

QUATORZIÈME LEÇON

Imbrication des tracés myographiques.

Lorsqu'on veut comparer une série de contractions musculaires les unes avec les autres, il est nécessaire de

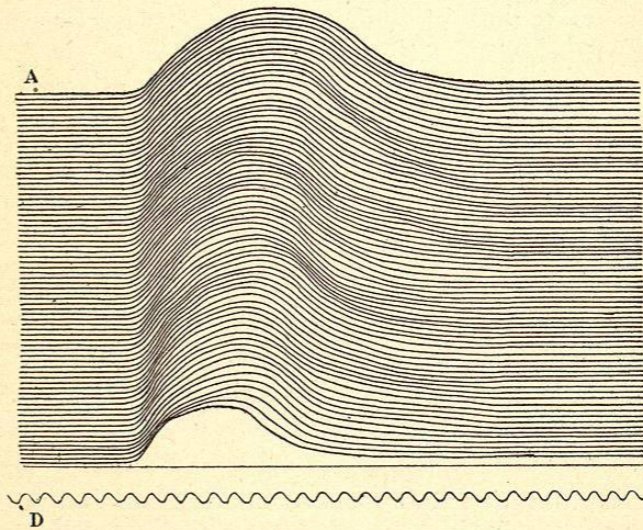


FIG. 152. — Imbrication verticale : A tracé du myographe, D tracé du diapason chronographe.

les grouper, et cela de diverses façons suivant le but proposé. Ces groupements ont reçu le nom d'imbrications; il en est de plusieurs espèces : *imbrication verticale*, *horizontale*, *oblique*. Le premier système consiste à avoir toutes les secousses musculaires superposées (fig. 152), le point de départ se faisant toujours au

même moment de la rotation du cylindre. Pour le deuxième, on fait partir toutes les secousses de la même ligne, mais avec un léger retard, toujours égal, de manière à avoir des courbes juxtaposées côte à côte (fig. 153). Enfin, le troisième est une combinaison des deux premiers et les secousses ont toutes leur point de départ sur une ligne oblique (fig. 154).

Voici le dispositif employé pour obtenir les imbrications verticales.

Tout étant disposé pour prendre un tracé myographique, on fixe sur l'axe de rotation du cylindre une roue dentée, susceptible d'engrener avec une autre roue ayant le même nombre de dents, de sorte que, quand la première fait un tour, la seconde en fait un également; cette deuxième roue porte une cheville latérale qui peut, en soulevant un levier, fermer sur l'excitateur un courant de pile. A chaque tour du cylindre il se produit donc une excitation; mais, si la plume du myographe ne se déplaçait pas latéralement, toutes les secousses seraient l'une sur l'autre: aussi le mouvement latéral doit-il être assuré par la mise en marche du chariot que nous avons décrit dans la première leçon. Ce mode d'imbrication est surtout utile pour comparer la durée de plusieurs secousses musculaires.

Pour les imbrications horizontales, on fait engrener la roue interruptrice destinée à lancer le courant à un moment déterminé avec une roue fixée à l'axe du cylindre, et qui a une dent de moins, de sorte que, pour un tour du cylindre, la roue interruptrice n'a pas fait un tour complet et se trouve en retard d'une dent. La nouvelle secousse se produira donc un peu plus loin que la première et ainsi de suite. Ce mode d'imbrication est surtout utile pour comparer les amplitudes des contractions.

Les imbrications obliques s'obtiennent en combinant

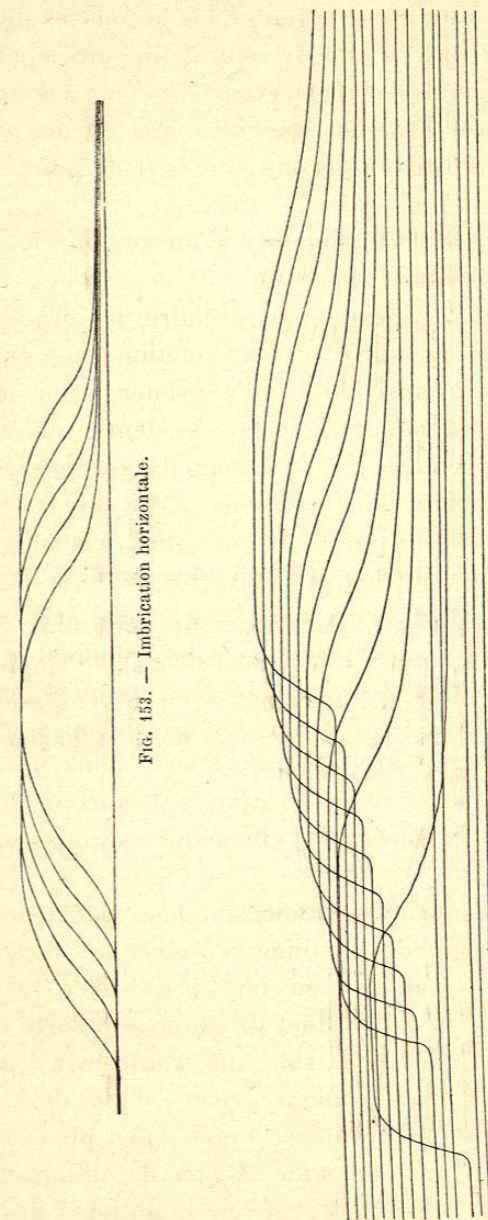


FIG. 153. — Imbrication horizontale.

FIG. 154. — Imbrication oblique.

l'engrenage de la roue interruptrice et de celle qui a une

dent de moins avec le mouvement de latéralité du chariot. De cette manière, les secousses se produisent 1° avec un léger retard; 2° non plus sur la même ligne, mais sur des lignes parallèles; les points de départ se trouvent ainsi sur une ligne oblique. Ce genre d'imbrication n'a aucun avantage particulier.

ACTION DE LA CHALEUR. — L'effet est différent suivant les températures. Jusqu'à un certain degré optimum, les

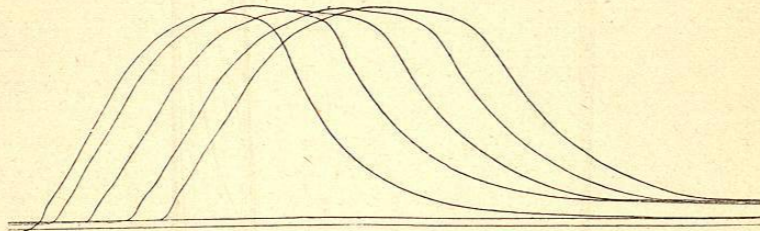


FIG. 155. — Effet d'une chaleur modérée.

secousses, pour un même excitant, sont plus brèves et plus amples, puis elles décroissent d'amplitude en s'allongeant, le muscle restant en partie contracté. Enfin, à la température de coagulation de la myosine, on n'a plus aucun effet (fig. 155 et 156).



FIG. 156. — Effet d'une chaleur trop forte.

ACTION DU FROID. — L'effet du froid est de rendre la durée de la contraction musculaire beaucoup plus grande, surtout pendant la période de descente de la courbe. Il est évident que, si le muscle est rigide, il ne répond plus aux excitants (fig. 157).

ACTION DE LA FATIGUE. — La fatigue produit une diminution de l'amplitude et un allongement de la

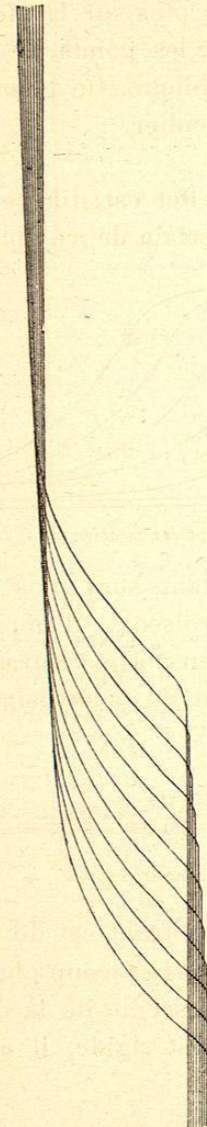


FIG. 157. — Effet du froid.

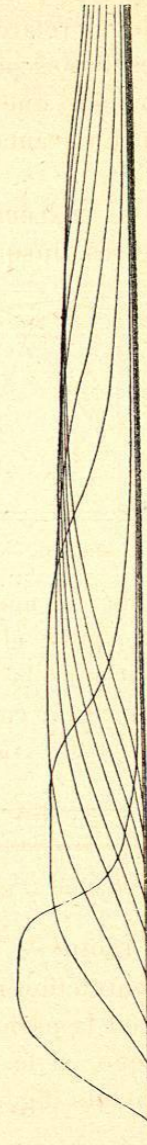


FIG. 158. — Effet de la fatigue.

durée (fig. 158). En augmentant l'excitation, on peut corriger pour quelque temps l'excès de cette fatigue, mais pas longtemps, car nous avons vu qu'un muscle tétanisé se relâche peu à peu. Le repos rend aux muscles leur excitabilité.

ACTION DE L'INTENSITÉ DE L'EXCITANT. — Si l'on part d'excitations très faibles, on a d'abord des secousses faibles aussi, puis qui vont en s'amplifiant au fur et à mesure que l'excitation augmente, jusqu'à un certain moment où l'effet est maximum et ne croît plus, quelle que soit l'intensité de l'excitant.

Certains muscles, comme le muscle cardiaque, donnent tout de suite leur effet maximum : une excitation est-elle insuffisante ou bien suffisante, la contraction est nulle ou maximale.

ACTION DE LA CHARGE. — Lorsqu'on charge un muscle de poids de plus en plus forts, par exemple en faisant couler régulièrement du mercure dans un récipient suspendu à ce muscle, on voit, tant qu'on ne dépasse pas un certain poids qui est de 50 grammes pour le gastrocnémien de la grenouille, que les contractions deviennent de plus en plus amples. Le muscle, d'ailleurs, se contracte normalement, c'est-à-dire qu'après la secousse, il revient exactement à sa longueur primitive.

Mais, si le poids augmente encore, les contractions diminuent d'amplitude et augmentent de durée; en outre, le muscle s'allonge de plus en plus, de sorte que, si l'on a disposé l'expérience pour faire des imbrications horizontales, il se fait, en réalité, des imbrications obliques.

TRAVAIL DU MUSCLE. — Le travail du muscle est mesuré par le poids qu'il soulève multiplié par la hau-

teur de soulèvement, lequel égale le raccourcissement du muscle. Ce travail n'est pas uniforme; il y a un poids optimum qui, multiplié par la hauteur de soulèvement, donne le travail maximum. S'il s'agit d'un gastrocnémien de grenouille, ce poids est de 150 grammes pour un soulèvement de 5 millimètres.

ACTION DES POISONS. — Certains poisons, comme la vératrine, paralysent plus ou moins le muscle ou, comme le curare, la plaque motrice. Leur action est la même que celle de la fatigue, c'est-à-dire que les secousses deviennent de moins en moins amples et de plus en plus longues. Sous l'action de la strychnine, une excitation isolée provoque non pas une secousse unique, mais une série de secousses plus ou moins fusionnées et pouvant aller jusqu'à la contraction tétaniforme.

ACTION DES CENTRES MOTEURS. — Sous l'influence de l'impulsion partie des centres, on obtient des secousses ou bien des contractions durables; ces dernières sont comparables au tétanos physiologique, comme l'a montré l'étude du *bruit musculaire*, provoqué par les secousses successives fusionnées. On perçoit facilement ce dernier, en introduisant dans le conduit auditif le bout de l'index fortement contracté, ou mieux encore en se servant d'un microphone.

ERGOGRAPHE. — Nous avons vu que l'on mesurait le travail d'un muscle en multipliant le poids qu'il déplace par la hauteur à laquelle ce poids est soulevé. On peut mesurer le travail d'un petit groupe de muscles et leur fatigue à l'aide de l'instrument appelé *ergographe*. Celui-ci consiste, comme vous le voyez (fig. 159), en une pièce métallique pouvant se déplacer sur deux glissières horizontales et portant un stylet inscripteur. A

cette pièce est attachée, par une corde se réfléchissant sur une poulie, un poids déterminé et variable. Une autre corde, s'attachant en sens inverse et terminée par un anneau, permet d'exercer des tractions sur ce poids.

Un bras étant appliqué sur une planchette et immobilisé à l'aide de brassards métalliques fixés, eux aussi,

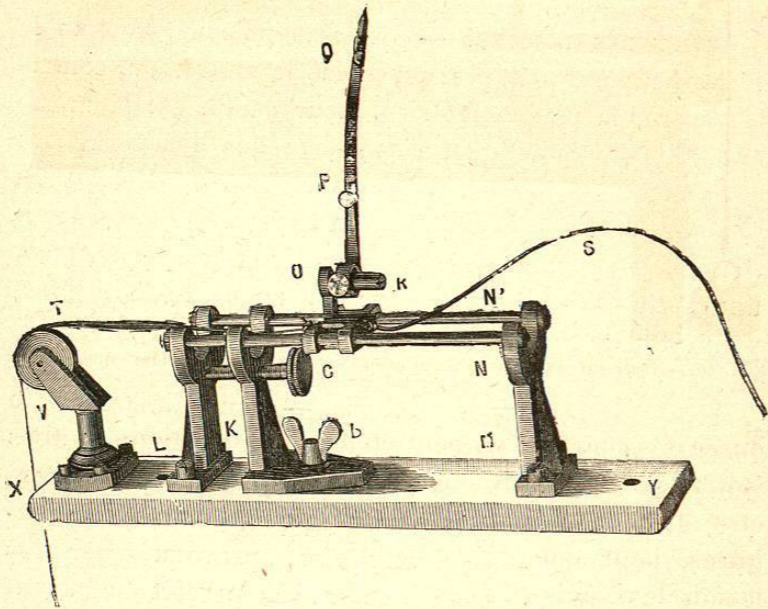


Fig. 159. — Ergographe de Mosso.

sur la planchette où ils sont également immobilisés, on enfonce l'index et l'annulaire dans deux doigtiers métalliques et l'on accroche l'anneau précité à la dernière phalange du médius. En fléchissant cette phalange, on soulève le poids, et le stylet portant (fig. 160) sur un enregistreur trace en vraie grandeur la hauteur à laquelle ce poids est soulevé. En continuant rythmiquement, guidé par un métronome, ces flexions, et le cylindre se déplaçant, les traits deviennent de moins en moins longs et enfin la flexion est rendue impossible (fig. 161). Par la

comparaison sur des graphiques analogues, pris dans diverses conditions, de la longueur des traits et de la

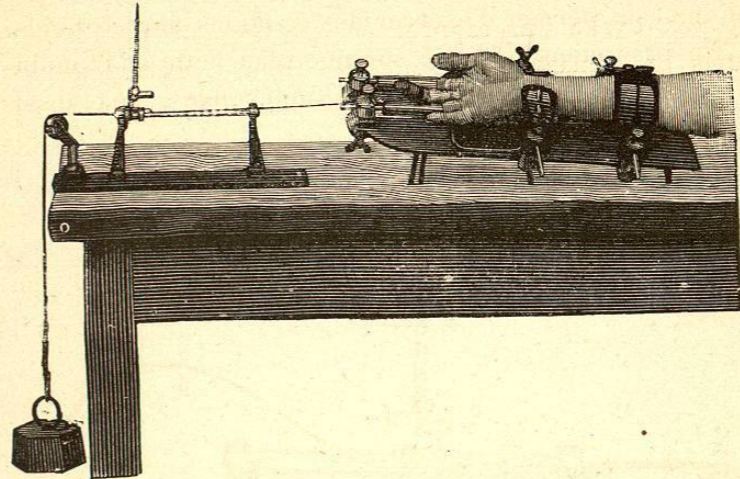


Fig. 160. — Dispositif d'une expérience avec l'ergographe (le cylindre enregistreur n'est pas figuré).

durée des courbes, on peut étudier les variations du travail total. Les contractions successives ne doivent pas être trop éloignées, pour que le muscle ne puisse pas se reposer entre deux contractions. Le poids ne doit être ni trop léger (de quelques grammes) ni trop lourd (de plusieurs kilogrammes).

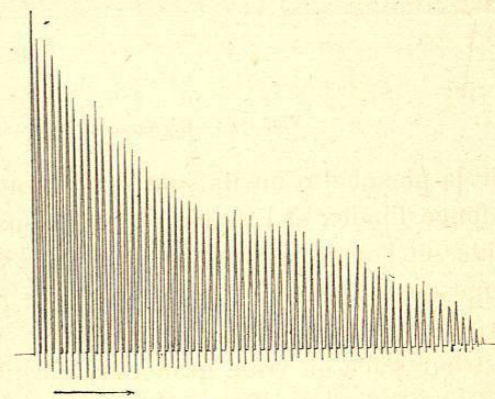


Fig. 161. — Graphique de l'ergographe.

MUSCLES LISSES, MUSCLES DES INVERTÉBRÉS. — Toutes les expériences que nous avons signalées, à propos des

muscles striés, peuvent être répétées sur des muscles lisses tels qu'un fragment de tube intestinal, par exemple. Là encore, une excitation unique produit une secousse et des excitations rapprochées provoquent un tétanos. Mais on remarque : 1° que la secousse est bien plus lente; 2° que le temps perdu est bien plus long; 3° qu'il faut des excitations relativement peu rapprochées pour produire le tétanos. Logiquement d'ailleurs, ce résultat n'est qu'un corollaire de la lenteur de la secousse.

Chez les invertébrés, sauf les arthropodes, les muscles sont lisses et présentent les particularités que nous venons de signaler. Les expériences peuvent se faire très facilement sur les siphons de lamellibranches siphonnés, ceux des pholades par exemple. Chez les arthropodes, qui ont des muscles striés, la secousse est plus brève.

Tous les muscles n'ont pas, d'ailleurs, dans le même organisme, au point de vue de la nature de la courbe, les mêmes caractères. Ainsi, si l'on prend une écrevisse, on constate que les muscles de la queue ont une secousse plus rapide et un temps perdu moindre que ceux des pinces. Des faits analogues ont été signalés pour des mammifères et des oiseaux. On sait que, chez le lapin et le poulet, par exemple, il y a des *muscles rouges* et des *muscles blancs*. Les derniers ont une secousse bien plus rapide que les premiers.

QUINZIÈME LEÇON

Mécanismes respiratoires.

La fonction respiratoire consiste dans les échanges gazeux qui se font entre les éléments anatomiques des êtres vivants et le milieu ambiant, c'est-à-dire fixation d'oxygène et rejet d'acide carbonique. Un certain nombre de mécanismes, variables avec les espèces, assurent cette fonction.

Chez les vertébrés aériens, l'air pénètre dans une cavité dite poumon où le sang vient se charger d'oxygène pour le porter aux tissus et se débarrasser de l'acide carbonique qu'il y a puisé; les arthropodes aériens ont des trachées au lieu de poumons, tandis que, chez les vertébrés et arthropodes aquatiques, les mêmes échanges se font à l'aide de branchies.

Mammifères. — La pénétration de l'air dans les poumons est due aux mouvements de la *cage thoracique*. Celle-ci, dont le squelette est formé par la colonne vertébrale, le sternum et les côtes, est fermée en bas par le diaphragme. Elle peut, dans les mouvements d'*inspiration*, s'agrandir suivant trois diamètres : vertical, antéro-postérieur et transversal. L'agrandissement vertical est dû à la contraction du diaphragme (schéma 162), les deux autres au soulèvement des côtes; ce soulèvement est produit surtout par la contraction des scalènes et des surcostaux.

Le poumon, qu'on peut regarder comme un sac, est