droite, étendus et un peu séparés, sont portés de l'objet vers les yeux, il est très probable que les paupières se fermeront involontairement avec une sorte de vibration. Après un intervalle de 10 ou 15 secondes, en soulevant doucement les bras et les jambes, on trouvera que le patient a une disposition à les garder, s'il a été fortement affecté, dans la situation où ils ont été mis. S'il n'en est pas ainsi, vous lui demanderez avec une voix douce de les garder dans l'extension; de la sorte, le pouls ne tardera pas à s'accélérer beaucoup, et les

membres, au bout de quelque temps, deviendront rigides et complètement fixés. On trouvera aussi que alors, à part la vue, tous les sens spéciaux, y compris le sens de chaud et de froid, la sensibilité musculaire, et certaines facultés mentales, sont d'abord exaltés, comme il arrive dans les effets primaires du vin, de l'opium et de l'alcool. Toutefois, après un certain point, à cette exaltation succède une dépression beaucoup plus grande que la torpeur du sommeil naturel. Les sens spéciaux et les muscles peuvent passer instantanément les uns de la plus profonde torpeur, et les autres de la rigidité tonique à la condition opposée, extrême mobilité et sensibilité exaltée; il suffit de diriger un courant d'air sur l'organe ou les organes que nous désirons exciter, ou les muscles que nous désirons rendre souples, et qui avaient été dans une sorte de catalepsie. Par le seul repos, les sens rentreront promptement dans leur premier état. Le succès presque invariable obtenu par M. Braid à l'aide de ce procédé paraît en partie dû à la condition mentale du patient qui, d'ordinaire, est prédisposé à l'hypnotisme par l'attente qu'il sera produit certainement, et par l'assurance d'un homme à volonté ferme, déclarant qu'il est impossible d'y résister. Toutefois, quand l'état d'hypnotisme a été ainsi provoqué un certain nombre de fois, le sujet peut, d'ordinaire, s'endormir lui-même facilement, en regardant son doigt placé assez près des yeux pour causer une convergence sensible de leurs axes, ou même simplement en se tenant tranquille et fixant le regard sur un point éloigné. En tout cas, la fixité des yeux est la circonstance qui a le plus d'importance, quoique la soustraction des autres stimulants ait une influence décidée pour favoriser la production de l'effet. On le voit, l'hypnotisme est la description scientifique de ce qu'on a exploité sous le nom de magnétisme animal. Dans l'hypnotisme, les sens acquièrent quelquefois une acuité singulière. Il en est surtout ainsi de la *sensibilité musculaire* (appelée à tort *sens musculaire*; voy. t. I, p. 443), par laquelle tous nos mouvements volontaires sont réglés, et qui, exaltée, peut remplacer complètement la régularisation pour laquelle on emploie habituellement la vue. De plus, il y a une facilité extrême à diriger les pensées de l'hypnotisé par le principe de *suggestion*, soit à l'aide de paroles, soit surtout (ce qui est très remarquable) à l'aide d'impressions venant de la sensation d'activité musculaire. Ainsi, suivant les attitudes qu'on donne à l'hypnotisé, des idées et des sentiments naissent en lui conformes à ces attitudes.

D'autres fois, après les mouvements des mains à distance devant les yeux et la face (mouvements appelés des *passes* par les adeptes du prétendu fluide, qu'on nomme *magnétiseurs*), il peut se produire

des effets très variables. L'un, sans éprouver le besoin du sommeil, accuse des sensations générales de chaud, plus rarement de froid; il s'établit aux mains, aux aisselles, à la figure, une transpiration abondante; le pouls devient plus fréquent, la respiration plus active, les douleurs nerveuses s'engourdissent et se calment, les paupières semblent légèrement pesantes, les membres comme enchaînés par la paresse. L'autre a des convulsions et des tremblements; un autre s'endort d'un sommeil profond et comparable au sommeil naturel; les autres tombent dans une sorte de somnolence douce, accompagnée de rêves, d'hallucinations qu'ils rectifient à leur réveil. Dans cette situation du corps et de l'esprit, il leur arrive souvent de percevoir vaguement ce qui se passe autour d'eux. Le magnétisme, comme art de faire dormir, existe chez les Toucoulaures; comme art de soulager les malades par des passes magnétiques, sans arriver au somnambulisme, il est connu des marabouts de toutes les nations du Sénégal. Quant un Toucoulaure veut endormir un sujet, il ne lui fait aucune passe, mais il lui pose ses deux pouces derrière les oreilles, et lui tient ainsi la tête pendant quelque temps en le regardant fixement; on voit aussitôt ses paupières s'appesantir et se fermer: il dort. Ce sommeil soulage beaucoup certains malades, mais il paraît qu'il n'arrive pas au degré du somnambulisme. Les Toucoulaures n'essaient jamais d'interroger la personne qu'ils magnétisent.

Si l'on veut considérer sérieusement les véritables guérisons opérées par les magnétiseurs, on verra qu'elles ont la même valeur que les guérisons de la médecine sympathique, et que l'on guérit avec le fluide magnétique comme Pyrrhus guérissait les maladies de la rate par des frictions opérées avec l'orteil de son pied droit, propriété qu'il partagea avec Vespasien. L'action curative des magnétiseurs est donc une pure illusion, et en cela on peut confronter ici deux catégories de thérapeutes qui ont les plus grandes affinités. Tandis que le magnétiseur guérit un fluide avec un autre fluide, nous avons les homœopathes qui guérissent l'idéal de la maladie avec l'idéal du remède. Rien d'ailleurs ne saurait excuser un système général de traitement qui entretient chez des personnes d'un esprit faible des croyances chimériques. Ainsi les procédés des magnétiseurs doivent être proscrits en thérapeutique comme étant à la fois inutiles et nuisibles. Le fluide magnétique administré de nos jours ne serait, dit-on, qu'une fraction très minime d'un fluide universel au moyen duquel s'établit (suivant la théorie des magnétiseurs) une influence mutuelle entre les corps célestes, la terre et les corps animés. En remontant au berceau des théories abstraites, on retrouve des entités semblables, qui, sous le même

nom ou sous celui d'âme du monde, servent à relier obscurément les connaissances humaines, et surtout à contenter le désir de tout expliquer. La facilité que l'on a à tromper les esprits ne tient pas seulement à la propriété que nous avons de transporter au dehors nos émotions intérieures sous une influence suffisante quelconque; elle se fonde encore sur la profonde ignorance scientifique où la masse des individus est plongée. Dans le phénomène des tables tournantes, on croit que la table peut tourner sans muscles, sans nerfs; qu'elle peut parler sans organes de la voix. Mais tout cela n'est rien à côté des esprits frappeurs, au moyen desquels toute notion scientifique, même dans l'ordre des phénomènes mathématiques, se trouve ébranlée. Ce qui contribue encore, vis-à-vis d'un grand nombre de personnes, au succès, heureusement passager, de ces exhibitions fantastiques, c'est qu'il n'est pas rare de rencontrer, parmi les croyants et les propagateurs, des personnes instruites dans les sciences. Mais cela ne saurait prouver qu'une chose, c'est que le jugement et le bon sens sont indépendants des acquisitions littéraires et scientifiques. Flint, puis Schiff, ont en effet montré, en expérimentant sur les inventeurs de ces jongleries, que les bruits qu'ils produisaient étaient dus à un léger déplacement préalable de la rotule, du tibia sur le fémur, ou du tendon du long péronier latéral ramenés ensuite brusquement à leur situation première. Ce déplacement est déterminé à l'aide de contractions musculaires dont on prend facilement l'habitude. Se fondant sur des connaissances physiologiques, ils ont pu déjouer facilement la tromperie en faisant placer la jambe de manière à rendre la contraction impossible. Quant au fluide magnétique, ce n'est, comme on le voit, qu'une hypothèse dénuée de preuves. Comment, en effet, démontrer l'existence d'un objet invisible, impalpable, impondérable, n'occupant aucune place, et qui ne se prête à aucun genre d'observation directe? Tel est pourtant le prétendu fluide magnétique, qui n'a pas plus de réalité que les autres fluides (nerveux, *aura seminalis*, etc.), et n'a jamais été constaté. Enfin, tout l'intérêt que, suivant quelques auteurs, il y aurait pour la physiologie à étudier le magnétisme, repose sur notre ignorance habituelle touchant la physiologie du cerveau, et se réduit à constater qu'il est assez facile de placer tel ou tel individu d'abord, puis une assemblée en totalité ou en partie, dans un état intellectuel tel que les données plus ou moins vagues obtenues du premier sont interprétées par l'autre dans le sens qu'elle désire ou vers lequel on a dirigé son attention. C'est dans une telle disposition cérébrale que se trouve l'explication de tous les effets singuliers du magnétisme, abstraction faite des jongleries dont on l'a entouré, effets variables suivant

les pratiques du magnétiseur, suivant la crédulité et la disposition cérébrale des assistants et des magnétisés. S'il s'agissait d'un agent aussi puissant qu'on le dit, personne ne pourrait s'y soustraire. Évite-t-on l'effet de la lumière, de la chaleur, du galvanisme? Non, sans doute; tandis que l'on ne magnétise pas qui l'on veut. Ceux qui résistent le mieux sont ceux qui ont le gros bon sens ou de vraies connaissances positives.

Les remarques précédentes, extraites pour la plupart d'un mémoire de M. Segond, sont entièrement confirmées par les observations de M. Robin fondées sur ses propres expériences.

L'hypnotisme ou somnambulisme artificiel se rapproche sous plusieurs rapports du somnambulisme naturel. C'est un état particulier des centres nerveux dans lequel la sensibilité générale surtout est modifiée. Variable, du reste, suivant les individus, il en est dans lesquels il ne diffère de l'hystérie que par moins d'intensité dans les convulsions et moins de perte de connaissance. Quelquefois il mène à une véritable attaque d'hystérie, après avoir déterminé tantôt de la loquacité, tantôt sur d'autres de la taciturnité et presque toujours des larmes sans cause bien prononcée. Quant aux facultés intellectuelles, elles sont manifestement dans cet état où l'individu est livré pendant les rêves au cours de ses idées seules se succédant de la manière la plus bizarre, sans contrôle des sens, pour en corriger les aberrations par examen de la réalité. Ce qui frappe le plus, physiologiquement, c'est une tendance, chez les sujets loquaces, à conserver une certaine suite dans les idées comme dans quelques rêves, de manière à faire une sorte de poème ou de drame vraisemblable ou non, d'après un mot ou une phrase adressée au sujet hypnotisé, par telle ou telle personne plutôt que par toute autre quelquefois. C'est une tendance à suivre d'après ce mot les choses qu'on pense ou qu'on a pensées sur ce sujet, à suivre une série d'épisodes, à propos d'un individu jusqu'à sa mort ou à quelqu'autre événement, en accompagnant la narration des gestes qu'on suppose qu'il fait en même temps que ce que l'on dit de lui; en manifestant des sensations analogues à celles qu'on croit qu'il éprouve, comme lorsque dans un rêve on croit suivre quelqu'un et en partager les sensations; comme, par exemple, celles de vomissement, en parlant du mal de mer, etc.

Ce qui permet de se tromper de bonne foi, pour qui ignore la physiologie du cerveau et celle du sommeil, c'est que comme dans les rêves où l'on interprète, en se les assimilant, tous les bruits qui se passent autour de nous sans nous éveiller, on peut avec une certaine insistance diriger la pensée de l'hypnotisé vers l'ordre d'idées que l'on veut en lui adressant des phrases qui s'y

rappellent. Mais il faut cependant une certaine insistence, car il revient souvent à la première chose qui l'occupait, après quelques mots sur la seconde. On peut donc, aux idées qui s'étaient présentées primitivement à l'esprit de l'hypnotisé et qu'il poursuit, intercaler plus ou moins facilement des idées nouvelles, de manière à détourner la pensée de sa première voie; mais dans la nouvelle il y a souvent des retours au premier ordre d'idées, bien qu'elles soient tout opposées aux secondes.

De l'aveu des personnes qui exploitent la crédulité publique sur cet ordre de choses, c'est par ce moyen qu'elles amènent les hypnotisées à parler dans le sens que désire le consultant sur la question posée ou sur l'objet touché, lorsque toutefois il y a hypnotisme. Je tiens, en effet, de personnes pouvant être hypnotisées et qui en étaient venues à s'en faire un moyen d'existence, que depuis qu'elles gagnent ainsi de l'argent elles ont toujours simulé l'hypnotisme, les discours vagues qu'il suscite et à plus forte raison tout ce qui concerne la divination des choses accomplies ou à venir.

C'est au fait de la description de choses possibles que commence l'intervention de l'absence de réflexions dans les interprétations. Si ce qui a été dit arrive, on en tient compte, comme de toutes les choses qu'on désire ou qu'on craint. Si le fait n'arrive pas on l'oublie, parce que rien ne tend à faire souvenir d'une chose dite au hasard et qu'on ne s'attendait pas à entendre dire ou qui intéresse peu. Si l'on note et fait attention à ce qui a été dit à cet égard, ainsi que je l'ai fait souvent, on verra que rien de ce qui a été annoncé comme devant arriver n'arrive, et que tout ce qu'on en dit tient à la tendance de l'esprit au merveilleux lorsque le savoir et l'habitude de l'observation ne le ramènent pas incessamment à l'examen de la réalité, sans prévention en faveur de l'extraordinaire.

ARTICLE II. — DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ.

On peut distinguer dans l'électro-physiologie trois ordres de phénomènes :

1° Ceux qui résultent d'une cause extérieure connue, comme la commotion due à l'étincelle, à la bouteille de Leyde, au courant de la pile, etc.; nous les appellerons, avec M. Pouillet, *phénomènes des courants extérieurs*.

Il importe de remarquer que dans cet ordre de phénomènes il ne s'agit pas d'une production d'électricité par l'animal sur lequel on expérimente, mais simplement des diverses manifestations et modifications des propriétés du tissu musculaire et du tissu ner-

veux soumis à l'influence de l'électricité extérieure. C'est donc en réalité dans l'étude des phénomènes de contractilité et des différents modes d'innervation que ce sujet devrait prendre place.

2° Ceux qui résultent d'une production d'électricité dans l'économie d'après des causes inconnues, et dans lesquels on peut constater cependant tous les caractères électriques. Ces sens appartiennent en propre au sujet de cette section.

3° Ceux que manifestent les poissons pourvus d'un appareil électrique et chez lesquels existe une véritable fonction correspondante dite *électrogénie* ou *fonction d'électrogénie*. Elle est même tellement importante que la moelle allongée ou la moelle spinale offrent une partie correspondante plus volumineuse que les espèces de poissons chez lesquels manque l'appareil. Nous n'avons point décrit la fonction correspondante avec les autres fonctions, parce que l'appareil manque chez l'homme; mais c'est dans les fonctions de relation du dedans au dehors, près de celle de locomotion, qu'il doit en être question; car les nerfs des appareils électriques proviennent des racines nerveuses antérieures, comme ceux des muscles.

§ I. — Phénomènes des courants extérieurs.

Volta est un des premiers qui aient examiné cette question et il se résume en ces propositions :

1° La contraction des muscles est presque certaine par le *courant direct*, c'est-à-dire par celui qui traverse les nerfs dans le sens de leur ramification, et elle n'a presque jamais lieu par le *courant inverse*, c'est-à-dire par celui qui, traversant les nerfs en sens contraire de leur ramification, se propage vers la colonne vertébrale.

2° La contraction qui se manifeste au premier instant du passage du courant cesse d'avoir lieu pendant que le courant continue avec la même intensité, et quelquefois elle se manifeste au moment où, le circuit étant rompu, le courant cesse de passer.

3° La grenouille galvanique devient toujours insensible au courant soit direct, soit inverse, qui l'a traversée pendant vingt-cinq ou trente minutes: mais elle reste très sensible au courant contraire, et elle peut aussi recouvrer sa sensibilité si, au lieu d'être soumise au courant contraire, elle est abandonnée au repos pendant quelques instants: de là le nom d'*alternatives voltaïques* donné à ce phénomène.

En 1800, Le Hot a reconnu que si le *courant direct* détermine la contraction au moment où elle s'établit, c'est au *courant inverse* qu'il appartient de la donner au moment où l'on supprime les com-

munications pour rompre le circuit; qu'il en est de même de la saveur qui résulte d'un seul élément, c'est-à-dire qu'elle se manifeste à la fermeture du circuit si le courant va de la langue au métal, et lors de sa rupture, si le courant va au contraire du métal à la langue.

En 1816, Bellingeri, en confirmant les résultats relatifs aux contractions, y ajoute cette circonstance importante déjà entrevue par Pfaff, Crève, et quelques autres physiiciens, savoir : que les contractions se produisent avec la même régularité et la même force lorsqu'au lieu de faire passer le courant direct du nerf au muscle et le courant inverse du muscle au nerf, on se borne à faire passer ces courants dans une certaine longueur du *nerf seul* après l'avoir isolé. S'il s'agit du courant direct, il se propage alors de l'extrémité du nerf la plus voisine de la colonne vertébrale à l'extrémité la plus voisine du muscle; s'il s'agit du courant inverse, son fil positif au contraire est mis en contact avec la portion du nerf la plus voisine du muscle et son fil négatif en contact avec la portion la plus rapprochée des vertèbres.

En 1817, Marianini prouve que le courant direct détermine une contraction au moment où il s'établit, et une sensation au moment où il cesse, et que le courant inverse produit dans un ordre inverse les phénomènes de contraction et de sensation; mais jusqu'à présent, les expériences des autres physiiciens ne paraissent pas confirmer cette loi dans toute sa rigueur.

En 1829, Nobili a constaté que les grenouilles galvaniques douées d'une grande vigueur éprouvent des contractions à peu près égales au moment de la fermeture du circuit, soit que le courant soit direct ou inverse, et que c'est seulement quand elles ont été un peu affaiblies que la loi observée par Le Hot se manifeste avec régularité. Il a constaté un second fait fondamental : c'est qu'en agissant sur les nerfs seuls et isolés, au moyen de l'un ou l'autre courant direct ou inverse, pourvu qu'il ait une certaine intensité, on peut déterminer des contractions tétaniques ou un tétanos électrique analogue peut-être, quand à l'effet, au tétanos ordinaire, sous la seule condition d'établir et de rompre le circuit, coup sur coup, à des périodes assez rapprochées. D'où il résulte, comme il le dit : « que le courant continu tend à hébéter les nerfs, et le courant discontinu à les exciter. »

En 1844, Longet et Mateucci, en isolant la racine antérieure des nerfs rachidiens pour en soumettre la plus grande longueur possible au courant direct et au courant inverse, ont obtenu des résultats exactement opposés à ceux que donnent les nerfs mixtes, c'est-

à-dire que dans la racine spinale antérieure, les contractions n'ont lieu qu'au commencement du courant inverse et à la rupture du courant direct.

En 1847, Mateucci donne pour conséquence de ses dernières recherches ce résultat digne d'attention, savoir : qu'en séparant les deux membres de la grenouille galvanique et en les disposant de telle sorte que le nerf de l'un soit traversé par le courant direct, et celui de l'autre par le courant inverse, fourni par une pile de Faraday de 15 à 20 éléments, le premier devient insensible, conformément à l'observation de Volta, après vingt-cinq ou trente minutes. Alors si l'on continue à faire passer encore le courant pendant quelques minutes, pour rompre ensuite le circuit, il arrive qu'au moment de la rupture, le membre qui était traversé par le courant inverse, au lieu d'être insensible, entre à l'instant dans une contraction tétanique qui est suspendue si l'on fait passer de nouveau le courant dans le même sens, mais qui persiste pendant plusieurs minutes si l'on maintient la rupture du circuit.

Telle est, dit M. Pouillet, auquel nous avons emprunté cet exposé, la série des résultats qui semblent les plus importants pour ce qui regarde l'action de l'électricité extérieure sur la nature organique. Nous ne voulons pas dire qu'ils sont tous incontestables, car il y en a qui paraissent contradictoires; mais plusieurs reposent sur des expériences dont l'exactitude a été vérifiée par divers observateurs. Quant aux autres, des recherches ultérieures ne manqueront pas de les confirmer ou de les réduire à ce qu'ils ont d'essentiellement vrai.

L'électricité d'origine extérieure peut, comme on voit, soit stimuler l'action de nos tissus diminuée ou troublée pathologiquement, soit en amener la perturbation, la diminution ou la cessation. De ces notions physiologiques on a fait un grand nombre d'applications à la thérapeutique. On emploie suivant les besoins : 1° soit les courants interrompus qui réveillent par secousses ou brusquement l'action propre des muscles ou des nerfs; suivant les cas, du reste, ces courants peuvent être modifiés de manière à produire des interruptions séparées par des intervalles de plusieurs secondes ou au contraire de durée fort courte. 2° On peut employer en outre les courants continus, directs ou induits, de manière à leur faire traverser un membre ou telle ou telle partie du corps. Influant alors sur la contractilité des parois des capillaires, ils modifient l'afflux des matériaux dans les organes traversés, de manière à produire des effets physiologiques lents, mais remarquables; ils sont la conséquence du retour à la régularité normale, ou des changements divers apportés dans la nutrition des éléments de ce

tissu et par suite dans l'état de ces derniers. Ces phénomènes, généralement négligés faute de connaître la nutrition dans les divers tissus, sont cependant des plus féconds en applications thérapeutiques pour les affections internes, les névralgies, etc.

§ II. — *Phénomènes des courants organiques.*

Les phénomènes dont il s'agit dans ce paragraphe ne traitent plus des modifications des propriétés des nerfs ou des muscles sous l'influence de l'électricité galvanique ou de celle d'induction, mais bien d'une production d'électricité par les tissus vivants comme résultat de leur activité spéciale ou de leur activité nutritive. Ainsi, par ce fait même qu'un muscle ou qu'un nerf, par exemple, entrent en action, ils dégagent une petite quantité d'électricité, qui se manifeste sous forme de courants. C'est un fait analogue à ceux dont nous avons parlé en disant que par ce fait seul qu'un tissu se nourrit, cette nutrition a pour résultat la production d'un peu de chaleur. Il importe donc de ne pas confondre les phénomènes traités dans le paragraphe précédent avec ceux dont il s'agit ici. Dans les premiers, l'action des tissus ou leurs modifications morbides ou dans un but thérapeutique étaient produites par l'application sur eux, soit de l'électricité voltaïque ou galvanique, soit de l'électricité par induction. Dans le second, la production d'électricité est un résultat de l'activité naturelle des tissus, de telle sorte qu'ils deviennent à leur tour une source d'électricité, qu'on peut les dire doués d'une force électro-motrice capable de produire des effets divers, faibles mais réels, tant sur les tissus d'autres animaux convenablement disposés, que sur les galvanomètres.

Dans ces phénomènes, Galvani soutenait l'électricité propre; Volta soutenait au contraire l'électricité d'origine étrangère au tissu: il fallait, pour décider cette question, que Nobili eût inventé son multiplicateur, qui a donné gain de cause à Galvani.

Avec cet instrument ce dernier physicien a constaté les faits généraux suivants:

1° La grenouille galvanique a un courant propre dirigé des muscles aux nerfs ou des pieds à la tête.

2° En disposant à la suite l'une de l'autre, dans le même ordre, plusieurs grenouilles galvaniques, on obtient une pile dont la tension va croissant avec le nombre des éléments, comme le démontrent les déviations croissantes du galvanomètre.

3° On constate la présence des faibles courants étrangers et leur direction en les faisant passer seulement par une portion libre du nerf de la grenouille; les contractions qu'elle éprouve accusent le

courant direct ou inverse, suivant qu'elles ont lieu à la rupture ou à la fermeture du circuit.

Plus tard, Matteucci, par un grand nombre d'expériences, est venu confirmer la doctrine de Galvani sur l'électricité propre.

Il a montré: 1° que dans tous les animaux à sang chaud et à sang froid, ou vivants ou récemment privés de la vie, il y a un courant électrique musculaire dirigé dans le muscle lui-même, de son intérieur à sa surface.

2° Que la grenouille rhéoscopique entre en contraction lorsque son nerf est mis en contact avec le muscle d'une autre grenouille ou avec celui d'un lapin, et que l'on détermine dans le muscle dont il s'agit une contraction prononcée, soit à l'aide d'un courant extérieur, soit par des actions mécaniques.

Dubois-Reymond a fait des recherches suivies que Pouillet dans son rapport à l'Institut résume ainsi:

1° Les nerfs, après leur section et pendant leur vitalité, c'est-à-dire pendant tout le temps qu'ils sont aptes à exciter des contractions musculaires ou à transmettre des impressions, donnent naissance à un courant qui est sensible au galvanomètre et qui, hors du nerf, est dirigé de la surface ou de la section longitudinale à la section transversale.

L'intensité de ce courant est dépendante de la position et de la distance des points par lesquels le nerf est introduit dans le circuit du galvanomètre: elle est nulle quand ces points sont symétriques par rapport à l'équateur du tronçon nerveux, considéré comme cylindre, c'est-à-dire au centre des sections transversales.

2° Les muscles de tous les animaux, pendant tout le temps qu'ils sont aptes à se contracter sous des influences quelconques, manifestent un courant analogue à celui des nerfs et soumis aux mêmes lois, tant pour la direction que pour l'intensité.

Sur quoi il faut remarquer que certains muscles, tels, par exemple, que le gastrocnémien et le triceps de la grenouille, offrent des sections transversales naturelles là où les faisceaux musculaires vont aboutir au tendon, les aponévroses musculaires n'étant alors que des revêtements de ces sections transversales naturelles.

3° En comparant les divers muscles entre eux, on observe que le courant est d'autant plus intense que le muscle est destiné à exercer une action mécanique plus grande, soit que cette action doive être volontaire ou involontaire: ainsi, les faisceaux du cœur, qui ne sont pas soumis à l'empire de la volonté, manifestent un courant énergique comme les muscles destinés à la vie de relation, qui sont tous faits pour obéir à la volonté; tandis que les faisceaux

musculaires des intestins montrent un courant très faible, comme n'ayant à exercer que de faibles actions mécaniques.

4° Lorsqu'on observe au galvanomètre le courant produit par le muscle gastrocnémien d'une grenouille, et que, par un moyen extérieur quelconque, électrique ou non électrique, on détermine dans le muscle des contractions répétées, on voit qu'à l'instant l'intensité du courant ordinaire et naturel auquel il avait donné naissance éprouve une diminution d'intensité des plus remarquables. Il en résulte que la contraction musculaire, quelle qu'en puisse être la cause, ne s'accomplit pas sans qu'il survienne un changement considérable dans la circulation électrique intérieure.

Ainsi les muscles sont une source d'électricité, sont doués d'une force électro-motrice. M. J. Regnault a montré (1854) que cette force est susceptible d'offrir des variations dont l'étude avait été négligée. Il a montré que pour tomber au même degré d'affaiblissement, le muscle de l'animal à température variable emploie cinq heures, tandis qu'il suffit de trois heures au muscle du mammifère. En outre, à partir de la plus grande intensité du courant jusqu'à son extinction, le temps nécessaire pour que la force électro-motrice perde une même fraction de sa valeur, subit des accroissements remarquables alternant avec des phases de diminution de plus en plus prononcées.

La grenouille rhéoscopique, mise en contact par son nerf, et sous les conditions requises, avec ce muscle tétanisé, éprouve elle-même des contractions correspondantes qui résultent de ces diminutions d'intensité. On la voit s'agiter convulsivement, si le muscle avec lequel son nerf est mis en contact est lui-même dans un état de convulsion; et si, au contraire, les contractions de ce muscle sont espacées et successives, la grenouille rhéoscopique les compte en quelque sorte et les mesure par ses mouvements espacés et successifs, toujours correspondants.

5° Lorsqu'on observe au galvanomètre le courant produit par un tronçon nerveux qui n'entre, par exemple, dans le circuit que par la moitié de sa longueur, touchant d'un côté par sa section transversale, et de l'autre par les points de son équateur, et que l'on vient exercer des actions diverses sur l'extrémité de la moitié libre qui est en dehors du circuit, on voit qu'à l'instant le courant ordinaire et naturel, auquel il avait donné naissance, éprouve une diminution d'intensité analogue à celle qui se montre dans le muscle à l'instant de la contraction.

Les actions que l'on exerce sur l'extrémité libre du tronçon nerveux peuvent être, soit un courant direct ou inverse, soit une cautérisation, soit une intoxication, soit un froissement mécanique.

Il en résulte que les actions locales qui se transmettaient, soit au muscle, soit au centre nerveux, si le nerf n'était pas détaché de l'un et de l'autre, semblent efficaces pour modifier l'état électrique du nerf dans les portions même qui n'en sont pas directement affectées.

6° Après avoir coupé, à la hauteur du bassin, l'un des nerfs sciatiques d'une grenouille entière et vivante, on la dispose de telle sorte que, par chacune de ses extrémités inférieures, elle entre dans le circuit du galvanomètre et le ferme: aucun phénomène électrique n'apparaît. On fait absorber en haut l'azotate de strychnine, le tétanos se manifeste, et se manifeste seulement dans le membre inférieur dont le nerf n'a pas été coupé: à l'instant l'aiguille du galvanomètre accuse un courant qui est, en dehors, dirigé du membre contracté à celui qui ne l'est pas, et qui est, par conséquent, un courant direct dans le membre contracté.

Dubois-Reymond a encore trouvé un courant qui se manifeste dans le corps humain doué de toute la plénitude de la vie, au moment où l'on contracte les muscles du bras par la puissance de la volonté.

Deux expérimentateurs, Pfaff et Ahrens (1), au moyen d'un électromètre à feuilles d'or, ont étudié l'électricité sur l'homme et les influences qu'elle subit sous l'action des agents extérieurs. La personne sur laquelle ils opéraient se trouvait sur un isoloir; le collecteur du condensateur, vissé sur l'électromètre, fut touché par cette personne et sa plaque supérieure mise en communication avec le sol. Voici quels furent les résultats:

1° D'ordinaire, l'électricité propre à l'homme en santé est positive.

2° Elle dépasse rarement en intensité celle que produit avec le zinc du cuivre qui communique avec le réservoir commun.

3° Les hommes irritables, d'un tempérament sanguin, ont plus d'électricité que les sujets lourds et d'un tempérament lymphatique.

4° La somme d'électricité est plus grande le soir qu'aux autres moments de la journée.

5° Les boissons spiritueuses augmentent la quantité d'électricité.

6° Les femmes ont, plus souvent que les hommes, une électricité négative, sans cependant qu'il y ait de règle précise à cet égard.

Gardini a trouvé de l'électricité négative au temps des règles.

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. XXXV, p. 420.

7° En hiver, les corps très refroidis ne montrent aucune électricité, mais celle-ci apparaît peu à peu, à mesure que les corps s'échauffent.

8° Le corps tout nu et chacune de ses parties donnent lieu au même phénomène.

9° L'électricité semble se réduire à zéro pendant la durée des *maladies rhumatismales*, et reparaitre lorsque la maladie diminue.

Théorie de la production d'électricité. — Nobili a indiqué que le courant propre pourrait bien avoir une *origine thermo-électrique*; mais il ne l'a pas démontré, et il faut le dire, aucun physicien n'a essayé de le démontrer, tant les analogies semblent peu favorables à cette opinion.

Voici comment Pouillet résume son opinion sur la cause des courants organiques :

1° Cette cause est inconnue.

2° Il est probable que ces courants ne résultent pas d'une action chimique extérieure.

3° Il n'est pas démontré qu'ils résultent d'une action chimique intérieure; c'est là une question à résoudre, et, suivant qu'elle recevra une solution positive ou négative, les conséquences ultérieures prendront des caractères très différents.

Les expériences de Bacchio, de M. Donné, et surtout de M. Pouillet, ont prouvé qu'il y a des courants électriques faibles dans les plantes; que dans les fruits, par exemple, il y a un courant continu allant du pédoncule, qui présente une électricité positive, vers le sommet, lequel possède l'électricité négative ou *vice versa*, selon l'espèce de fruit dont il s'agit (Donné). Ces faits semblent prouver que c'est dans les actions moléculaires nutritives qu'il faut chercher la cause de la production d'électricité chez les êtres vivants.

§ III. — Fonction d'électrogénie ou phénomènes de l'appareil électrique des poissons.

Les poissons qui ont des appareils électriques sont assez nombreux. Ce sont : les Torpilles (*Torpedo*, Dum.), poissons plagiotomes, et les Raies (*Raia*, C.), dont les premiers ont leur appareil placé sur les côtés de la tête et les autres sur les côtés de la queue (Ch. Robin); le *Mormyrus longipinnis* de Ruppert, parmi les malacoptérygiens abdominaux de la famille des Ésoques, qui porte le sien à la queue de chaque côté; le *Malaptérure électrique* (*Malapterurus electricus*) parmi les malacoptérygiens abdominaux de la famille des Malaptérures, qui porte le sien sur les côtés de l'abdomen

(c'est le poisson considéré pendant longtemps comme un silure sous le nom de *Silurus electricus*; mais on sait actuellement que les *siluriens* sont très différents des malaptérures, qu'ils appartiennent à l'ordre des ganoïdes, près des polyptères, des esturgeons, etc., et qu'il n'y a pas parmi eux de poisson électrique); le gymnote électrique (*Gymnotus electricus*, L.), de l'ordre des malacoptérygiens apodes, qui porte son appareil sur les côtés de la queue. Les appareils électriques sont composés de petits prismes ou disques d'une substance particulière, homogène, demi-transparente (*substance et tissu électriques*, Ch. Robin), disques disposés en piles verticales dans les torpilles, et en séries longitudinales chez les autres poissons. Ils sont séparés les uns des autres par des cloisons de tissu cellulaire dans lesquelles arrivent les vaisseaux et les nerfs. Ces derniers viennent des *racines antérieures* des paires nerveuses, de celles qui correspondent aux nerfs moteurs; leurs tubes se terminent à la surface des prismes ou disques par des extrémités libres très effilées, après s'être subdivisés chacun en branches très nombreuses. Ces nerfs se distribuent à l'une des faces du disque, laquelle ne reçoit pas de vaisseaux, et les capillaires à l'autre face, qui ne reçoit pas de tubes nerveux. Ces capillaires ne se ramifient pas dans la substance propre du disque, mais s'enfoncent en décrivant des flexuosités dans les excavations ou alvéoles creusées dans ces disques. L'ensemble de l'appareil est enveloppé d'une couche de tissu cellulaire, qui n'offre rien qui la distingue des enveloppes fibreuses ou celluluses des muscles, etc. (Ch. Robin.)

La secousse que fait éprouver une torpille vivante que l'on prend entre les mains, est violente et douloureuse; elle est perçue dans les poignets et dans les bras. Si l'on reste en contact avec ce poisson, plusieurs commotions se succèdent avec rapidité, et l'on est forcé de l'abandonner. Mais cette énergie d'action est de courte durée, l'animal fût-il plongé dans le milieu nécessaire à son existence.

On remarque, en général, des mouvements assez apparents dans la torpille au moment où elle donne la commotion; ils sont cependant peu violents et quelquefois presque nuls, si l'on excepte une sorte de rétraction des globes oculaires. On peut démontrer expérimentalement que la décharge du poisson s'opère sans aucune variation de son volume total. Plusieurs physiciens ont pensé autrefois que la torpille a la propriété singulière de diriger la décharge dans un point déterminé lorsqu'elle est irritée; cette opinion est erronée: la décharge est bien sous l'influence de la volonté du poisson, mais il ne peut lui imprimer telle ou telle direction. M. Becquerel père a prouvé que le dos de l'animal représente le pôle po-