

la rigidité musculaire apparaît très rapidement et quelquefois d'une façon quasi instantanée.

### 5° Phénomènes microscopiques de la contraction. —

Lorsqu'on examine au microscope une fibre musculaire lisse pendant sa contraction, on constate qu'elle diminue de longueur et augmente d'épaisseur. C'est la seule modification visible. Mais pour la fibrille musculaire striée, dont la structure est beaucoup plus complexe, les phénomènes microscopiques de la contraction sont d'une interprétation très difficile. La fibrille musculaire se compose d'une succession de parties alternativement claires et foncées de réfringence différente : la partie foncée est le *disque épais* ; l'espace clair est coupé transversalement dans sa partie moyenne par une strie transversale foncée, le *disque mince*. L'intervalle compris entre deux disques minces est un *segment musculaire*. Ce segment est donc formé dans sa partie moyenne par le disque épais, et à chacune de ses extrémités par un disque clair. La substance du disque épais est plus sombre, plus réfringente, plus consistante et présente la double réfraction (*substance anisotrope*), tandis que la substance du disque clair est plus molle, moins réfringente et à réfraction simple (*substance isotrope*).

Pour ENGELMANN, dans la contraction la substance anisotrope augmente de volume, devient plus molle, plus claire et moins réfringente, tandis que la substance isotrope subit des modifications inverses. En d'autres termes, il se ferait une pénétration de la substance isotrope dans l'anisotrope. Mais pour RANVIER le disque épais représente seul la substance contractile de la fibre, et l'espace clair correspond à une matière élastique. Cette conception repose sur la comparaison de l'aspect histologique de la fibrille lorsqu'elle est fixée dans un muscle au repos ou dans un muscle tétanisé et tendu. Dans le premier cas les stries sont rapprochées et le détail de la striation difficile à distinguer ; dans le second cas, au contraire, la succession des disques épais, des disques minces et espaces clairs apparaît nettement et on remarque que le disque épais a diminué de hauteur, tandis que l'espace clair a gagné en étendue. Il semble donc

que la substance contractile dans la fibre musculaire soit segmentée en une série de fragments (disques épais) séparés par des parties élastiques (espaces clairs) ; les disques épais qui ont une forme allongée en bâtonnets à l'état de repos, tendent comme tout fragment de protoplasma, à prendre une forme arrondie pendant la contraction ; de plus le plasma musculaire serait exprimé sur les côtés. Ainsi ces disques diminuent de hauteur en augmentant le diamètre transversal de la fibrille, et allongent les espaces clairs si la fibrille ne peut pas se raccourcir. La division de la substance contractile en un grand nombre de segments est en rapport avec la rapidité de contraction du muscle strié ; l'explosion d'énergie, déterminée par l'excitation nerveuse dans tous ces éléments à la fois, aura, en effet, une action plus brève que si l'excitation devait se transmettre dans une masse unique volumineuse. Dans cette théorie, on doit donc chercher dans la striation du muscle non pas le secret de la contraction, mais seulement la cause de la rapidité du raccourcissement musculaire. Quant à la cause intime du changement de forme des substances contractiles, on doit la chercher sans doute dans les variations de cette force appelée *tension superficielle* qui se rapporte à la cohésion des molécules (voyez *Traité de physique biologique*).



Fig. 133.

Fibrille musculaire des muscles de l'aile de l'hydrophile.

a, disque épais. —  
c, disque mince. —  
b, b, espaces clairs.

## ARTICLE II

### PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE DES ÉLÉMENTS NERVEUX

Le système nerveux établit un lien fonctionnel entre les différentes parties du corps, et on l'a comparé assez justement à un réseau télégraphique dans lequel les nerfs seraient les



files conducteurs, tandis que les organes périphériques et centraux représenteraient les appareils d'expédition et de réception des dépêches. Le système nerveux est formé de cellules et de fibres ; mais les fibres sont des prolongements de cellules ; on ne doit donc pas les concevoir en dehors de l'élément cellulaire dont elles émanent, pas plus au point de vue fonctionnel qu'au point de vue morphologique. La cellule avec ses prolongements forme un tout indivisible, une unité nerveuse, à laquelle WALDEYER a donné le nom de *neurone*.

### § 1. — NEURONE

Le corps du neurone ou cellule nerveuse est constitué par une masse de protoplasma affectant l'aspect d'un réseau délicat de fines fibrilles qui paraissent pénétrer dans la cellule par chaque prolongement pour venir s'entre-croiser autour du noyau. Les prolongements sont toujours multiples (voy. fig. 142, p. 490). Les cellules des ganglions rachidiens qui paraissent n'avoir qu'un prolongement (*cellules unipolaires*) ont en réalité deux prolongements et sont assimilables aux *cellules bipolaires* des mêmes ganglions des animaux inférieurs ; seulement les deux prolongements se sont confondus en un seul sur une certaine étendue ; de là vient que le prolongement de la cellule unipolaire se bifurque en T non loin du corps du neurone. Toutes les autres cellules nerveuses sont *multipolaires* et émettent de nombreux prolongements. Les prolongements du corps du neurone ont une constitution fibrillaire et sont de deux espèces : les *prolongements protoplasmiques* ou *dendrites* qui par leurs divisions et subdivisions forment des arborisations très compliquées ; et le *prolongement cylindraxile* ordinairement unique, à contour net et de longueur très variable : court lorsqu'il s'épuise dans la substance nerveuse qui entoure la cellule ; long, quand il forme le cylindraxe d'une fibre nerveuse, et pouvant s'étendre alors depuis les cornes antérieures de la moelle, par exemple, jusqu'aux muscles les plus éloignés. Quoi qu'il en soit, tout cylindraxe se termine par une arborisation terminale, après avoir émis

le plus souvent sur son trajet un certain nombre de fibres collatérales. L'arborisation terminale du cylindraxe se met en rapport soit avec un élément moteur périphérique (muscle ou glande), soit avec les dendrites d'un neurone voisin : mais jamais avec l'arborisation d'un autre cylindraxe. Tous ces prolongements sont de nature nerveuse ; tous transmettent, par conséquent, de proche en proche l'ébranlement nerveux, mais non dans le même sens par rapport au corps du neurone. La conduction s'opère en effet, du corps du neurone vers l'arborisation terminale pour le prolongement cylindraxile, et des extrémités arborescentes vers le corps cellulaire pour les dendrites : en un mot la direction du courant nerveux est *cellulifuge* dans le cylindraxe et *cellulipète* dans les dendrites. Il en résulte que la transition de neurone à neurone ou dans une chaîne de neurones successifs se fait toujours dans le même sens, à savoir du cylindraxe d'un neurone quelconque aux dendrites d'un neurone contigu, et le substratum anatomique de ce fait se trouve dans les rapports qu'affectent dans les centres nerveux les arborisations terminales des cylindraxes avec les ramifications des dendrites. Ces arborisations sont intimement entrelacées ; toutefois, d'après les idées nouvelles il n'y aurait pas continuité de substance, c'est-à-dire anastomose entre les deux sortes de prolongements, mais seulement contiguïté, et le courant nerveux pourrait passer des uns aux autres grâce au seul contact des divisions arborescentes. Il est même très vraisemblable que ces prolongements sont contractiles et peuvent par leurs mouvements établir ou rompre des connexions dans la chaîne des neurones, ainsi que l'ont avancé LÉPINE et M. DUVAL.

Les nerfs sont constitués par des faisceaux de fibres (*fibres nerveuses*). Chaque fibre est une émanation du corps du neurone ; c'est-à-dire que son élément principal est formé par un prolongement de la cellule ; on le nomme *cylindraxe*. Les fibres nerveuses sont de deux espèces : *fibres à myéline* et *fibres sans myéline* ou de Remak. Dans celles-ci les cylindraxes ne sont recouverts que d'une couche de protoplasma avec noyaux, tandis que dans les premières chaque cylindraxe est



entouré d'une substance spéciale, la *myéline*, qui est renfermée dans une gaine membraneuse (la *gaine de Schwann*). L'enveloppe de myéline est interrompue de distance en distance, de telle sorte que la gaine de Schwann vient s'appliquer directement sur le cylindraxé (*étranglements annulaires*), permettant ainsi aux liquides nutritifs d'arriver jusqu'à lui. L'espace qui sépare deux étranglements annulaires porte le nom de *segment interannulaire*. Le cylindraxé est continu depuis le corps du neurone jusqu'aux terminaisons ultimes du nerf à la périphérie, et traverse sans interruption tous les segments interannulaires. Il a une structure fibrillaire, et s'il fournit des divisions secondaires, c'est par une séparation d'un certain nombre de fibrilles s'opérant au niveau des étranglements annulaires.

Au point de vue fonctionnel, on classe les nerfs en deux espèces, d'après le sens dans lequel paraît s'effectuer la conduction à l'état physiologique : *nerfs centrifuges* ou *moteurs* conduisant des centres à la périphérie, *nerfs centripètes* ou *sensitifs* conduisant de la périphérie aux centres. Cette terminologie, à laquelle il serait difficile de renoncer dans l'analyse des phénomènes de la physiologie nerveuse, demande cependant quelques mots d'éclaircissement pour être conciliée avec celle que nous avons adoptée dans l'exposé de la théorie générale du neurone. Il semble, en effet, tout d'abord qu'il n'y ait pas équivalence dans les termes employés. Car tout prolongement cylindraxile est, comme nous l'avons établi, cellulifuge, et nous disons maintenant que pour les fibres nerveuses sensibles la conduction s'opère de la périphérie au centre; or il n'y a aucune contradiction, si, dans la théorie du neurone, on con-



Fig. 134.

Fibre nerveuse à myéline.

1, 1, étranglements annulaires. — 2, myéline. — 3, noyau. — 4, protoplasma entourant le noyau.

sidère le cylindraxé de la fibre sensitive non comme un véritable prolongement cylindraxile, mais bien comme un prolongement protoplasmique très développé et très long du corps du neurone sensitif. Pour mieux comprendre cette interprétation, envisageons attentivement la constitution du neurone moteur et du neurone sensitif dans la moelle épinière considérée comme centre nerveux (voy. la fig. 135 ci-jointe, et la fig. 142, p. 490). Le neurone moteur est formé par une cellule nerveuse des cornes antérieures; le prolongement cylindraxile de cette cellule sort de la moelle par la racine antérieure et forme le cylindraxé d'une fibre nerveuse motrice qui s'étend jusqu'à un élément moteur périphérique (fibre musculaire ou cellule glandulaire). Ici, aucune difficulté : le cylindraxé conduit du centre nerveux ou de la cellule jusqu'à la périphérie; la conduction est à la fois cellulifuge et centrifuge. Il n'en est plus de même pour le neurone sensitif. En effet, le corps de ce neurone n'est pas contenu dans la moelle, mais bien dans le ganglion rachidien situé sur le trajet de la racine postérieure. Ce corps de neurone est bipolaire et émet deux prolongements, l'un se dirigeant vers la périphérie et formant le cylindraxé de la fibre sensitive, l'autre gagnant les centres nerveux, c'est-à-dire la moelle et formant le cylindraxé d'une fibre de la racine postérieure,

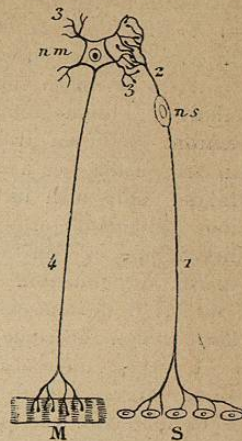


Fig. 135.

Schéma du neurone sensitif et du neurone moteur.

S, surface sensible. — M, muscle. — ns, corps du neurone sensitif (cellule du ganglion rachidien). — nm, corps du neurone moteur (cellule nerveuse motrice). — 1, prolongement cellulipète ou protoplasmique du neurone sensitif (cylindraxé d'une fibre d'un nerf sensitif). — 2, prolongement cellulifuge ou cylindraxile du neurone sensitif (cylindraxé d'une fibre de la racine postérieure). — 3, prolongements protoplasmiques ou dendrites du neurone moteur. — 4, prolongement cellulifuge ou cylindraxile du neurone moteur (cylindraxé d'un nerf moteur).



qui va se mettre en connexion par une arborisation terminale avec les dendrites des cellules médullaires. De ces deux prolongements, lequel est le véritable cylindraxe ? C'est celui qui se dirige vers la moelle, car on comprend de suite que s'il est centripète, en ce sens qu'il conduit vers l'axe gris de la moelle envisagée comme centre nerveux, il est cependant cellulifuge, comme tout cylindraxe, par rapport au corps du neurone. Quant au prolongement périphérique (ou cylindraxe du nerf sensible), ce n'est pas un véritable prolongement cylindraxile, mais bien un prolongement dendritique très développé s'étendant jusqu'à la périphérie pour en recueillir les impressions, et l'on conçoit que dans ce prolongement le sens de la conduction soit à la fois centripète et cellulipète. Toutefois il ne faut pas oublier qu'il ne s'agit là que d'une considération théorique, et qu'au point de vue histologique il n'y a aucune différence de structure entre les deux sortes de fibres. Mais au fond, il ne saurait y avoir aucun désaccord dans la terminologie; car si, dans le langage courant, nous désignons en bloc sous le nom de centres nerveux, l'axe gris encéphalo-médullaire, parce que c'est là que l'impression sensitive est transformée en réaction motrice, il n'en est pas moins vrai que nous rattachons la notion de centre à la cellule nerveuse, c'est-à-dire au corps du neurone. Les termes cellulipète et centripète, cellulifuge et centrifuge sont donc, en réalité, synonymes.

Telles sont les notions générales sur le neurone qui se dégagent des travaux récents des histologistes : GOLGI, R. Y CAJAL, VAN GEHUCHTEN, etc. Pour l'étude détaillée du fonctionnement de l'élément nerveux, il est utile toutefois de conserver la division classique et de traiter séparément des fonctions du nerf et de la cellule nerveuse.

## § 2. — PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE DU NERF

Les nerfs réagissent d'une façon qui leur est propre, sous l'influence des excitants; l'ébranlement moléculaire déterminé par l'excitation ne reste pas localisé au point excité, mais s'étend sur

toute la longueur du nerf; de plus, il se communique à l'élément périphérique moteur ou à l'élément central sensitif, selon la nature des connexions du nerf. Les nerfs sont donc *excitables*, car leur irritabilité est mise en jeu par divers excitants; *conducteurs*, puisqu'ils transportent l'excitation loin du point irrité, et *excitateurs* puisqu'il mettent en jeu la motilité ou la sensibilité grâce à leurs connexions périphériques ou centrales. On peut donner le nom de *neurilité* à ce mode d'activité du nerf, de même que l'on désigne sous le nom de contractilité la propriété fondamentale du muscle.

Nous traiterons successivement des excitants du nerf; de sa propriété de conduction ou *conductibilité* et des causes qui modifient son excitabilité.

**1° Excitants du nerf.** — L'excitant physiologique des nerfs est l'impression reçue par les terminaisons périphériques pour le nerf sensible, et l'impression d'origine centrale émanant du corps du neurone pour le nerf moteur. Les terminaisons périphériques des nerfs sensibles sont plus excitables que le tronc nerveux lui-même, et elles sont aussi plus sensibles à certains excitants qu'à d'autres. On dit, pour exprimer ce dernier fait, que chaque appareil nerveux terminal a un excitant *spécifique* ou *adéquat* à sa constitution; ainsi l'excitant adéquat du nerf optique est la lumière, celui du nerf auditif est le son, etc. On peut mettre en jeu la neurilité en remplaçant l'excitant physiologique par des excitants artificiels portés sur le nerf. Ces excitants sont les mêmes que pour le muscle; le nerf, comme le muscle, réagit sous l'influence des excitations mécaniques, chimiques, thermiques, électriques. Mais quel que soit l'excitant employé, et en quelque point du trajet du nerf qu'agisse l'excitation, la réaction consécutive appréciable est toujours la même; c'est un mouvement (contraction musculaire, sécrétion) ou une excitation des centres nerveux pouvant faire naître une sensation, selon que le nerf excité est moteur ou sensitif. Telle est la loi de l'*énergie spécifique des appareils nerveux* énoncée par MÜLLER. Le nerf en lui-même n'est qu'un conducteur; la réaction qu'il provoque est le fait de ses connexions périphériques ou centrales;



donc suivant qu'un nerf sera en rapport par les arborisations terminales de ses cylindraxes avec les éléments d'un muscle, d'une glande, d'un organe électrique, ou avec des éléments sensibles, son excitation déterminera soit une contraction, une sécrétion, une décharge électrique, soit une manifestation de sensibilité (acte réflexe, sensation).

L'excitant le plus employé est l'excitant électrique (courants galvaniques ou courants induits). Tout ce que nous avons dit des conditions d'excitation du muscle est applicable au nerf. Quand on excite un nerf moteur avec un courant de moyenne intensité, le muscle ne se contracte qu'à la fermeture et à l'ouverture du courant; et il reste au repos pendant tout le temps du passage du courant; le nerf, comme le muscle, n'est donc excité que par une variation brusque de l'intensité de l'excitant. De plus, pour que le nerf soit excité, il faut que les électrodes reliées au pôle positif et négatif soient placées à une certaine distance l'une de l'autre suivant l'axe du nerf; en d'autres termes, le courant doit traverser le nerf parallèlement à ses fibres sur une certaine étendue, car le nerf n'est que peu ou point excitable par un courant transversal, dirigé bien perpendiculairement à la direction de ses fibres. On démontre, en outre, à l'aide de certaines observations et expériences, que l'excitation de fermeture naît au pôle négatif et celle d'ouverture au pôle positif.

**2° Conductibilité.** — L'ébranlement moléculaire déterminé par une excitation se propage comme une onde tout le long du cylindraxe de la fibre nerveuse; c'est ce fait que l'on rapporte à une propriété spéciale du nerf, la conductibilité, propriété qui n'est en somme qu'une expression particulière du mode d'énergie que nous avons nommé neurilité. La conductibilité nerveuse est soumise à trois lois fondamentales : lois de l'intégrité de l'organe : loi de la *conduction isolée*; loi de la *conduction dans les deux sens*. De plus, la transmission de la vibration nerveuse s'opère avec une certaine *vitesse* que l'on peut mesurer.

a. *Loi de l'intégrité de l'organe.* — L'ondulation nerveuse ne peut se propager dans une fibre nerveuse que si le cylindraxe est continu. Si donc on sectionne un nerf, l'ébranlement nerveux

ne se transmettra plus d'un bout à l'autre, quand bien même on rapprocherait exactement les surfaces de section. Toute cause qui altère l'intégrité du cylindraxe, telles que ligature, compression du nerf supprime la conductibilité.

b. *Loi de la conduction isolée.* — Formulée par MÜLLER, cette loi signifie que toute fibre nerveuse conduit l'excitation isolément depuis l'origine du cylindraxe jusqu'à sa terminaison, sans qu'il puisse y avoir transmission de l'excitation aux fibres voisines. Il est facile de concevoir que s'il en était autrement la plus grande confusion régnerait dans les actions nerveuses.

c. *Loi de la conduction dans les deux sens.* — Les expressions de centrifuge et centripète appliquées respectivement aux nerfs moteur et sensitif indiquent le sens de la conduction dans ce qu'il a d'efficace et d'apparent, et par conséquent d'utile à connaître au point de vue fonctionnel. Mais, en réalité, le nerf est un conducteur indifférent qui transmet les excitations dans les deux sens à la fois. Ainsi, quant on irrite un nerf moteur en un point de son trajet, l'ébranlement nerveux ne se propage pas seulement du côté du muscle, mais aussi du côté des centres nerveux d'où il émane; seulement cette transmission centripète ne se traduit par aucun phénomène appréciable à nos sens, tandis que la transmission centrifuge se manifeste à la périphérie par la contraction musculaire. C'est pourquoi nous disons que le nerf est centrifuge, indiquant par là seulement le sens dans lequel se produit le phénomène apparent. Pratiquement donc la transmission de l'ondulation nerveuse s'opère dans un sens déterminé différent pour le nerf moteur et le nerf sensitif. Mais il est important, à un point de vue théorique, d'établir que cette transmission se fait réellement dans les deux sens, c'est-à-dire vers le corps du neurone et vers l'arborisation terminale. Il est toutefois difficile d'en donner une démonstration absolument probante.

P. BERT ayant greffé l'extrémité de la queue du rat sous la peau du dos du même animal, put ensuite sectionner l'organe à sa base, sans que la nutrition en fût altérée, grâce aux connexions vasculaires qui s'étaient établies. Or, au bout de quelque temps lorsque la régénération nerveuse était achevée, on provoquait



des signes de douleur de la part de l'animal lorsqu'on lui pinçait la base de la queue devenue dans le cas présent l'extrémité libre. La transmission des impressions douloureuses qui, normalement se fait de la pointe à la base de la queue, s'opérait donc maintenant en sens inverse, de la base à la pointe. Or, cette expérience si originale indique seulement que la régénération des fibres sensibles s'est opérée dans l'organe greffé; mais elle ne saurait prouver que le sens du courant nerveux s'est renversé dans ces fibres. Car on admet aujourd'hui que lorsqu'un nerf est sectionné, son bout périphérique dégénère complètement, et que sa régénération résulte d'une prolifération vers la périphérie des cylindraxes encore en rapport avec les corps des neurones.

D'autre part, VULPIAN et PHILIPPEAUX ayant soudé le bout central du lingual (nerf sensitif) au bout périphérique de l'hyoglosse (nerf moteur) constatèrent après un certain temps, lorsque la régénération nerveuse fut complète, que le lingual avait acquis une action motrice sur les muscles de la langue et l'hyoglosse une action sensitive. Cette expérience, qui paraît au premier abord trancher la question, n'apporte cependant non plus aucune preuve en faveur de la transmission du nerf dans les deux sens. En effet, les cylindraxes du bout central du lingual ayant proliféré dans le bout périphérique de l'hyoglosse, il n'est point étonnant que l'irritation de ce dernier provoquât des sensations douloureuses; de plus, le lingual n'est pas un nerf exclusivement centripète, car il contient les fibres centrifuges de la corde du tympan; or, s'il acquiert des propriétés motrices sur les muscles de la langue, cela tient à ce que les fibres de la corde contractent des connexions avec ces muscles.

La preuve la plus solide du principe de la transmission nerveuse dans les deux sens paraît se trouver dans l'expérience suivante de BABUCHIN. Chez un poisson électrique, le *Malapterure*, le nerf qui se rend à l'organe électrique est formé d'une seule fibre nerveuse de proportion gigantesque émanant d'une cellule nerveuse unique de dimensions extraordinairement grandes, et se divisant à la périphérie en plusieurs ramifications. Après avoir coupé cette fibre près de son origine, on isole une de ses divi-

sions périphériques, on la coupe et on excite mécaniquement son bout central; il se produit aussitôt une décharge de tout l'organe électrique. Pour expliquer ce résultat, il faut admettre que l'ébranlement nerveux s'est transmis dans cette ramification en direction centripète (par conséquent en sens inverse de la conduction normale), jusqu'à une bifurcation de la fibre et de là aux autres ramifications en direction centrifuge.

La même interprétation s'applique à cette expérience de КИХНЕ. Le couturier de la grenouille est séparé des centres nerveux par la section de son nerf; puis, d'un coup de ciseaux, on divise longitudinalement une des extrémités du muscle en deux bandelettes. Si alors on excite mécaniquement l'extrémité d'une de ces bandelettes, il peut se faire que l'autre entre en contraction. On ne saurait comprendre ce fait qu'en admettant que chaque bandelette séparée reçoit une division d'une même fibre nerveuse et que l'excitation d'une des divisions peut se transmettre à l'autre.

Il est aussi permis de tirer de l'étude de la variation négative un argument en faveur de la conduction dans les deux sens. Comme nous l'avons déjà dit, le nerf est le siège de manifestations électriques et présente, comme le muscle, le phénomène de la variation négative, lorsqu'il entre en activité. Or, quand on excite un nerf au milieu de son trajet, l'oscillation négative se propage vers ses deux extrémités.

d. *Vitesse de propagation de l'ondulation nerveuse.* — La vibration moléculaire, dont le nerf en activité est le siège et que l'on peut appeler ondulation nerveuse ou *influx nerveux*, est inconnue dans son essence même. Mais on sait qu'elle se propage à la manière d'une onde, et il est possible d'en déterminer la vitesse de transmission. C'est HELMHOLTZ qui, en 1850, mesura le premier la vitesse de l'ondulation nerveuse pour les nerfs moteurs chez la grenouille. Le principe de sa méthode consiste à porter sur le nerf deux excitations successives l'une en un point voisin du muscle, l'autre en un point plus éloigné, et à inscrire les deux courbes myographiques correspondantes, ainsi que le temps en fractions de secondes, et le moment de l'excitation. Si le *temps perdu* (c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre le moment de l'ex-



citation et le moment de l'élevation de la courbe du myogramme) est plus long pour une excitation du nerf éloignée du muscle que pour une excitation rapprochée, la différence devra nécessairement indiquer que l'influx nerveux met un certain temps à se propager d'un point à un autre; car la période d'excitation latente propre au muscle reste la même dans l'une et l'autre circonstance de l'expérience. C'est effectivement ce que

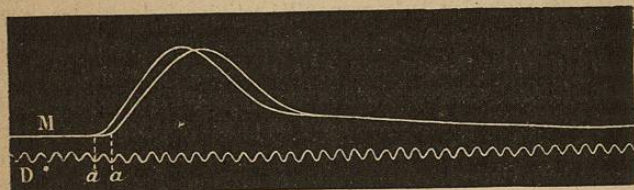


Fig. 136.

Deux secousses consécutives du gastrocnémien de grenouille obtenues en lançant sur le nerf sciatique un choc d'induction, une première fois près du muscle, une seconde fois loin du muscle.

La distance *aa* est le temps perdu pour la transmission de l'excitation dans le segment de nerf compris entre les deux points excités. La deuxième secousse est enregistrée lorsque le cylindre a accompli une rotation complète après la première. Or les excitations tombant au même moment de la rotation du cylindre, grâce à un déclat actionné par le cylindre lui-même, il est clair que les deux courbes seraient exactement superposées, si le nerf était excité au même point de son trajet dans les deux cas. Si elles ne le sont pas, cela tient précisément à ce que les excitations tombent sur le nerf en deux points différents.

On constate, et cette différence du temps perdu après les deux excitations donne la mesure de la vitesse de conduction dans le segment de nerf compris entre les points excités (fig. 136). On trouve de la sorte que cette vitesse est d'environ 25 mètres par seconde. Cette valeur est du reste variable d'un animal à l'autre (plus rapide chez les animaux à sang chaud) et pour le même animal suivant diverses circonstances : ainsi le froid la ralentit, la chaleur l'accélère. Chez l'homme, elle serait de 30 à 35 mètres.

On a aussi cherché à évaluer la vitesse de transmission dans le nerf sensitif en l'irritant sur deux points inégalement distants

de la moelle, et en notant la différence observée dans le temps perdu du réflexe. Mais ici, les conditions expérimentales deviennent plus complexes, en raison de l'intervention d'une action nerveuse centrale qui exige pour se produire un certain temps, temps perdu de réflexion proprement dit, éminemment variable suivant le nombre et l'excitabilité des éléments nerveux qui entrent en jeu. C'est pourquoi les nombres obtenus ne sont pas toujours concordants dans les diverses expériences. On admet cependant que la vitesse de conduction pour les nerfs sensitifs est à peu près la même que pour les nerfs moteurs.

D'après PFLÜGER la vibration nerveuse ne conserverait pas la même intensité dans tout son parcours; mais l'explosion d'énergie déterminée par l'excitation irait en augmentant tout le long du nerf, comme dans une trainée de poudre; on exprime encore cette idée en disant que la vibration nerveuse fait boule de neige et va en grossissant comme l'avalanche. Cette théorie (dite de l'avalanche) est basée sur ce fait que la secousse musculaire est d'autant plus forte que l'excitation du nerf est portée plus loin du muscle.

**3° Variations de l'excitabilité du nerf.** — Lorsqu'un nerf est sectionné, son bout périphérique dégénère, comme l'a établi WALLER; la myéline se fragmente, puis subit une dégénérescence graisseuse, ainsi que le cylindraxe (*dégénérescence wallérienne*). Aussi, au bout de quelques jours, le tronçon périphérique du nerf a-t-il perdu son excitabilité. Le bout central conserve, au contraire, son intégrité. La nutrition des cylindraxes, et d'une façon générale des prolongements nerveux, est donc sous la dépendance des cellules nerveuses; la partie de ces prolongements qui est séparée du corps du neurone meurt comme une branche d'arbre séparée du tronc (comparez avec expériences de *mérotomie*, p. 29); le segment du cylindraxe ou du prolongement dendritique qui conserve ses relations avec la cellule nerveuse, non seulement continue à vivre, mais encore végète à la périphérie, s'engage dans le segment du nerf dégénéré et reconstitue la fibre nerveuse jusqu'à ses divisions ultimes (*régénération des nerfs*). L'excitabilité réapparaît donc dans le bout périphérique



d'un nerf coupé un temps plus ou moins long après la section.

Les nerfs soumis à des excitations répétées et prolongées restent excitables pendant un temps fort long, pourvu qu'on les mette à l'abri de la dessiccation; à ce point de vue ils paraissent infatigables. La fatigue nerveuse qui survient rapidement, comme la fatigue musculaire, pendant le travail, doit donc être rapportée aux centres nerveux et non aux nerfs. Pour démontrer l'infatigabilité d'un nerf, du nerf moteur par exemple, il faut pouvoir l'exciter tout en mettant le muscle à l'abri de la fatigue. Pour cela BERNSTEIN excite un nerf, après avoir déterminé l'anélectrotonus (voyez-en plus loin la définition) dans la portion de ce nerf voisine du muscle. De la sorte la vibration nerveuse ne peut franchir la partie anélectrotonisée, et le muscle reste au repos. Quand le nerf a été excité pendant un temps très long, on fait cesser l'anélectrotonus, et l'on voit alors aussitôt le muscle entrer en contraction. On peut de la sorte démontrer que le nerf ne présente aucun épuisement lorsqu'il a été excité pendant plusieurs heures de suite.

L'excitabilité est modifiée d'une façon spéciale par le passage d'un courant constant dans le nerf. Nous avons déjà dit que le nerf n'est excité qu'à la fermeture et à la rupture du courant; mais s'il ne donne lieu à aucune réaction apparente pendant toute la durée du passage du courant, le nerf est cependant le siège de phénomènes spéciaux qui ont été mis en lumière par DUBOIS-REYMOND, PFLÜGER, etc. Le passage d'un courant constant dans une certaine étendue d'un nerf modifie son excitabilité dans le voisinage des points d'application des pôles positif et négatif, comme il est facile de s'en apercevoir en appliquant un deuxième excitant sur le nerf dans les portions intra et extrapolaires. On nomme *electrotonus* cette modification d'excitabilité; la partie du nerf qui avoisine le pôle négatif ou *catode* devient plus excitable (*catelectrotonus*); la partie qui avoisine le pôle positif ou *anode* perd, au contraire, de son excitabilité (*anélectrotonus*). Lorsqu'on rompt le courant polarisant, il y a inversion passagère de ces phénomènes. De plus, on démontre que, pendant tout le temps que passe le courant pola-

risant, pourvu qu'il ait une certaine intensité, la partie du nerf anélectrotonisée perd sa faculté de conduction. Pour plus de détails on devra consulter les livres de physique biologique qui traitent de l'électro-physiologie. Nous nous bornerons ici à faire remarquer que les lois de PFLÜGER ou *lois des secousses* s'expliquent à l'aide des données précédentes et en tenant compte de plus que l'excitation de fermeture naît au pôle négatif et celle de rupture au pôle positif. Lorsqu'on fait passer un courant constant dans un nerf moteur, la contraction musculaire n'apparaît à l'ouverture et la fermeture que si le courant a une intensité moyenne; plus faible ou plus fort, le courant ne provoque la contraction qu'à la fermeture ou à l'ouverture, et cela d'une façon différente suivant qu'il est *ascendant*, c'est-à-dire dirigé en sens centripète, ou *descendant*, c'est-à-dire dirigé vers le muscle. Le tableau suivant résume les différents cas qui se produisent suivant les lois de PFLÜGER :

COURANT	ASCENDANT		DESCENDANT	
	FERMETURE	OUVERTURE	FERMETURE	OUVERTURE
Faible.	Contraction.	Repos.	Contraction.	Repos.
Moyen.	Contraction.	Contraction.	Contraction.	Contraction.
Fort.	Repos.	Contraction.	Contraction.	Repos.

D'ordinaire les causes qui augmentent ou diminuent l'excitabilité, chaleur, froid, poisons, influencent dans le même sens la conductibilité. Cependant GRÜNHAGEN, après avoir soumis un segment de nerf moteur à l'action de l'acide carbonique jusqu'à ce que son excitabilité eût disparu, constata qu'une excitation portée sur le nerf au-dessus de la région inexcitable était encore transmise au muscle; cette expérience semblerait prouver que la conductibilité est une propriété distincte de l'excitabilité; toutefois cette conclusion est bien paradoxale, et il est possible