

loppements que peut comporter un traité élémentaire, l'ingénieuse théorie du *ressort spirale* de Rouget. Quelle que soit la théorie que l'on choisira, ce qui nous paraît certain, c'est qu'il faut, comme nous l'avons déjà dit, ranger le changement de forme du muscle dans une classe générale de phénomènes physiologiques. Nous savons qu'une des propriétés essentielles des globules est de pouvoir changer de forme : les fibres musculaires dérivent des globules, et leur contenu a conservé à un haut degré cette propriété, comme du reste les autres propriétés précédemment étudiées (élasticité, pouvoir électro-moteur, échanges chimiques, etc.). Cette manière de voir, qui sans hasarder une théorie du phénomène, le fait du moins rentrer dans les propriétés générales des éléments essentiellement vivants, est confirmée par cette expérience de Kühne : remplissant un fragment de tube digestif d'insecte avec du protoplasma de Myxomicètes (cryptogames composés uniquement de globules très-contractiles, de protoplasma pur et simple), il a réalisé artificiellement une fibre musculaire ayant enveloppe et contenu et se comportant, sous l'action des excitants, absolument comme une fibre musculaire véritable, c'est-à-dire passant d'une forme de repos à une forme active.

Du reste, comme dans les globules, toute l'étendue de la fibre musculaire ne paraît pas prendre part en même temps au changement de forme : si sous le microscope on excite une portion déterminée d'une fibre, on voit le changement de forme, d'abord local, se propager aussitôt sous l'apparence d'une vague sur toute la longueur de la fibre, comme nous l'avons dit plus haut. Cette expérience est très-facile à produire sur les muscles des insectes, et surtout sur les pattes longues et grêles des araignées.

Sensibilité du muscle. Les muscles sont peu ou pas sensibles, mais ils possèdent une sensibilité particulière, le *sens musculaire*, dont nous parlerons plus loin avec détail. (Voy. chap. *des organes des sens.*) Nous dirons seulement ici que cette sensibilité, qui est l'impression du muscle agissant, nous fait apprécier l'intensité et la rapidité de contraction de chaque muscle, c'est ainsi qu'elle nous permet de juger de la lourdeur d'un poids en le soulevant, etc.

III. — MUSCLES LISSES.

Les fibres *musculaires lisses* (fig. 22) sont surtout placées dans les parois des viscères (intestin, vessie, utérus, etc.), ou dans les canaux qui y aboutissent ou en partent (bronches, uretère, urètre, canal cholédoque, etc., etc.). Aussi est-il difficile d'isoler un faisceau distinct de cet élément contractile pour en faire une étude spéciale.

Cependant en étudiant les muscles lisses tels qu'ils se présentent et avec les intrications normales de leurs fibres, il est facile de se convaincre que ces éléments possèdent, comme la fibre striée, la propriété de se présenter sous deux formes, que nous pouvons encore appeler forme de repos et forme active.

Sous ces deux formes le muscle lisse paraît présenter les mêmes propriétés que le muscle strié en pareil cas, tant sous le rapport des *réactions chimiques* que de la *force électro-motrice*, de l'*élasticité*, et des *échanges respiratoires* (combustion).

Mais ce qui différencie le muscle lisse du muscle strié,

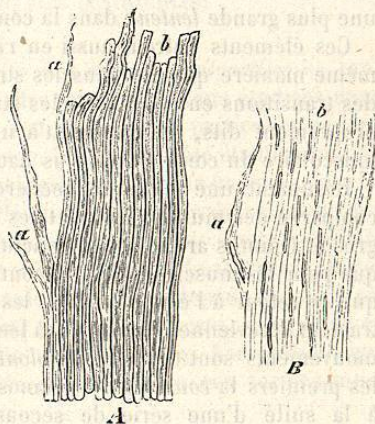


FIG. 21.
Muscles lisses (de la paroi de la vessie)*.

* A, fascicule complet dont sortent en *a, a* des fibres cellulaires isolées; *b*, en représente la section (par rupture). — B, un fascicule semblable ayant subi l'action de l'acide acétique : on voit paraître les noyaux longs et minces; — *a* et *b* comme ci-dessus. — Grossiss. 300 diam. (Virchow, *Pathologie cellulaire.*)

c'est que chez lui le passage de la forme de repos à la forme active (contraction) se fait avec une *grande lenteur* : après l'excitation, qui irrite la fibre et doit provoquer son changement de forme, il se passe un temps toujours assez considérable avant que celui-ci s'accomplisse : l'*excitation latente* est donc de longue durée ; il se produit ensuite une *contraction* très-lente, qui se maintient quelque temps à son maximum et se relâche ensuite peu à peu.

A la différence de structure des muscles lisses correspond donc surtout une *grande paresse* à obéir aux irritants, et une plus grande *lenteur* dans la contraction.

Ces éléments entrent aussi en *rigidité cadavérique* de la même manière que les muscles striés. Du reste on trouve des transitions entre les muscles striés et les muscles lisses proprement dits, tel est jusqu'à un certain point le tissu musculaire du cœur. (Voir plus haut, page 104.)

Résumant une série de recherches sur la physiologie comparée des muscles lisses et des muscles striés, MM. Legros et Onimus arrivent aux conclusions suivantes : Tandis que pour les muscles striés la contraction est rapide ainsi que le retour à l'état de repos, les muscles lisses se contractent et reviennent lentement à leur première forme. Leurs mouvements sont toujours *involontaires*. Tandis que pour les premiers la *contracture* (tétanos physiologique) survient à la suite d'une série de secousses, pour les muscles lisses la contracture survient progressivement et sans oscillation : la *forme péristaltique* (Voy. intestin) est la forme la plus ordinaire de ces contractions. La *motilité* (l'excitabilité) persiste plus longtemps dans les muscles lisses après la mort. Pour les muscles striés, l'excitation électrique des nerfs moteurs du muscle produit plus d'effet que celle du muscle lui-même ; c'est l'inverse pour l'élément lisse. Enfin lorsqu'on fait agir sur des muscles lisses les deux pôles d'un courant d'induction, en plaçant ces pôles à une certaine distance l'un de l'autre, au lieu de voir le muscle se contracter dans toute son étendue, on observe, par exemple sur le tube intestinal, qu'il n'y a contraction que dans les points en contact avec les pôles : dans les points intermédiaires, il n'y a pas contraction, il y aurait même relâ-

chement. Quant à l'action des courants continus, elle serait bien plus singulière : en effet, pour les organes qui ont des mouvements péristaltiques (Voy. intestin; vasomoteurs) il y a des différences correspondant au sens du courant : lorsque celui-ci suit la direction des contractions péristaltiques normales, il y a relâchement ; en sens contraire, il y aurait contraction.

IV. — CELLULES CONTRACTILES.

Les diverses propriétés des *cellules contractiles* se rapprochent tout à fait de celles que nous avons étudiées dans les cellules en général : il en est ainsi en particulier de leur faculté de changer de forme. Cette propriété étant commune à toutes les masses de protoplasma, nous ne pouvons faire ici allusion, après avoir parlé du muscle proprement dit, qu'aux *cellules contractiles* spécialement utilisées par l'économie au point de vue de leur *contractilité* ou *irritabilité*. Or ces éléments sont presque uniquement développés dans les parois des artères et surtout des petites artères ; c'est donc en faisant l'étude des petits vaisseaux (Voy. *Circulation*) que nous devons étudier les fonctions de ces formes musculaires embryonnaires.

Parmi les mouvements produits par des cellules, il y a encore les *mouvements des cils vibratiles* : nous en parlerons à propos des épithéliums cylindriques qui présentent ce revêtement ciliaire.

RÉSUMÉ. Il y a deux espèces de *muscles* : les muscles *striés* et les muscles *lisses*.

Les muscles *striés* sont bien nommés, car ils présentent des *striés transversales*, qui, loin de résulter d'artifices de préparation, existent même sur le vivant, comme le prouve l'expérience du *spectre musculaire*.

Le muscle est *très-élastique* : cette élasticité diffère de celle des fibres élastiques en ce qu'elle dépend de la nutrition du muscle.

Quant à la *tonicité*, au *tonus musculaire*, il est un effet de l'innervation ; c'est un *acte réflexe* dans lequel les nerfs mo-

teurs, la substance grise de la moelle et les nerfs sensitifs sont en jeu.

Le muscle en passant à l'état actif change de forme, mais non de volume : il gagne en largeur ce qu'il perd en longueur. Si le muscle contracté sur le vivant est dur et résistant, c'est qu'il ne peut réaliser (vu ses insertions) le raccourcissement complet, la forme globuleuse qui le caractérise à l'état actif.

Dans le muscle à l'état actif, les combustions sont beaucoup plus considérables : la réaction du muscle devient alors acide (acide sarcolactique); sa température s'élève et le sang veineux qui en sort est pauvre en oxygène et riche en acide carbonique.

La chaleur produite par le muscle actif se dégage en partie sous forme de chaleur et se transforme en partie en travail mécanique (équivalent mécanique de la chaleur).

Les combustions musculaires (sources de travail mécanique) se font essentiellement aux dépens des aliments hydrocarbonés (expérience de Fick et Wislicenus).

La rigidité cadavérique est due à la coagulation de la fibre musculaire (musculine); elle se manifeste d'un quart d'heure à sept heures après la mort, en commençant par les muscles des mâchoires, et dure d'autant plus longtemps qu'elle commence plus tard.

Par une excitation brusque et courte (un choc) on obtient ce qu'on appelle la secousse musculaire (excitation latente, raccourcissement et retour à la forme primitive); par des excitations très-rapprochées on obtient la fusion de ces secousses, c'est-à-dire le tétanos physiologique ou contraction proprement dite. Il faut environ trente excitations par seconde pour produire ce tétanos physiologique.

Le mécanisme intime de la contraction paraît être représenté par un gonflement de la fibre, gonflement qui progresse sur toute sa longueur comme une vague (onde musculaire de Aebv et de Marey).

La physiologie des muscles lisses se résume en ce que leur contraction est involontaire et lente; l'excitation latente dure longtemps. Il n'y a pas pour eux de tétanos physiologique, car leur contraction, quelle que soit sa durée, représente une seule secousse et non une série de secousses fusionnées.

V. — ANNEXES DU SYSTÈME MUSCULAIRE.

(Tissu conjonctif, os, tendons.)

Mécanique générale des muscles. La fibre musculaire, en changeant de forme, joue dans l'économie un rôle important comme source de travail et de mouvement. Elle est à cet effet en rapport avec d'autres organes. Sous ce point de vue elle présente deux dispositions différentes : elle opère par *pression* ou par *traction*.

Dans le premier cas (*pression*), les éléments musculaires sont disposés sous forme d'anses ou d'anneaux, ou même de poches membraneuses, de façon à comprimer dans tous les sens les organes qu'ils circonscrivent. Sur ce type sont construits les sphincters, les canaux musculaires (pharynx, œsophage), le cœur, ainsi que tous les organes creux contractiles. — La presque totalité des muscles de la vie organique (muscles lisses) présentent cette disposition. Ils sont chargés le plus souvent de faire progresser dans l'intérieur des réservoirs et des canaux, dont ils constituent les parois, des matières liquides ou du moins ramollies, et c'est en produisant dans ces réservoirs des inégalités de pression qu'ils atteignent leur but, les liquides tendant toujours à se déplacer dans le sens de la plus faible pression. (Voir *Mouvements de l'estomac, de l'intestin, de la vessie, de l'utérus*, etc.).

Dans le second cas, la fibre musculaire va s'insérer sur les organes qu'elle doit attirer, sur les leviers qu'elle doit mouvoir (os), par l'intermédiaire de cordes résistantes (tendons). A l'étude des os (et de leurs articulations) se rattache celle des ligaments; à l'étude des tendons et des muscles, celle des aponévroses. — Les os, les cartilages articulaires, les ligaments, les tendons, les aponévroses forment donc l'ensemble des organes passifs de la locomotion. Les tissus de ces organes ont des rapports histologiques et chimiques si intimes qu'on les a réunis dans une vaste famille dite groupe du tissu conjonctif ou collagène : les tendons, les