

Bibliothèque numérique

medic@

Marey, Etienne-Jules. - Du mouvement dans les fonctions de la vie [cours public donné au 14 de la rue de l'Ancienne Comédie]. III. Du rôle de l'électricité dans les phénomènes nerveux et musculaires.

In : Revue des cours scientifiques de la France et de l'étranger, 1866, III, n° 20, p. 331-336



(c) Bibliothèque interuniversitaire de médecine (Paris)
Adresse permanente : <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?marey045>

ce ralentissement dont nous avons parlé tout à l'heure. Maintenant combien faut-il d'eau à la surface de la terre, pour que l'action de la lune sur cette masse d'eau donne lieu à l'effet dont il s'agit et dont nous connaissons la grandeur? Voici ce qu'on trouve en en faisant le calcul approximatif. Imaginons que la masse d'eau proéminente qui doit exister sur la surface du globe terrestre, pour que l'action de la lune sur cette masse d'eau produise le ralentissement en question, imaginons, dis-je, que cette masse d'eau ait la forme d'une couche de 1 mètre d'épaisseur. Cette couche devra avoir une étendue qui est représentée exactement par le petit disque que vous voyez sur ce globe (fig. 109). Il faudra donc la pro-

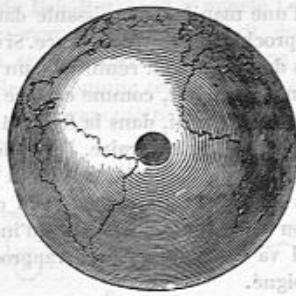


Fig. 109.

fondeur de 1 mètre d'eau dans toute cette étendue, tant d'un côté du globe que du côté opposé, pour que l'action de la lune sur ces deux protubérances liquides soit capable de produire ce ralentissement qui est rendu sensible par les observations d'éclipses. Or, si l'on compare une pareille masse d'eau, ayant la forme d'une couche de 1 mètre d'épaisseur et n'occupant pas plus de place que cela sur le globe terrestre, avec les protubérances liquides qui se produisent en réalité dans les marées, on verra que la masse d'eau indiquée par le calcul pour déterminer ce ralentissement n'est pas très-grande, et que l'on doit voir dans le phénomène des marées une cause suffisante pour le produire.

Je n'ai plus que quelques mots à ajouter. On peut se demander si le mouvement de la terre, en se ralentiissant ainsi peu à peu, finira par s'arrêter tout à fait. D'abord, pour cela, il faudrait un temps excessivement long; mais cela n'ira pas jusque-là. C'est, avons-nous dit, la lune qui, par son influence sur les eaux de la mer, tend à produire ce ralentissement. En même temps que la lune tourne autour de la terre, la terre tourne sur elle-même avec une plus grande vitesse. Mais si la terre ne tournait pas plus vite que la lune, ce serait toujours la même face de la terre qui serait tournée vers la lune; et la protubérance liquide située du côté de la lune ne serait plus entraînée latéralement par la rotation de la terre. La lune ne tendrait donc plus à ralentir le mouvement de rotation de la terre. On voit par là que ce qui devrait arriver à la longue, ce ne serait pas un arrêt complet de la terre, mais une concordance de son mouvement de rotation sur elle-même avec le mouvement de révolution de la lune autour de la terre. En définitive, la terre finirait par tourner constamment la même face vers la lune, comme la lune le fait par rapport à la terre. Il est naturel de penser que c'est la même cause qui a produit cette singularité que présente le mouvement de la lune. Si la lune tourne toujours la même face vers la terre,

cela doit tenir à une action analogue à celle dont nous nous occupons maintenant.

Mais les choses n'iront pas probablement jusqu'au point que nous venons d'indiquer. A mesure que le temps s'écoule, et il faut un grand nombre de siècles pour réaliser les circonstances dont nous venons de parler, la température de la terre va en diminuant. Les eaux de la mer finiront par se geler, et, du moment que la mer sera convertie en glace, le phénomène des marées n'existera plus; la cause du ralentissement du mouvement de rotation disparaîtra, et la terre continuera alors à tourner avec une vitesse constante.

Nous ne connaissons pas exactement la valeur du ralentissement du mouvement de la terre; nous ne la connaissons qu'à peu près, par les indications des anciennes éclipses dont j'ai parlé. La détermination exacte de cette valeur sera l'œuvre du temps. Nous ne faisons pour le moment que constater son existence. C'est cette existence que j'ai voulu mettre en évidence; je serai très-heureux si j'ai pu me faire comprendre d'une assemblée qui m'a écouté avec une si bienveillante attention.

CH. DELAUNAY.

ENSEIGNEMENT LIBRE.

PHYSIOLOGIE MÉDICALE

COURS DE M. MAREY (!).

Du mouvement dans les fonctions de la vie.

III.

DU RÔLE DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LES PHÉNOMÈNES NERVEUX ET MUSCULAIRES.

Messieurs,

Parmi les nombreux agents que le physiologiste applique aux nerfs et aux muscles pour provoquer des secousses ou des contractions, l'électricité est le plus important à connaître. Les expériences remarquables de du Bois-Reymond tendent à faire considérer le fluide électrique comme constituant essentiellement ce qu'on appelait autrefois le *fluide nerveux*. D'autre part, la contraction musculaire elle-même est si常常 accompagnée de phénomènes électriques, que chaque progrès nouveau de la physiologie musculaire relève plus intimement le phénomène de la contraction à une influence de l'électricité.

État électrique normal des nerfs et des muscles. — Je serai bref sur ce point, qui se trouve exposé aujourd'hui dans nos traités classiques, et qui peut se résumer ainsi. D'après du Bois-Reymond, il existe dans un nerf ou dans un muscle à l'état de repos, une sorte de polarité électrique entre les molécules qui s'influencent entre elles, comme le font les divers éléments d'une pile isolée. Les électricités de noms contraires ne peuvent facilement se combiner à cause de la faible conductibilité des tissus nerveux et musculaires qui sont, en grande partie, formés de liquides, et par conséquent très-ré-

(1) Voyez les numéros 10 et 12.

sistants au passage de l'électricité. Mais si un arc métallique, bon conducteur du fluide électrique, vient à réunir deux points d'un nerf ou d'un muscle qui soient de polarité différente, un courant traverse cet arc. De sorte que si l'on met les deux fils d'un galvanomètre en rapport avec ces points du nerf ou du muscle, un courant électrique est accusé par la déviation de l'aiguille qui indique à la fois la direction et l'intensité de ce courant.

A l'aide d'un galvanomètre très-sensible, du Bois-Reymond a démontré comment se répartit la polarité musculaire dont je viens de parler, et par conséquent dans quel sens et avec quelle intensité des courants tendent à s'établir entre les divers points d'un nerf ou d'un muscle.

Comme les courants propres s'établissent dans les nerfs et dans les muscles d'une manière identique, je rapproche les unes des autres les figures qui représentent la marche de ces courants dans ces deux sortes d'organes.

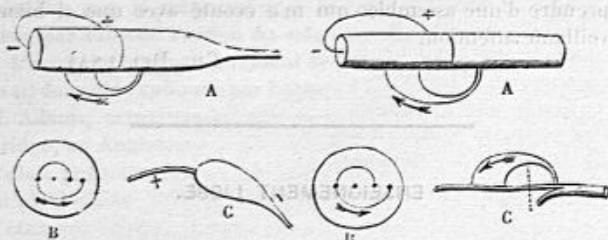


FIG. 110.—Courants propres des muscles. FIG. 111.—Courants propres des nerfs.

La coupe transversale d'un muscle est électrisée négativement par rapport à sa surface naturelle ou longitudinale. De sorte que si l'on place dans le circuit du galvanomètre deux points d'un muscle pris sur ces deux surfaces différentes, l'aiguille de l'instrument indiquera un courant allant de la surface longitudinale à la surface transversale, comme cela est représenté en A dans la figure 110.—Si l'on opère avec un nerf assez volumineux pour qu'on puisse toucher isolément un point de la surface extérieure et un point de la coupe, le même phénomène se produit et le sens du courant est le même que pour le muscle; un galvanomètre qui réunirait ces deux points accuserait (A, fig. 111) un courant en tout semblable à celui que fournit le muscle; seulement ce courant serait beaucoup plus faible.—(Le tendon d'un muscle se comporte comme sa coupe, de sorte qu'il doit être considéré comme représentant la somme des extrémités de chaque fibre musculaire, il équivaut donc à la coupe elle-même).

Une surface quelconque, longitudinale ou transversale, est le siège de polarités différentes dans ses différents points. Ce fait est également vrai pour les nerfs et pour les muscles. Voici comment cette polarité est répartie.

Sur la surface longitudinale, il existe une ligne neutre, ponctuée dans les figures, qui correspond à peu près au milieu de la longueur du nerf ou du muscle. Cette ligne laisse donc de chaque côté d'elle une quantité sensiblement égale de substance nerveuse ou musculaire. La polarisation des molécules présente de chaque côté de cette ligne des tensions électriques décroissantes à mesure qu'on s'en éloigne. De sorte que si deux points symétriquement placés de chaque côté de la ligne neutre sont réunis par le circuit du galvanomètre, aucun courant ne se produit. Si des points inégalement éloignés de la ligne neutre, et par conséquent

insymétriques, viennent à être réunis, un courant se produit, il va du point le plus rapproché de la ligne neutre à celui qui en est le plus éloigné. Des flèches indiquent la direction de ces courants en A, fig. 110 et 111.

Sur la coupe d'un nerf ou d'un muscle, on trouve également des points symétriques et insymétriques, les premiers ne donnant pas de courant, tandis que les seconds en donnent. C'est l'axe qui passerait par le centre du cylindre nerveux ou musculaire qui représente ici le point neutre. Le sens des courants est le même que dans le cas où l'on expérimente sur la surface longitudinale.

Ainsi, en B, dans la figure 110 qui représente la coupe d'un muscle, on a indiqué un point central autour duquel la polarité serait répartie d'une manière décroissante dans les points de plus en plus rapprochés de la circonference. Si deux points également éloignés du centre sont réunis par un arc métallique, aucun courant ne se produit, comme cela se voit pour l'arc convexe supérieurement qui, dans la figure 110, réunit deux points symétriques. Si, au contraire, l'arc métallique réunit deux points insymétriques comme celui qui dans la même figure a la convexité tournée en bas, un courant se produit. La direction de ce courant est celle qu'indique la flèche, c'est-à-dire qu'il va du point le plus rapproché de l'axe au point le plus éloigné.

La coupe d'un nerf présente les mêmes phénomènes, la figure 111 B, entièrement semblable à celle des courants de la coupe des muscles, montre comment la tension se répartit sur la coupe des nerfs.

Lorsqu'un tronçon du nerf présente un changement de volume dans son trajet, ce n'est plus au milieu de la longueur du nerf qu'il faut chercher la ligne neutre, mais c'est à un point qui correspondrait sensiblement à son centre de gravité et laisserait au-dessus et au-dessous de lui une quantité égale de substance nerveuse. C'est à partir de cette ligne qu'il faut chercher les points symétriques et insymétriques ainsi que cela se voit en C dans la figure 111.

Quand un nerf pénètre dans un muscle, il rampe entre les fibres de celui-ci, et se trouvant en contact avec leurs surfaces longitudinales, il participe à leur électricité, et devient positif par rapport à la coupe du muscle ou à son tendon. Ainsi, en C, figure 110, le nerf et le tendon représentent deux pôles de noms contraires comme ceux d'une pile. On peut se servir ainsi du nerf et du tendon d'un muscle, pour provoquer dans le nerf d'une autre partie de grenouille un courant dont le sens est toujours le même, c'est-à-dire qu'il va du nerf au tendon.

Puisque un muscle possède en lui-même deux polarités opposées comme un élément d'une pile, ne peut-on, en réunissant entre eux différents muscles et les faisant se toucher par des surfaces électrisées différemment, produire une sorte de pile à élément multiple et susceptible par conséquent d'acquérir une tension assez considérable? C'est ce qu'a fait Matteucci à qui l'on doit la découverte de la pile musculaire, représentée figure 112.



FIG. 112.

Chaque coupe d'un muscle, électrisée négativement ainsi qu'on l'a vu, est mise en rapport avec la surface longitudinale d'un autre muscle. Lorsque la pile musculaire est composée

d'un assez grand nombre d'éléments, elle peut produire des courants qui dévient très-fortement un galvanomètre même peu sensible.

Action de l'électricité appliquée aux nerfs et aux muscles. — Vous l'avez vu, messieurs, c'est pendant le repos des muscles et des nerfs que se produisent les courants nerveux dont je viens de parler. Une nouvelle question se présente : quel est l'état électrique de ces mêmes organes quand ils entrent en action ?

Du Bois-Reymond nous a appris encore ce qui se passe dans ces conditions. Quand un nerf est excité, son état électrique se modifie, et c'est précisément cette modification qui donne naissance à la contraction musculaire. Il se développe dans le nerf ce que du Bois-Reymond a appelé l'état *electro-tonique*, état qui, au moment où il se produit, donne naissance à une contraction, ou pour mieux dire, à une *secousse* musculaire. Cet état *electro-tonique* constitue un véritable courant électrique dont le galvanomètre peut encore indiquer l'intensité et la direction.

La figure 113 montre comment ce courant se produit sous

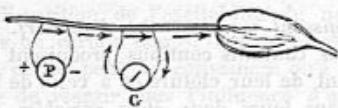


FIG. 113.

l'influence d'une excitation galvanique. Soit une pile P dont les deux pôles seraient appliqués au nerf d'un muscle de grenouille. Au moment où le courant est fermé et traverse la portion du nerf qui fait partie du circuit voltaïque, un courant du même sens se produit dans tout le reste du nerf, et ce courant donne naissance à une secousse du muscle. Dans ces conditions le courant qui se développe dans le nerf est de même sens que celui de la pile, il ne dure qu'un instant, après quoi le nerf conserve la nouvelle polarité que lui a donnée l'influence électrique qu'on a fait agir sur lui ; il la gardera jusqu'à la rupture du circuit voltaïque et reprendra alors sa polarité primitive.

Du Bois-Reymond a constaté que *tout changement dans l'état électrique d'un nerf produit l'excitation de celui-ci*. Sous l'influence du traumatisme et en général des différentes actions qui excitent les nerfs et font contracter les muscles, il y aurait donc une modification de l'état électrique des nerfs. Du reste, il n'est pas nécessaire de faire intervenir une électricité étrangère pour produire ces effets ; vous avez vu que pendant son état de repos le nerf était le siège de polarités différentes. Eh bien, il suffit de recombiner les électricités contraires pour provoquer dans le nerf qui les possède une excitation. Ainsi, lorsqu'on touche avec un arc métallique deux points différents d'un nerf, l'état électrique se modifie non-seulement dans les parties touchées, mais consécutivement dans tout le reste du nerf, et une contraction s'ensuit. Ainsi s'expliquent encore les contractions qui surviennent quand un nerf est replié en anse sur lui-même, ou quand on laisse tomber sur lui une anse empruntée à un autre cordon nerveux. — Mais le fait le plus étonnant c'est la façon toute particulière dont le muscle se comporte quand il est excité. En effet, au moment où l'excitation développe dans le nerf un état électrique nouveau, le muscle, au contraire, en se contractant, perd sa polarité normale. De sorte qu'on voit se

supprimer brusquement le courant qui pendant le repos allait d'un point à un autre de sa surface.

En résumé, l'excitation d'un nerf consiste dans la destruction de son état électrique statique ou de repos. Il se produit sous cette influence un état dynamique ou courant qui provoque une secousse dans le muscle correspondant. Cette secousse, pendant l'instant où elle se produit, supprime dans le muscle les polarités opposées qui, pendant l'état de repos, donnent naissance au courant musculaire.

DE LA CONTRACTION INDUITE.

Vous savez, messieurs, comment l'électricité d'un nerf se recompose si l'on place un arc conducteur entre deux points de la longueur de ce nerf et comment il s'ensuit un état *electro-tonique* qui excite le muscle et produit une secousse. Cet arc conducteur peut être formé par un corps quelconque, métallique ou organique. Un muscle ou un morceau de nerf peuvent être employés à cet usage. Après le contact effectué et après la secousse musculaire qui en résulte, un nouvel équilibre s'établit et persiste indéfiniment. Mais si dans l'arc conducteur il vient à se produire un phénomène électrique quelconque, celui-ci réagit à son tour sur l'électricité du nerf, en trouble l'équilibre et donne naissance à une secousse, c'est ce qu'on nomme la *contraction induite*. Ce phénomène a été découvert par Matteucci.

Contraction induite par un muscle. — Soient, figure 114,



FIG. 114.

deux muscles munis de leurs nerfs. Le nerf du second est placé sur la surface du premier muscle, qui forme ainsi un arc conducteur entre deux points différents de la longueur de ce nerf ; d'où production d'un état électrique nouveau et secousse dans le second muscle. Après quoi, le nouvel état électrique se continuant sans changement, il n'y a pas de secousse, bien que le courant propre du premier muscle traverse constamment le second nerf. Il n'y a rien jusqu'ici qui ne vous soit connu. Mais supposons que le courant d'une pile vienne exciter le premier nerf et faire contracter son muscle ; aussitôt le second muscle se contractera à son tour, c'est là ce qui constitue la *contraction induite*. Que s'est-il passé ? — D'après Matteucci, le premier muscle, au moment de sa contraction, est devenu le siège d'un courant de sens contraire à la direction normale et a modifié, par conséquent, l'état électrique du nerf qui reposait sur lui, d'où contraction dans le second muscle. — Pour du Bois-Reymond, il y a eu simplement suppression de toute polarité électrique dans le premier muscle ; vous comprenez que c'est là une cause suffisante de perturbation dans l'équilibre électrique du deuxième nerf et que cela explique également bien la contraction induite.

Contraction induite par un nerf. — La figure 115 mon-

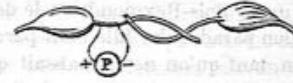


FIG. 115.

tre une anse nerveuse mise en rapport avec une autre,

de façon que chacune de ces anses joue par rapport à l'autre le rôle d'arc conducteur. Une contraction se produit au moment du contact de ces nerfs, puis le repos des muscles se produit. Excitons maintenant à l'aide de la pile P le premier nerf. L'état électrotonique s'ensuivra dans le reste de son étendue, et le muscle correspondant se contractera; mais en même temps, comme la partie du premier nerf qui joue le rôle d'arc conducteur par rapport au second change subitement d'état électrique, le deuxième nerf sera influencé à son tour, et son muscle se contractera. Telle est la *contraction induite* par l'action d'un nerf sur un autre nerf.

Les deux nerfs peuvent être placés au contact l'un de l'autre comme dans la figure 416, l'induction se produit encore, et si

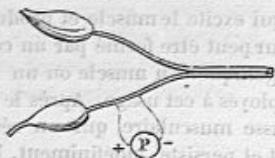


FIG. 416.

l'on excite par la pile la contraction de l'un des muscles, l'autre muscle se contracte également.

Contraction paradoxale. — Une grenouille est préparée comme dans la figure 417, son nerf sciatique est isolé, et les

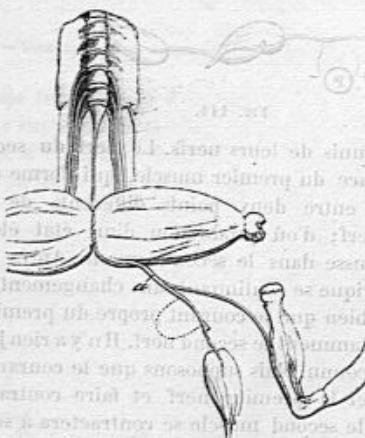


FIG. 417.

muscles gastrocnémiens détachés sont librement suspendus au nerf poplité interne qui les anime, tandis que le nerf poplité externe reste adhérent à la partie antérieure de la jambe. Si l'on coupe le nerf sciatique au point a, on voit que le bout périphérique de ce nerf renferme, adossées l'une à l'autre, les origines des deux sciaticques poplités. Cette disposition représentera assez parfaitement celle de la figure 417; aussi, lorsqu'on viendra à exciter le nerf poplité interne, obtiendra-t-on une double contraction : l'une directe dans le muscle gastrocnémien, l'autre induite dans les muscles antérieurs de la patte. C'est ce phénomène que du Bois-Reymond, en le découvrant, avait nommé *contraction paradoxale*. Elle était paradoxale en effet, cette contraction, tant qu'on ne connaissait que l'action directe des nerfs sur les muscles auxquels ils se distribuent. Mais, du Bois-Reymond lui-même, en découvrant la contraction induite, donna la clef de la contraction paradoxale

qui n'en est qu'un cas particulier. Il est nécessaire, pour que le phénomène se produise, que les communications du nerf avec les centres soit supprimées, ainsi que cela a été fait pour le cas représenté plus haut; le sciatique étant coupé au point a. On peut encore obtenir la contraction paradoxale en coupant le plexus lombaire du côté correspondant; mais dans ce cas le succès est moins certain.

INFLUENCE DE LA DIRECTION DES COURANTS SUR LEURS EFFETS PHYSIOLOGIQUES.

Sur ce point, messieurs, la science est beaucoup moins avancée que sur les précédents. Malgré les nombreux travaux entrepris sur ce sujet, malgré les persévéérantes recherches de l'école allemande à qui la physiologie du système nerveux doit tant de grandes découvertes, nous ne possédons pas encore une théorie satisfaisante des variétés d'action des courants continus, suivant leur direction dans le nerf. Je me bornerai donc à esquisser devant vous l'état de la question avec les lacunes et même avec les contradictions qu'elle présente.

Courants agissant sur le trajet d'un nerf. — Vous avez déjà vu que les courants continus produisent des contractions à l'instant de leur clôture et à celui de leur rupture. C'est-à-dire dans leurs deux états variables, en vertu de cette loi que du Bois-Reymond a établie, à savoir : que les nerfs n'étaient excités que par un changement brusque de leur état électrique. Or, si le courant électrique est assez fort, les deux états variables dont je viens de parler pourront agir assez énergiquement sur le nerf pour produire une secousse du muscle ; mais, à un certain degré de faiblesse de la pile, ce n'est plus que l'état variable de la clôture qui agira sur le nerf, quelle que soit la direction du courant. Tels sont du moins les phénomènes que l'on observe lorsqu'on met un nerf à nu et que, sans le diviser, on l'excite avec les deux pôles d'une pile placée sur deux points de son trajet.

Courants agissant sur un nerf coupé. — Il n'en est plus ainsi lorsque l'on agit sur un nerf coupé en travers. Ce nerf séparé des centres s'altère peu à peu et ne réagit plus de la même manière sous l'influence des excitations électriques. Alors l'excitabilité du nerf passe par des phases successives dans lesquelles on voit se comporter différemment les courants centrifuges ou *directs*, et les courants centripètes ou *inverses*.

Prenons un courant voltaïque assez fort pour exciter un nerf fraîchement coupé et pour produire des secousses dans son muscle au moment de la clôture du circuit et au moment de sa rupture, c'est-à-dire dans les deux états variables. Ce sera une première période. Il en arrivera bientôt une seconde où l'on n'aura plus de secousse qu'à la clôture du courant direct et à l'ouverture du courant inverse. Enfin, dans une troisième période, le nerf demeurera insensible à la clôture comme à l'ouverture d'un courant quelconque. Nobili et Ritter qui ont étudié les changements successifs de l'excitabilité du nerf ont admis des périodes bien plus nombreuses; je ne vous cite que les plus importantes afin de ne pas compliquer le sujet. Les autres périodes signalées par les auteurs semblent du reste n'être que des transitions entre les trois états du nerf que je viens de décrire. Comme c'est sous forme de tableaux synoptiques qu'on a l'habitude de représenter les états successifs de l'excitabilité du nerf, j'emprunterai cette méthode, et pour

les trois périodes que je vous ai indiquées, nous aurons le tableau suivant :

	COURANT DIRECT.	COURANT INVERSE.
1 ^{re} période.	Clôture.	Secousse.
	Ouverture.	Secousse.
2 ^e période.	Clôture.	Secousse.
	Ouverture.	0
3 ^e période.	Clôture.	0
	Ouverture.	0

De ces trois périodes la première s'explique facilement par l'excitabilité très-grande du nerf récemment coupé, excitabilité suffisante pour que les deux états variables du courant puissent la mettre en jeu. La dernière s'explique également bien par la disparition de l'excitabilité du nerf séparé du centre depuis un certain temps. Cette explication n'est pas hypothétique, car on peut se convaincre qu'à cette période le nerf cesse de réagir sous l'influence d'une excitation quelconque, même de celle qui produisent la chaleur, le pincement et les agents chimiques. Reste à interpréter la seconde période, celle dans laquelle les phénomènes diffèrent suivant le sens du courant appliqué au nerf.

Un premier fait bien constaté, c'est la disparition successive de l'excitabilité dans les différents points du nerf. Cette propriété se perd d'abord dans le voisinage du bout coupé et s'éteint graduellement dans les points les plus rapprochés du muscle. De sorte que si l'on pince l'extrémité du nerf, on la trouve inerte, tandis que ce même nerf provoque encore des secousses musculaires lorsqu'on le pince dans un point plus voisin du muscle.

Sur ce premier fait bien établi, Chauveau essaya de fonder une théorie de l'action des courants de différents sens appliqués aux nerfs. Il supposa que le maximum d'excitation d'un courant se produit au pôle négatif, c'est-à-dire au point où l'électricité sort du nerf. Dès lors, il devenait facile de comprendre comment un courant faible n'agit que dans le cas où son pôle négatif est appliqué à un point du nerf encore excitable. Soit par exemple un courant induit direct, celui-ci, appliqué sur un nerf partiellement épais l'excitera encore, parce que le pôle négatif étant du côté du muscle agira précisément sur le point le point le plus excitable du nerf. Un courant inverse ne produira rien parce que ce pôle négatif agira près du bout coupé, c'est-à-dire dans un point du nerf qui n'est plus excitable. Une décharge d'électricité statique se comportera de même. Quant aux courants de pile, leur action ne peut s'expliquer dans cette théorie que d'une manière incomplète; il est vrai que, au moment de la clôture des circuits voltaïques, la théorie rend compte des faits, car le courant direct sort par le point excitable et provoque une secousse tandis que le courant inverse qui n'en produit pas sort précisément par le point du nerf qui a perdu ses propriétés. Mais au moment de la rupture de ces mêmes courants, la théorie de Chauveau devient insuffisante, car pour expliquer les effets qui se produisent et qui sont tout inverses de ceux qui accompagnent

la clôture, l'auteur a été forcé d'admettre à la rupture d'un courant voltaïque l'existence d'une sorte d'*extra-courant* de sens contraire à celui de la pile. Or, l'existence d'un pareil extra-courant est non-seulement hypothétique mais encore contraire aux opinions qui règnent parmi les physiciens. Si j'ai exposé devant vous cette théorie, c'est qu'elle est facile à retenir et qu'elle permet de prévoir la façon dont se comportera un courant électrique agissant dans telle ou telle direction sur un nerf épais partiellement. Son insuffisance à expliquer les effets de la rupture des courants voltaïques fait rejeter cette théorie comme n'étant pas l'expression de la vérité, mais lui laisse sa valeur comme aide-mémoire.

Pflüger avait déjà cherché l'explication des mêmes phénomènes dans un changement que subirait l'excitabilité du nerf sous l'influence des courants électriques; pour ce physiologiste, l'excitabilité augmente dans le voisinage du pôle négatif et diminue du côté du pôle positif.

Phénomènes qui compliquent l'action des courants voltaïques sur les nerfs.—L'intensité variable des courants voltaïques modifie beaucoup leur action et complique encore les phénomènes que je vous exposais tout à l'heure. Ceux-ci représentent seulement les cas les plus fréquents de l'emploi de l'électricité appliquée aux nerfs. Pour établir un accord entre les physiologistes, il faudrait d'abord leur fournir une commune mesure d'intensité pour les courants qu'ils emploient, car une variation d'intensité même légère change entièrement les effets obtenus. Tel nerf, par exemple, qui pour un courant fort produit les effets signalés par la première période dans le tableau ci-dessus, donnera les effets de la seconde et même de la troisième période avec des courants suffisamment faibles.

Bien plus, des courants voltaïques d'une certaine intensité peuvent, lorsqu'on les applique à un nerf, donner naissance à une contraction permanente, c'est-à-dire, d'après notre définition précédente à une série de secousses musculaires assez fréquemment répétées pour produire l'état tétanique. Ce fait observé par du Bois-Raymond lui-même contredisait sa loi, puisque le nerf était excité, non-seulement pendant l'état variable du courant électrique, mais encore pendant son état permanent. Du Bois-Raymond supposa que des actions chimiques produites par le courant de la pile étaient la véritable cause de l'excitation du nerf à laquelle le courant lui-même n'aurait aucune part directe. Mais Pflüger a montré que ce ne sont pas les courants forts qui produisent le mieux cet effet tétanisant, et qu'un nerf dont le muscle n'éprouve de secousses qu'à la clôture et à l'ouverture d'un courant assez fort, fournira la contraction permanente avec un courant bien plus faible et dont l'action électrolytique sera par conséquent moins prononcée.

Ce n'est pas tout. Cette action chimique du courant s'accompagne d'une *polarisation* des molécules du nerf qui finit par offrir une résistance considérable aux courants qui le traversent. De là, diminution des effets d'excitation produits par des courants de même sens, ce qu'on attribua pendant longtemps à un épaissement, à une sorte de fatigue du nerf. Mais on reconnaît que l'excitabilité reparaît lorsque des courants de sens inverse à ceux qu'on avait employés d'abord étaient appliqués au nerf. Les derniers courants avaient détruit les effets de polarisation produits par les premiers. Cette polarisation du nerf est, du reste, directement démontrable par l'emploi du galvanomètre.

Enfin, la formation de *courants dérivés* est encore une des complications fréquentes de l'emploi des courants électriques en physiologie. Toutes les fois qu'un nerf simplement disséqué et soulevé au-dessus des parties molles, est excité par un courant électrique, indépendamment du courant principal qui traverse la portion du nerf comprise dans le circuit intercalaire, un courant dérivé se produit à travers les autres portions du nerf et les parties molles avec lesquelles elles communiquent. Or, ce courant est de sens inverse du courant principal, et sa présence peut, dans certains cas, changer entièrement les effets que l'on devait attendre de l'excitation électrique. C'est du moins ce qui résulte de remarquables expériences instituées par Martin Magron et Rousseau.

Je borne ici, messieurs, cet examen sommaire des effets que les courants électriques produisent sur les nerfs moteurs. Cet aperçu est bien insuffisant pour vous donner une idée des travaux entrepris sur ce sujet, mais il vous prouvera, comme je vous le disais en commençant, que la lumière ne s'est pas encore faite sur ce point de la physiologie nerveuse. La conclusion pratique qui en ressort, c'est que pour l'excitation des nerfs, il faut en général préférer les courants induits aux courants voltaïques dont l'effet est incomparablement plus complexe pour les raisons que vous venez de voir. Enfin, dans certains cas où l'on veut produire sur un nerf une excitation localisée d'une manière certaine, en un point défini, il faut renoncer entièrement à l'emploi de l'électricité et recourir à l'excitation traumatique, c'est-à-dire à la compression du nerf entre les mors d'une pince.

MAREY.

BULLETIN DES COURS.

Collège de France.

PROGRAMME DES COURS SCIENTIFIQUES DU SECOND SEMESTRE 1865-1866.

MÉCANIQUE CELESTE. — M. SERRET (de l'Institut) traitera des Méthodes d'analyse dont on fait usage dans les théories astronomiques, les mardis et vendredis, à dix heures et demie. — Ce cours commencera le mardi 17 avril.

MATHÉMATIQUES. — M. LIOUVILLE (de l'Institut) continuera de traiter de la Théorie des nombres, les lundis et samedis, à dix heures.

PHYSIQUE GÉNÉRALE ET MATHÉMATIQUE. — M. BERTRAND (de l'Institut) continuera de traiter de la Mécanique rationnelle, et particulièrement des travaux antérieurs à Lagrange, les mardis et samedis, à midi.

PHYSIQUE GÉNÉRALE ET EXPÉRIMENTALE. — M. REGNAULT (de l'Institut) traitera de quelques parties de la physique générale et de la Chaleur, les mercredis et vendredis, à dix heures. — Ce cours commencera le mercredi 18 avril.

CHIMIE. — M. BALARD (de l'Institut) traitera de l'Etude générale des sels, les mercredis et samedis, à midi et demi. — Ce cours commencera le samedi 21 avril.

CHIMIE ORGANIQUE. — M. BERTHELOT exposera la Classification générale des composés organiques et ses applications à l'Analyse immédiate, les mardis et vendredis, à une heure. — Ce cours commencera le mardi 17 avril.

MÉDECINE. — M. CLAUDE BERNARD (de l'Institut et de l'Académie de médecine) traitera de la Médecine expérimentale, les mercredis et vendredis, à midi et demi. — L'ouverture de ce cours sera annoncée par un avis particulier.

HISTOIRE NATURELLE DES CORPS INORGANIQUES. — M. ÉLIE DE BEAUMONT (de l'Institut), sénateur, professeur. — M. CH. SAINTE-CLAIRES DEVILLE (de l'Institut), conservateur de la collection géologique du Collège de France, suppléant, continuera de traiter des Roches, au double point de vue de la nature de leurs éléments et de leurs gise-

ments principaux, les mardis et les vendredis, à deux heures. — Ce cours commencera le lundi 16 avril.

HISTOIRE NATURELLE DES CORPS ORGANISÉS. — M. FLORENS (de l'Institut), professeur. — M. le docteur ARMAND MOREAU, lauréat de l'Académie des sciences, remplaçant, traitera de l'Histoire naturelle des animaux, les lundis et jeudis, à une heure. — Ce cours commencera le lundi 16 avril.

EMBRYOGÉNIE COMPARÉE. — M. COSTE (de l'Institut) traitera de l'ensemble des phénomènes que les animaux présentent dans leur développement, les mardis et samedis, à une heure. — Ce cours commencera le mardi 24 avril.

HISTOIRE DE LA MÉDECINE. — M. DAREMBERG, chargé du cours, exposerá l'Histoire générale de la médecine depuis l'établissement de l'École de Salerne jusqu'à la fin du XVI^e siècle, les mardis et vendredis, à midi et demi. — Ce cours commencera le mardi 24 avril.

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE.

MINÉRALOGIE. — M. DELAFOSSE (de l'Institut), professeur, a commencé ce cours, le mercredi 11 avril, à onze heures du matin, dans l'amphithéâtre de la galerie de géologie et de minéralogie, et le continue les lundis, mercredis et vendredis suivants, à la même heure. Après avoir exposé les propriétés principales des minéraux et les principes qui servent de base à leur classification, il traitera particulièrement des minéraux combustibles non métalliques.

GÉOLOGIE. — M. DAUBRÈE (de l'Institut), professeur, ouvrira ce cours le mercredi 18 avril, à trois heures et un quart, dans l'amphithéâtre de la galerie de géologie et de minéralogie, et le continuera les mercredis et vendredis suivants, à la même heure. Il étudiera le mode de formation des terrains stratifiés, surtout au point de vue de l'origine des substances qui les composent, et insistera particulièrement sur la part considérable qu'il convient de faire dans cette origine à l'activité interne du globe. Les premières leçons seront consacrées à l'examen de la constitution des météorites.

COURS DE CULTURE. — M. DECASNE (de l'Institut), professeur, a commencé ce cours, le mardi 10 avril, à huit heures et demie, dans l'amphithéâtre de la galerie de géologie et de minéralogie et le continue les mardis, jeudis et samedis suivants, à la même heure. Il consacrera quelques leçons à l'exposé des principes élémentaires de la physiologie végétale appliquée à la culture, et traitera ensuite des plantes commerciales.

ANTHROPOLOGIE (Histoire naturelle et anatomie de l'homme). — M. DE QUATREFAGES (de l'Institut), professeur, a ouvert ce cours, le mardi 10 avril, à trois heures et un quart, dans l'amphithéâtre d'anatomie comparée, et le continue, les mardis, jeudis et samedis suivants, à la même heure. — Il fera cette année l'histoire des races noires et des races jaunes, et examinera successivement les caractères physiques, intellectuels, moraux et religieux de chaque groupe en indiquant leur répartition géographique.

ZOOLOGIE (annélides, mollusques et zoophytes). — M. LACAZE-DUTHIERS, professeur, a repris ce cours, interrompu par les vacances de Pâques, le lundi 6 avril, à deux heures, dans les galeries de zoologie. L'histoire naturelle des Helminthes (*taenia*, *trichine*, etc.), comprenant l'étude du développement, des métamorphoses, des migrations et des caractères des principales espèces de vers parasites de l'homme et des animaux, fera l'objet de la seconde partie de ce cours.

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

PROGRAMME DES COURS DU SECOND SEMESTRE.

PHARMACIE. — M. LE CANU, les mardis, jeudis et samedis, à neuf heures et demie.

BOTANIQUE (taxonomie et botanique descriptive). — M. CHATIN, les mardis, jeudis, et samedis, à quatre heures et un quart.

CHIMIE ORGANIQUE. — M. BERTHELOT, les mardis, jeudis et samedis, à trois heures.

ZOOLOGIE. — M. ALPHONSE MILNE-EDWARDS, les lundis, mercredis et vendredis, à quatre heures.

TRAVAUX PRATIQUES. — MM. BUGNET et BONIS, les lundis, mercredis et vendredis, à midi.

BOTANIQUE RURALE (herborisations). — M. CHATIN. La première herborisation aura lieu le dimanche 1^{er} mai.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.