

## TROISIÈME PARTIE

### PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES NERFS ET DES CENTRES NERVEUX

---

#### HUITIÈME LEÇON

##### Excitants mécaniques, physiques et chimiques du système nerveux.

Le système nerveux est formé par l'association de cellules ou plastides qui portent le nom de *neurones*. On peut distinguer dans ces plastides deux parties : un corps central, qui renferme le noyau, et un certain nombre de prolongements plus ou moins longs et plus ou moins ramifiés, qui mettent ces plastides en relation, soit avec d'autres plastides nerveux, soit avec l'extérieur. Ces prolongements sont appelés *cellulipètes* quand ils conduisent une impression vers le neurone, et *cellulifuges* quand ils conduisent au contraire cette impression à un autre neurone, ou même à un autre plastide, - par exemple musculaire.

Nous avons représenté ici un certain nombre de types de neurones (fig. 71).

On distingue deux espèces de neurones : 1° les neurones moteurs, dont le prolongement, qui est en relation avec la périphérie, est cellulifuge : l'ensemble de ces prolongements forme les nerfs moteurs ; 2° les neurones sensitifs, dont le prolongement analogue est, au

contraire, cellulipète : l'ensemble de ces prolongements forme les nerfs sensitifs.

Il existe des nerfs mixtes dont le tissu est formé par le groupement de ces deux ordres de prolongements.

Les nerfs moteurs ou centrifuges conduisent vers la périphérie les impressions venant des centres ner-

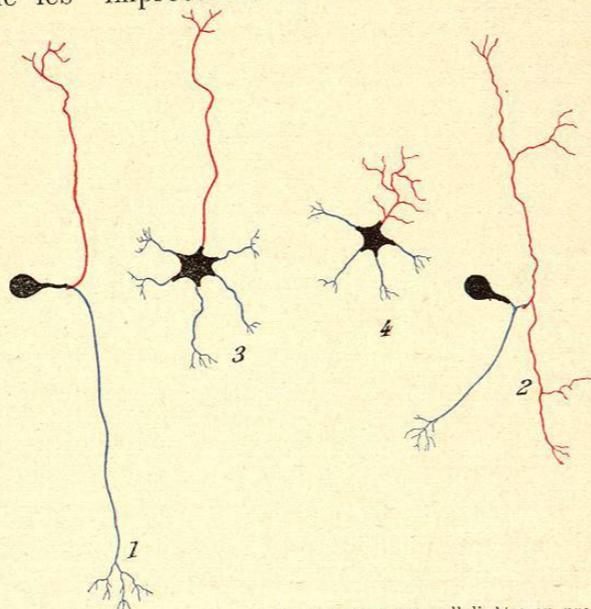


FIG. 71. — Différents types de neurones : les prolongements cellulipètes ou protoplasmiques sont en bleu, les prolongements cylindraxiles ou cellulifuges en rouge. 1 et 2 cellules sensitives, 3 et 4 cellules de Golgi.

veux ; les nerfs sensitifs ou centripètes conduisent, au contraire, vers les centres les impressions venant de la périphérie ; les nerfs mixtes ont le double rôle.

On appelle terminaison nerveuse les points où les nerfs moteurs ou sensitifs sont en relation avec la périphérie.

Normalement, les fibres sensitives sont mises en action par les excitations extérieures et les fibres motrices ont, comme excitants naturels, les impressions parties des neurones moteurs.

Les excitations naturelles peuvent être remplacées par des excitations artificielles : on peut faire porter ces dernières, soit sur les terminaisons nerveuses ou sur les troncs nerveux, soit sur les centres eux-mêmes. Quand on excite les terminaisons périphériques des nerfs, on se place dans les conditions normales, et souvent l'excitation est suivie d'un mouvement réflexe. En excitant directement les centres, on remplace l'excitation venant de la périphérie, mais qui se produit aussi sous l'influence de la volonté.

On peut également sectionner un nerf et exciter soit son bout central, soit son bout périphérique. Dans le premier cas, c'est l'excitation périphérique normale avec conduction vers les centres qui est remplacée ; dans le deuxième, c'est l'excitation centrale avec conduction vers la périphérie.

Les excitants du système nerveux sont de diverses sortes : ils peuvent être divisés en mécaniques, chimiques, physiques.

**Excitants mécaniques.** — Les chocs, les pincements, les tiraillements, sont autant d'excitants du système nerveux, surtout des nerfs dont nous nous occuperons particulièrement dans cette leçon. Ils ont le grand inconvénient de ne pouvoir être gradués facilement et ensuite de détruire plus ou moins, d'altérer l'intégrité des nerfs ; aussi sont-ils peu employés.

**Excitants chimiques.** — Un grand nombre de corps chimiques, particulièrement les acides et les alcalis, et même des sels neutres, quand ils sont à un certain degré de concentration, produisent une excitation des nerfs. Ce mode d'excitation permet de graduer plus facilement les effets qu'avec les excitants mécaniques, mais il a l'inconvénient de détruire ou d'altérer la continuité

du nerf. Il doit donc aussi être repoussé dans la grande majorité des cas.

**Excitants physiques.** — Ce sont les plus employés, et, parmi eux, l'excitant électrique, sous forme de courant, est le plus usuel.

Nous croyons devoir, à cette occasion, donner quelques définitions et explications à l'usage de ceux que leurs études préalables n'auraient pas suffisamment familiarisés avec les notions d'électricité indispensables pour comprendre ce qui va suivre.

On appelle *courant* le flux d'électricité qui traverse un corps conducteur, comme un fil métallique par exemple, lorsqu'on réunit, à l'aide de ce corps, deux points qui ne sont pas à la même tension électrique, ou, comme l'on dit encore, au même *potentiel*. La différence de potentiel porte le nom de *force électromotrice* et son unité de mesure est le *volt*. Le point ou pôle d'où part le flux est dit à un potentiel plus élevé ou positif, l'autre est négatif.

L'*intensité* du courant est la quantité d'électricité qui traverse le conducteur, son unité de mesure est l'*ampère*. Cette intensité, pour une même force électromotrice, est fonction de la difficulté avec laquelle le courant traverse le conducteur ou *résistance*. Si on appelle E la force électromotrice, R la résistance, l'intensité I sera donnée par la formule  $I = \frac{E}{R}$ . L'unité de résistance est l'*ohm*.

On peut faire comprendre facilement ces notions à l'aide d'une comparaison qui, sans être d'une justesse absolue, est extrêmement frappante. Soient deux réservoirs remplis d'eau à des niveaux différents et réunis par un tube. Un courant d'eau s'établira du plus élevé au plus bas. La pression résultant de la différence de

niveau est comparable à la force électromotrice; le débit, qui est proportionnel à cette pression et qui est comparable à l'intensité, est inversement proportionnel à l'étroitesse du tube de communication, qui représente la résistance.

Un courant est instantané quand les points, réunis par le conducteur, se mettent immédiatement en équilibre électrique, et nous comparons ce fait au cas de deux vases communicants dont les niveaux, préalablement différents, ne tardent pas à s'établir identiques. Il est continu lorsque les différences de potentiel restent persistantes. Les machines électriques, d'où l'on tire des étincelles, donnent des courants instantanés, les piles des courants continus. Ceux-ci sont encore appelés *voltaiques* par les physiologistes.

On appelle *induit* le courant qui prend naissance dans un conducteur, lorsque l'on fait passer un flux d'électricité dit courant inducteur dans un conducteur voisin. C'est seulement au moment où ce courant commence à passer, ou quand il cesse de passer, que se produit l'induit, d'où deux courants: induit de fermeture et induit d'ouverture (1). Ces courants portent encore, en physiologie, le nom de courants *faradiques*.

**EXCITATEURS.** — En principe, un exciteur se compose de deux fils métalliques en relation avec les deux pôles d'une pile ou d'une bobine. Dans la pratique, on donne à ces excitateurs des formes variables suivant leur usage.

Le plus simple est l'*exciteur à pointe ou à crochets* (fig. 72 et 73), qui se compose de deux fils de pla-

(1) On dit qu'un courant ou le circuit qu'il traverse est fermé, lorsqu'il y a communication conductrice entre les deux points à potentiels différents: la fermeture est le moment où on établit cette communication; le courant ou circuit est ouvert quand la communication est interrompue: l'ouverture est le moment de cette interruption.

tine droits ou recourbés à leur extrémité, qui sont noyés, sauf la pointe, dans une enveloppe de gutta, pour qu'on puisse les manier sans dérriver le courant. Chacun des fils possède une borne qu'on relie avec les deux

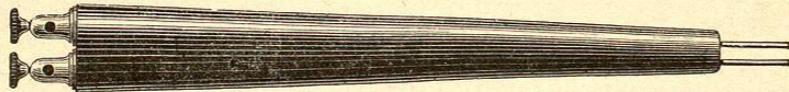


FIG. 72. — Excitateur à pointe.

pôles du générateur du courant par un conducteur bien isolé et souple, pour ne pas gêner les mouvements. Une modification de l'excitateur à pointe est l'*excitateur à compas* (fig. 74) : deux tiges de gutta contenant chacune

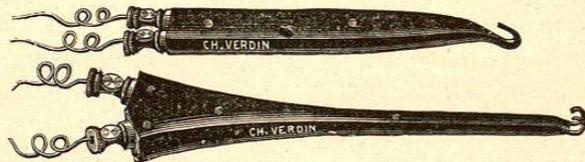


FIG. 73. — Excitateur à crochet.

un fil de platine, qui dépasse l'extrémité de la tige, sont articulées vers leur milieu, et, de cette manière, les pointes peuvent être plus ou moins écartées. Une vis de pression fixe l'écartement voulu.

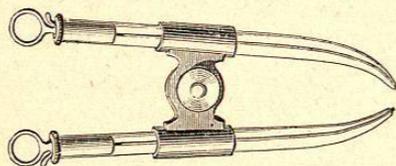


FIG. 74. — Excitateur à compas.

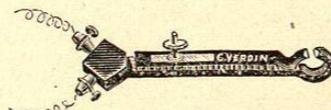


FIG. 75. — Excitateur à verrou.

Quand l'excitateur est à crochets, on peut recouvrir ces derniers en dehors par une couche de gutta. De cette manière, seules les parties prises dans les crochets sont excitées par le passage du courant.

Un perfectionnement de plus est réalisé dans l'*excitateur à verrou* du professeur Dastre (fig. 75).

Avec cet appareil, le nerf, reposant sur les crochets de platine recouverts de gutta en dehors, est emprisonné par un demi-anneau de même substance, que l'on peut rapprocher de celui qui isole les crochets.

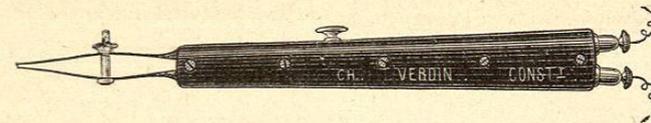


FIG. 76. — Excitateur à interrupteur.

Dans tous ces modèles d'excitateurs, on peut adjoindre un bouton interrupteur permettant de lancer le courant à volonté ou de l'interrompre avec la main même qui tient l'excitateur, comme dans la figure 76.

Ce dernier dispositif est très commode lorsqu'on veut, par exemple, exciter des points bien déterminés du système nerveux central.

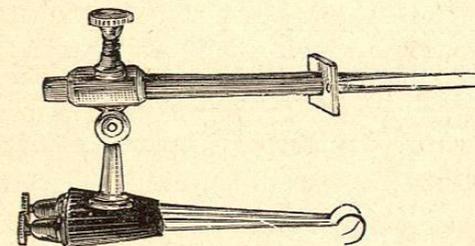


FIG. 77. — Excitateur pour le sciatique de la grenouille.

Voici (fig. 77) un modèle commode pour l'excitation du sciatique de la grenouille. On le fixe par ses deux pointes sur la plaque de liège où est étendu l'animal; une glissière et une articulation permettent de le faire monter ou descendre et de l'écartier plus ou moins de la tige qui le fixe.

Au lieu de fils de platine, on emploie souvent, en physiologie, des *électrodes impolarisables*.

Chacune se compose d'un tube de verre T effilé en pointe à l'une de ses extrémités. Celle-ci est bouchée avec une pâte de kaolin et d'eau salée à 7 pour 1000. Une tige d'argent A, recouverte de chlorure d'argent fondu, est mise, d'une part, en contact avec la bouillie de kaolin et, d'autre part, sort d'une certaine longueur, par la grosse extrémité du tube, au travers d'un petit bouchon C. L'intérieur du tube est rempli de la solution de sel marin à 7 pour 1000 (fig. 78).

Ces électrodes s'emploient rarement comme excitateurs : elles servent surtout à recueillir les courants qui se produisent dans les nerfs ou dans les muscles et dont nous aurons bientôt l'occasion de parler.

COURANTS VOLTAÏQUES ET FARADIQUES. — Pour exciter les nerfs ou les centres, on se sert soit de *courants continus ou voltaïques*, soit de *courants induits ou faradiques*. La pile employée le plus souvent est celle de

Grenet. Elle se compose d'un pôle de charbon de cornue

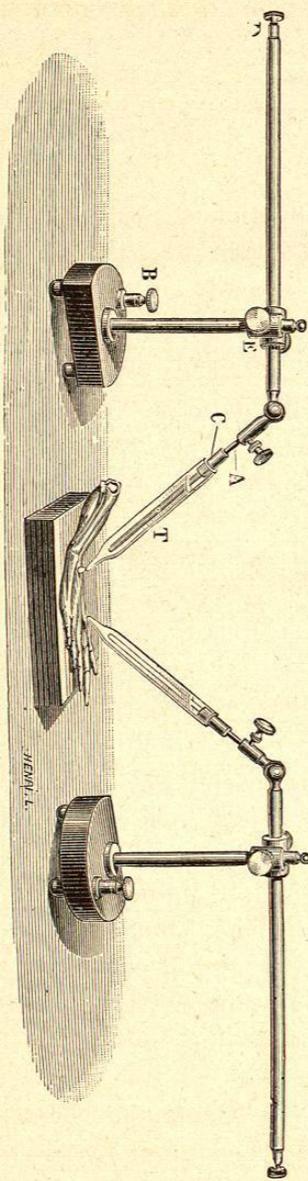


FIG. 78. — Electrodes imparpolarisables de d'Arsonval.

et d'un pôle de zinc maintenus par une tige et que l'on peut faire plonger à volonté dans un liquide constitué de la façon suivante :

Bichromate de potasse.....	100 parties.
Acide sulfurique.....	100 —
Eau.....	1000 —

On se sert aussi de la pile de Daniel, principalement quand il est utile d'avoir des courants constants.

Pour fermer et ouvrir le courant, on se sert d'un levier-clef qui peut être utilisé de deux manières diverses, suivant que l'on veut ou non intercaler une

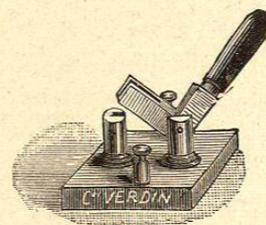


FIG. 79. — Levier-clef.

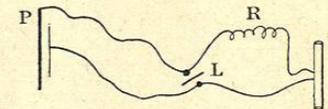


FIG. 80. — Moyen de lancer un courant par l'ouverture du levier-clef : P pile, L levier-clef, R résistance, N nerf.

résistance dans le circuit. Ce levier-clef (fig. 79) se compose d'une barre métallique réunie par une borne à l'un des pôles de la pile : il peut, en oscillant, venir au contact avec un bloc en relation lui-même avec le deuxième pôle par une autre borne. Quand on opère sans intercalation de résistance, le circuit est fermé par l'abaissement de la barre et son contact avec le bloc. Dans le cas contraire, on fait partir des deux bornes du levier-clef, comme pour une dérivation, un nouveau circuit comprenant la résistance R (fig. 80). Comme la résistance de la clef est nulle tant que celle-ci est abaissée, tout le courant passe à travers, et c'est seulement quand on la relève que le nouveau circuit est parcouru. L'intensité

du courant qui le traverse est donnée par la loi  $I = \frac{E}{R}$ , E étant la force électromotrice et R la résistance. Cette résistance est le plus souvent connue d'avance; ce sont des séries de fils fins dont on fait traverser des lon-

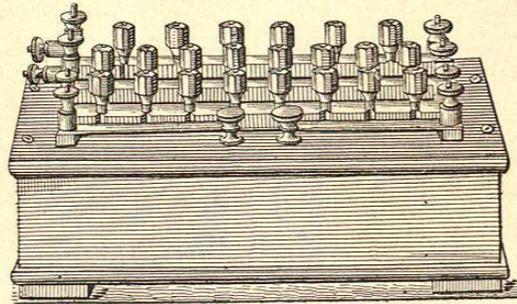


Fig. 81. — Boîte de résistance.

gueurs de plus en plus grandes et graduées en ohms. La disposition pratique est la *boîte de résistance* (fig. 81); en enlevant telle ou telle cheville numérotée, on intercale un fil de 10<sup>ohms</sup>, 20<sup>ohms</sup>, etc. Quand on ne connaît pas la résistance du fil qu'on intercale, on peut la mesurer par la méthode du *pont de Wheatstone* (fig. 82).

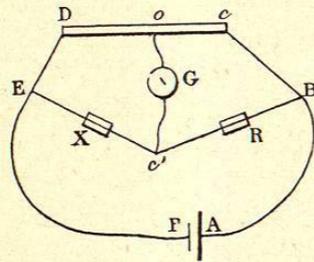


Fig. 82. — Pont de Wheatstone (explication dans le texte).

Soit un circuit dédoublé en son milieu : 1° ABcDEF où cD est un fil métallique de grande résistance; 2° ABc'EF. On intercale entre B et c' une résistance connue R, entre c' et E la résistance inconnue X, puis on cherche

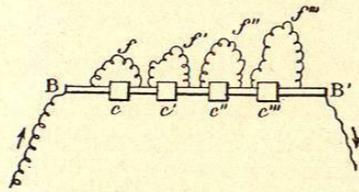


Fig. 83. — Rhéocorde (explication dans le texte).

sur la barre cD un point o tel que oc' ne soit traversé par aucun courant (ce dont on s'assure avec un galvanomètre). Quand ce point o est trouvé, on a  $\frac{X}{R} = \frac{Do}{oc}$ . La barre Dc est graduée en millimètres et on mesure facilement les distances Do et oc.

On se sert souvent d'un *rhéocorde*, qui n'est qu'une forme particulière de boîte de résistance (fig. 81), pour diminuer dans les proportions que l'on veut l'intensité du courant.

Soient B et B' (fig. 83) deux bornes métalliques reliées par une barre brisée, dont la continuité est rétablie par des chevilles c, c', c'', et dont les différents segments sont réunis, en outre, par des fils fins.

Quand toutes les chevilles sont en place, le courant traverse la barre. Mais, si l'on enlève la cheville c, le fil f sera parcouru : si c'est c', f' sera aussi traversé, et ainsi de suite; plus on enlève de chevilles, plus on accroît la résistance et plus aussi, suivant la loi de Ohm  $I = \frac{E}{R}$ , on diminue l'intensité.

Toutes les fois qu'on veut agir avec précision, il est nécessaire de connaître exactement d'une part la force électromotrice, d'autre part l'intensité du courant dont on fait usage. On y arrive par l'intercalation, dans le circuit, d'un *voltmètre* et d'un *ampèremètre*, le premier gradué en volts, le deuxième en milliampères, les courants employés étant toujours faibles.

Quand on veut changer le sens du courant, soit continu, soit induit, on intercale sur le circuit un *commutateur* analogue à ceux dont se servent les physiiciens.

Quand on fait usage de courants continus, l'excitation ne se produit qu'à l'ouverture et à la fermeture.

Pendant tout le temps que passe le courant continu, il ne se produit donc aucun effet, sauf cependant des

phénomènes électrotoniques dont il sera question plus tard : c'est donc la variation de l'état électrique du nerf qui produit son excitation.

Pour faire usage des courants induits, on se sert du chariot de Dubois-Reymond (fig. 84), petit appareil d'in-

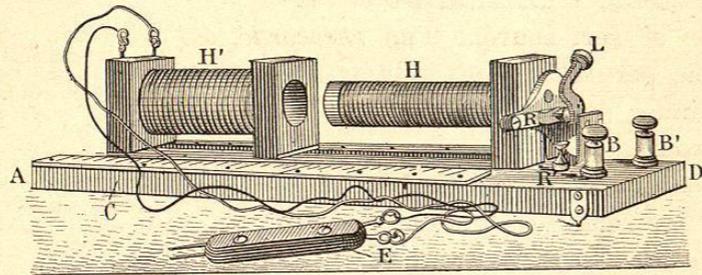


FIG. 84. — Chariot de Dubois-Reymond : B B' bornes, L levier réglant le trembleur, H bobine inductrice, H' bobine induite, E excitateur.

duction dont la bobine inductrice peut s'enfoncer plus ou moins dans la bobine induite, ce qui permet de graduer l'excitation. On peut alors employer, soit le choc induit d'ouverture ou de fermeture du courant inducteur, ce qui amène des excitations isolées, soit encore l'interruption et le rétablissement rapide du courant inducteur à l'aide d'un trembleur, ce qui amène des excitations rapprochées.

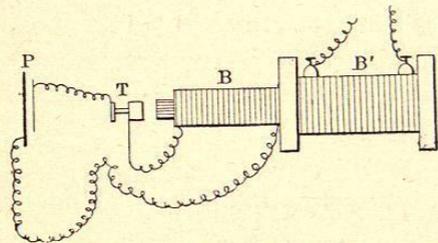


FIG. 85. — Schéma du chariot de Dubois-Reymond : P pile, T trembleur, B bobine inductrice, B' bobine induite.

l'autre pôle par le fil inducteur (fig. schématique 85). Au centre de la bobine est une tige de fer doux ; c'est

Le trembleur consiste en une petite lame élastique terminée par un bloc de fer doux venant buter contre une pointe en relation avec un des pôles de la pile, la lame elle-même étant en relation avec

en face de cette tige qu'est placé le trembleur. Quand le courant passe, celui-ci est attiré et rompt le courant, puis il le rétablit par suite de l'élasticité de la lame qui vient à nouveau toucher la pointe. Il y a autant d'induits produits que d'ouvertures et de fermetures du courant inducteur.

Pour obtenir un choc induit, on fixe le trembleur, de manière qu'il ne puisse pas vibrer, et l'on ouvre ou ferme le courant inducteur avec un levier-clef.

En étudiant le nerf moteur, nous aurons l'occasion d'indiquer les actions variables du courant continu, du choc induit et des induits répétés à bref intervalle.

Ajoutons enfin que l'on peut produire aussi l'excitation du système nerveux par des étincelles d'électricité statique (machine électrique ou bouteille de Leyde). Mais c'est de beaucoup l'électricité dynamique qui est le plus employée.

On se sert quelquefois d'un mode d'excitation improprement appelé *unipolaire*, car il consiste, en réalité, à mettre un pôle de l'excitateur à la terre et l'autre sur le point que l'on veut exciter.