Au contraire les tendons sont unis sans interruption à la substance même de l'os, les faisceaux tendineux se continuant directement avec les fibres de Sharpey.

Aponévroses. — Les éléments sont les mêmes que dans les tendons. Mais les faisceaux, au lieu d'être tous longitudinaux, sont situés dans deux plans différents et se croisent à angle droit, de sorte que les espaces interfasciculaires représentent des fentes quadrillées, dans lesquelles sont réparties les cellules, toujours marquées de crêtes d'empreintes et formant un réseau régulier par les anastomoses de leurs expansions en ailes.

CHAPITRE XI

TISSU ÉLASTIQUE.

Variété de tissu conjonctif dans laquelle dominent les *fibres élastiques* de ce tissu (voy. p. 32). On n'y trouve que fort peu de faisceaux connectifs, pas de vaisseaux ni de nerfs. Aucun élément anatomique ne lui est spécial.

Tantôt les fibres élastiques sont simplement ramifiées et anastomosées : cette variété s'observe dans les *ligaments jaunes* de la colonne vertébrale (1), dans le *ligament suspenseur de la verge* (voy. p. 196), dans le *ligament cervical postérieur* (surtout chez les quadrupèdes). Tantôt elles sont disposées en lamelles minces, membraneuses, réticulées : cette forme se trouve dans la *tunique moyenne des artères*.

Le *développement du tissu élastique* ne commence ordinairement qu'après la naissance. Ce tissu est

(1) Voy. Paul Lefort, *Aide-Mémoire d'anatomie à l'amphithéâtre.*

d'abord représenté par des grains disséminés, qui plus tard s'arrangent en séries, puis s'accolent, se soudent les uns aux autres, de façon à former des fibres qui s'anastomosent en réseaux.

CHAPITRE XII

TISSU CARTILAGINEUX.

Tissu caractérisé par une *substance fondamentale* que l'eau bouillante convertit en *chondrine*, et qui est creusée de capsules ou cavités (*chondroplastes*) contenant des cellules. Cette substance est limitée par le *périchondre*, membrane fibreuse intimement unie au cartilage par des bandes de substance fondamentale qui se portent de l'un à l'autre : dans les couches profondes du périchondre existent encore des capsules de cartilage ; dans les couches superficielles il n'y a plus que des cellules de tissu conjonctif.

Ordinairement les *vaisseaux sanguins* n'existent que dans le périchondre, d'où les matériaux de nutrition arrivent au cartilage par diffusion à travers la substance fondamentale, et non par des canaux, qui n'ont jamais été observés. Mais dans les cartilages qui subissent l'ossification, les vaisseaux partis du périchondre pénètrent le tissu cartilagineux : ils sont contenus dans des canaux sinueux, bordés par une substance fondamentale plus dense, et dans lesquels reste un espace libre que comble un tissu particulier (*moelle du cartilage*), formé de cellules lymphatiques et connectives (Ranvier).

Au moment de son apparition, le cartilage présente un aspect spécial : *cartilage embryonnaire, cartilage fœtal*. Quand le développement est complet, il

s'est ossifié sur presque tous les points du squelette (voy. *Ossification*, p. 54). Mais il persiste au niveau des extrémités articulaires, des côtes, du larynx, des bronches, etc., avec des caractères qui varient suivant la composition de sa substance fondamentale, et qui font reconnaître trois variétés de *cartilage permanent* : *hyalin*, *fibreux*, *élastique*.

Cartilage embryonnaire. — Il est composé de cellules libres, non entourées de capsules, qui ne diffèrent des cellules embryonnaires qu'en ce qu'on voit déjà apparaître entre elles la substance fondamentale du cartilage, amorphe et hyaline, encore peu abondante. Il existe chez l'embryon, dans tous les points du corps où du cartilage permanent ou d'ossification prendra naissance.

Cartilage fœtal. — Il se distingue du précédent par la quantité plus considérable de substance fondamentale, et par les formes polyédriques et anguleuses que prennent les cellules sous l'influence de la pression exercée par cette substance. Il forme la charpente de corps du fœtus ; c'est dans son épaisseur que se montrent les premiers vestiges de l'ossification.

Cartilage hyalin ou **cartilage vrai.** — Il constitue les *cartilages articulaires* (sauf ceux de l'articulation temporo-maxillaire, qui sont fibro-cartilagineux) ; les *cartilages costaux* et l'*appendice xiphoïde du sternum ;* les *cartilages du nez et de tout l'appareil respiratoire* (à l'exception de ceux de Santorini, de Wrisberg, et de l'épiglotte, qui sont des cartilages élastiques) ; la *poulie de l'orbite*.

Il est formé : 1° par la *substance fondamentale*, homogène, amorphe, hyaline, transparente, résistante, élastique, douée d'une propriété spéciale de réfraction qui la fait distinguer des autres tissus Ch. Rémy) ; non colorée par le carmin, teintée en

rose par la purpurine, en violet par l'hématoxyline ; creusée de capsules (*chondroplastes*) de même nature que la substance fondamentale, qui ont 20 à 80 μ de diamètre.

2° Par les *cellules cartilagineuses*, qui n'ont pas d'autre caractère particulier que de produire autour d'elles la substance fondamentale du cartilage ; dans leur protoplasma sont un ou deux noyaux ; celles qui sont en activité d'ossification renferment de la matière glycogène, celles dont le développement est arrêté contiennent de la graisse ; elles sont logées dans les chondroplastes, dont elles remplissent ordinairement la cavité ; pourtant quelques capsules renferment des cellules ratatinées, d'autres sont vides d'éléments cellulaires.

Les *cartilages articulaires* n'ont pas de périchondre, le tissu cartilagineux se continuant jusqu'à la surface de l'os. Dans ces cartilages on observe quatre couches superposées, qui sont, en allant de la surface vers la profondeur : capsules *lenticulaires*, aplaties *parallèlement* à la surface ; au-dessous, capsules *arrondies ;* puis capsules allongées *perpendiculairement* à la surface ; enfin, près de l'os, *cartilage calcifié*. Ce dernier terme s'applique au cas où la substance fondamentale est infiltrée de granulations calcaires : ce n'est pas une espèce distincte, puisque l'acide chlorhydrique, en dissolvant les granulations, rend à la substance son caractère hyalin.

Les *cartilages costaux* et *respiratoires* sont enveloppés de périchondre. Les capsules de ces cartilages, réunies par groupes, sans distribution précise comme précédemment, sont ordinairement ovoïdes, parfois sphériques, allongées, fusiformes.

Cartilage fibreux ou **fibro-cartilage.** — Tissu cartilagineux dont la substance fondamentale est en grande partie, quelquefois totalement fibroïde, com-

posée de fibres connectives. Seules les capsules, peu volumineuses, rares, réparties en groupes irréguliers, sont formées de substance homogène, et donnent à ce tissu le caractère cartilagineux.

Tels sont les *disques intervertébraux*, les *revêtements cartilagineux de l'articulation temporo-maxillaire*, les *bourrelets glénoïdien* et *cotyloïdien*, les *ménisques semilunaires du genou*. Les cartilages tarses sont des lames fibreuses, et non fibro-cartilagineuses.

Cartilage élastique ou **réticulé.** — Cartilage dont la substance fondamentale contient des fibres élastiques minces, onduleuses, très serrées, formant un réseau au milieu duquel sont les capsules cartilagineuses, nombreuses et volumineuses ; ces fibres se prolongent dans le périchondre et jusque dans le tissu conjonctif voisin. Il forme les *cartilages du pavillon de l'oreille, de la trompe d'Eustache, aryténoïdes, de Santorini, de Wrisberg* et l'*épiglotte*.

Développement et accroissement des cartilages. — Le tissu cartilagineux apparaît, vers la fin de la sixième semaine, dans le feuillet moyen du blastoderme, au niveau de la colonne vertébrale, ou plutôt de la *notocorde* ou *corde dorsale*, première trace du rachis (voy. *Embryologie*, p. 259). Le *cartilage embryonnaire* se montre d'abord au niveau des corps vertébraux et des disques intervertébraux ; puis il devient *cartilage fœtal*, et forme le squelette entier.

L'*accroissement du cartilage* résulte de l'activité productrice des cellules, qui ont pour principale propriété de provoquer autour d'elles le développement de la substance fondamentale, dont la formation, comme celle des capsules, est postérieure à celle des cellules. Celles-ci se multiplient *par division indirecte* (voy. *Multiplication des cellules*, p. 16). Chaque cellule secondaire accomplit un travail physiologique en vertu duquel une nouvelle capsule

se forme à sa périphérie. C'est à tort qu'on donne à la capsule primitive le nom de *capsule mère*, et aux capsules secondaires celui de *capsules filles ;* car la première ne prend aucune part à leur formation (Ranvier).

CHAPITRE XIII

TISSU OSSEUX.

Ce tissu est essentiellement composé par la *substance osseuse* ou *substance fondamentale des os*, qui se présente sous deux aspects : substance *compacte*, formant la surface externe de tous les os et la diaphyse des os longs ; substance *spongieuse*, formant les épiphyses des os longs, le centre des os plats, et la plus grande partie des os courts. Ces différences ne sont qu'extérieures : la substance est toujours composée des mêmes éléments, et disposée en lamelles (*lamelles osseuses*) creusées de cavités (*corpuscules osseux, ostéoplastes*) dont chacune émet de nombreux canalicules ramifiés (*canalicules osseux*) et renferme une *cellule osseuse*. Certaines de ces lamelles limitent des conduits parcourus par des vaisseaux (*canaux de Havers*). Enfin l'os es enveloppé par le *périoste ;* son canal central est occupé par la *moelle des os*.

Toutes ces parties peuvent être étudiées sur un os frais. Les parties molles (cellules, vaisseaux, périoste, moelle) ont disparu sur un os sec ; mais celui-ci est favorable à l'étude de la substance fondamentale (1).

Substance fondamentale. — Elle résulte de la combinaison d'une matière organique, l'*osséine*,

(1) Voy. Paul Lefort, *Aide-Mémoire d'anatomie à l'amphithéâtre.* Coupes, Dissection.)

33 p. 100, avec du phosphate et du carbonate de chaux, 67 p. 100 : la calcination détruit la première; l'acide chlorhydrique dilué dissout les sels en laissant intacte la matière organique. Les proportions des matières organique et inorganique ne subissent avec l'âge que des différences insignifiantes (Sappey).

Sur la coupe transversale de la *diaphyse d'un os long*, on voit la substance fondamentale disposée en *lamelles*, qui, à la périphérie, forment un système parfaitement circulaire, concentrique à l'anneau central qui représente la coupe du canal médullaire (*systèmes de lamelles périphériques*). Au centre, autour de cet anneau, elles sont imbriquées, le système qu'elles forment n'est plus aussi régulièrement circulaire (*syst. de lamelles périmédullaires*). Entre les deux systèmes précédents, elles forment une série de systèmes concentriques, correspondant à autant de canaux de Havers qui leur servent de centres (*syst. de Havers*). Enfin, dans les espaces de formes variées qui séparent les systèmes de Havers, elles sont encore concentriques; mais au lieu de former des circonférences complètes, elles décrivent des arcs à grands rayons (*syst. de lamelles intermédiaires*).

Dans les systèmes *périphériques* et *intermédiaires* existent des fibres de tissu conjonctif qui ont subi l'infiltration calcaire, et qui, venues du périoste, pénètrent dans l'os perpendiculairement ou obliquement à sa surface : ce sont les *fibres perforantes de Sharpey*. On les trouve jusque dans les systèmes périmédullaires, mais jamais dans les systèmes de Havers.

Dans le tissu spongieux des *épiphyses*, des *os plats* et des *os courts*, les lamelles sont concentriques et parallèles à la surface de l'os; mais elles sont raréfiées, les canaux de Havers s'étant agrandis pour former les aréoles de ce tissu.

Corpuscules et canalicules osseux. — Les *corpuscules osseux* ou *ostéoplastes* sont des cavités microscopiques (20 à 50 μ de longueur sur 5 à 15 μ de largeur), dont est creusée la substance fondamentale. Elles paraissent noires quand l'air y a pénétré, mais renferment normalement les cellules osseuses. Elles ont la forme d'un ovoïde aplati parallèlement à la surface des lamelles. Elles ont une apparence étoilée parce que de leur périphérie partent des canalicules extrêmement fins, rectilignes ou légèrement sinueux, ramifiés et anastomosés entre eux : ce sont les *canalicules osseux* ou *primitifs*.

Dans les systèmes de Havers, les canalicules les plus rapprochés du centre s'ouvrent dans le canal vasculaire; les plus excentriques, après s'être portés en ligne droite vers la limite du système de Havers, décrivent une courbe et reviennent sur eux-mêmes pour aller s'anastomoser avec des canalicules du même système (*canalicules récurrents*); quelques-uns seulement vont s'anastomoser avec des canalicules d'un système voisin (Ranvier).

Au niveau des fibres de Sharpey, les corpuscules, placés dans les angles de ces fibres, donnent naissance à des canalicules qui contournent celles-ci sans les traverser et s'anastomosent entre eux.

Cellules osseuses. — D'après Virchow, la cellule osseuse serait un corpuscule étoilé, analogue aux corpuscules étoilés du tissu conjonctif, émettant des prolongements qui pénétreraient dans les canalicules, contenant un noyau réfringent dans un protoplasma transparent. Mais cette prétendue cellule existe encore sur des os traités par l'acide chlorhydrique qui ne laisse intact aucun élément cellulaire : ce n'est donc probablement qu'une formation secondaire, une cuticule calcifiée, qui entoure la véritable cellule osseuse, laquelle est une cellule plate, mou-

lée sur la paroi du corpuscule, formée d'une masse de protoplasma contenant un noyau globuleux, et n'envoyant vraisemblablement pas de prolongements dans les canalicules osseux (Ranvier).

Canaux de Havers, vaisseaux et nerfs des os. — Les *canaux de Havers* sont de très fins conduits vasculaires percés dans la substance fondamentale et limités par des lamelles osseuses concentriques. Ils ont la forme de tubes parallèles au grand axe de l'os, réunis par des anastomoses transversales ou obliques, ouverts par de nombreux orifices à la surface de l'os et dans le canal médullaire, contenant des vaisseaux, et, dans le jeune âge, de la moelle.

Les *vaisseaux sanguins* viennent de plusieurs sources. L'artère nourricière qui s'engage dans le trou nourricier de la diaphyse, et les nombreuses artérioles qui pénètrent dans les trou des épiphyses, traversent la substance osseuse sans s'y ramifier, et arrivent à la moelle, où elles forment un réseau. Du périoste émanent de nombreux ramuscules artériels qui parcourent les canaux de Havers, se ramifient dans le tissu osseux, et s'anastomosent avec les capillaires du réseau médullaire. Ces artérioles sont accompagnées par des rameaux veineux, qui suivent le même trajet.

Des *filets nerveux*, dont la terminaison est mal connue, accompagnent les vaisseaux dans les trous nourriciers, dans les aréoles du tissu spongieux, et dans les canaux de Havers.

Périoste. — Membrane fibreuse et vasculaire, résistante, qui revêt les os de toutes parts, excepté dans les points où ils sont encroûtés de cartilages et où s'attachent les tendons et ligaments. Son adhérence à l'os, plus forte au niveau des extrémités que de la diaphyse, est due aux fibres de Sharpey, et aux vaisseaux qui, de son épaisseur, se prolongent

dans les canalicules de Havers. Son union aux parties molles voisines, peu intime en général, est très accusée en certains points, comme à la voûte palatine, où son adhérence à la muqueuse forme une fibro-muqueuse.

Le périoste se compose de *faisceaux connectifs*, à la surface desquels sont appliquées des *cellules connectives*, de *fibres élastiques*, de *vaisseaux* et de *nerfs*. Ces éléments ont une disposition longitudinale parallèle à l'axe de l'os. Leur distribution fait reconnaître à la membrane deux couches : l'une *superficielle*, où les vaisseanx sont rares et où les fibres élastiques forment un réseau à larges mailles, occupées par des faisceaux connectifs volumineux; l'autre *profond*, où les capillaires sont nombreux, où les faisceaux connectifs sont minces, où les fibres élastiques forment un réseau serré.

Le *rôle du périoste* est relatif à la distribution des vaisseaux dans le tissu osseux, et au développement ainsi qu'à l'accroissement de l'os (voy. *Développement des os*, p. 54).

Moelle des os. — Substance molle qu'on trouve dans le canal central des os longs, dans les aréoles du tissu spongieux et dans les canaux de Havers. On en décrit trois variétés : *moelle jaune*, riche en cellules adipeuses, qu'on trouve dans les os longs; *moelle rouge*, riche en cellules médullaires, qui existe dans tous les os du fœtus, et, chez l'adulte, dans le corps des vertèbres et les aréoles du tissu spongieux; *moelle gélatiniforme*, riche en tissu conjonctif qui se rencontre dans les os du crâne et dans les os de la face en voie de développement. La moelle est entourée, dans la diaphyse des os longs, d'un tissu conjonctif lâche, dont quelques minces faisceaux forment dans son intérieur un réseau qui renferme ses éléments propres; ce tissu manque dans les

aréoles du tissu spongieux et dans les canaux de Havers, où la moelle est en contact avec la substance osseuse.

Les éléments de la moelle sont : 1° des *cellules adipeuses*, à membrane d'enveloppe très distincte, à protoplasma granuleux et pourvu d'un noyau lenticulaire;

2° Les *médullocelles* ou *cellules médullaires*, analogues aux globules blancs de la lymphe, d'où le nom de *cellules lymphatiques de la moelle des os* qu'on leur a donné (Ranvier); à 30° ou 40°, elles ont des mouvements amiboïdes; l'acide acétique y fait paraître un noyau sphérique ou en bissac, ou plusieurs noyaux; elles sont parfois réduites à une masse de protoplasma granuleux; on les a considérées comme pouvant se transformer en globules rouges du sang, ce qui ferait de la moelle des os un organe hématopoiétique (1);

3° Les *cellules à noyaux bourgeonnants*, plus grandes que les précédentes, dépourvues de mouvements amiboïdes, présentant un ou plusieurs noyaux de forme et de dimensions variables, libres ou unis entre eux par des filaments d'une substance analogue à celle de leur protoplasma;

4° Les *myéloplaxes* ou *cellules à noyaux multiples*, grandes, épaisses, plates, à contours irréguliers, formées d'un protoplasma granuleux contenant plusieurs noyaux ovalaires à nucléoles volumineux.

Développement des os [*ossification*, *ostéogénie*]. — Les phénomènes du développement du tissu osseux varient suivant que les os sont précédés de cartilages (ce qui est le plus fréquent), ou qu'ils se forment dans un tissu fibreux (voûte du crâne, os de la face).

A. Ossification des os précédés de cartilages. —

(1) Pour l'origine des globules du sang, voy. Paul Lefort, *Aide-Mémoire de physiologie*,

Dans un os d'embryon en voie de croissance, on trouve, au niveau de chaque point d'ossification, deux parties distinctes : l'une centrale, développée dans le cartilage (*os cartilagineux*), ayant la forme d'un sablier ou de deux triangles adossés par leurs sommets, terminée par une ligne droite (*ligne d'ossification*) qui représente la base des triangles, et au niveau de laquelle l'os, pénétrant dans le cartilage épiphysaire, est reçu dans un sillon circulaire pénétrant dans le cartilage (*encoche d'ossification*); l'autre périphérique, étendue de la première au périoste, et développée aux dépens de celui-ci (*os périostique*).

I. *Ossification dans le cartilage* [*os cartilagineux*]. — Au début, on ne trouve au niveau du point d'ossification qu'un dépôt de sels calcaires autour de grandes cellules cartilagineuses (*tissu ossiforme*), sans véritable tissu osseux; le cartilage n'a pas de vaisseaux, ceux-ci n'existent que dans le périchondre, au-dessus duquel existe une couche de cellules enfouies dans une substance solide (*couche osseuse périchondrale*), enveloppant l'os cartilagineux. Puis les vaisseaux du périchondre pénètrent celui-ci, qui comprend alors :

1° Près de la ligne d'ossification, une zone cartilagineuse transparente, à reflets bleuâtres, composée de cellules volumineuses, disposées en séries longitudinales (*cartilage sérié*);

2° Au-dessous, une zone opaque, gris jaunâtre, constituée par des cellules cartilagineuses infiltrées de sels calcaires, séparées par des travées de substance cartilagineuse, et s'ouvrant les unes dans les autres pour former des cavités anfractueuses qui sont les premiers espaces médullaires (*couche ostéoïde*);

3° Au-dessous encore, un tissu spongieux, rouge parce qu'il contient des vaisseaux remplis de sang, caractérisé par le dépôt de substance osseuse et l'apparition de corpuscules osseux le long des tra-

vées de substance cartilagineuse qui limitent les premiers espaces médullaires (*couche osseuse*).

L'apparition et l'accroissement de ces espaces résultent de la résorption des parois des cellules cartilagineuses. Cette résorption, se faisant toujours dans le sens de la direction des vaisseaux, est probablement due à la croissance des capillaires, qui, s'avançant entre les travées cartilagineuses jusqu'à l'intérieur des capsules, y forment des anses qui amènent la résorption du cartilage d'ossification (Ranvier).

Les *corpuscules osseux* se forment aux dépens de cellules rondes, parfois allongées, à protoplasma granuleux, qui se voient dans les premiers espaces médullaires, et qu'on nomme *cellules médullaires* ou *ostéoblastes*. On ne sait si ce sont des cellules cartilagineuses mises en liberté par l'ouverture des capsules et transformées ; ou si elles arrivent du périoste, par les vaisseaux sanguins, dans les espaces médullaires, où elles se multiplient.

Quant à la *substance fondamentale de l'os*, elle apparaît d'abord sous forme d'un liséré très mince, qui se dépose toujours le long des travées de cartilage calcifié (*travées directices de l'ossification*) ; dès le moment de son apparition, ce liséré présente des stries qui sont autant de *canalicules primitifs* formés d'emblée dans la substance osseuse ; en augmentant d'épaisseur il englobe des ostéoblastes qui deviennent des corpuscules osseux.

II. *Ossification sous le périoste* [*os périostique*]. — Au niveau de l'encoche d'ossification (sillon tracé sur le cartilage autour de la ligne d'ossification), le périoste est formé de fibres qui sont développées aux dépens de la substance du cartilage, et entre lesquelles sont des cellules rondes, embryonnaires. Ces fibres se recourbent en dedans pour atteindre l'os embryonnaire (*fibres arciformes*), accompagnées par les cellules qui,

au niveau de l'os, prennent l'aspect des ostéoblastes, et produisent comme eux des corpuscules osseux : ces fibres jouent le rôle des travées directrices dans l'os cartilagineux, ce sont des centres d'ossification. Plus tard elles subiront l'infiltration calcaire et deviendront les fibres de Sharpey. Celles-ci n'existant que dans les systèmes de lamelles intermédiaires, ces systèmes sont évidemment formés aux dépens du périoste. Au contraire les systèmes de Havers, qui n'ont pas de fibres de Sharpey, sont formés aux dépens des couches périphériques de la moelle (*os interne* ou *médullaire*).

B. Ossification des os précédés de tissu fibreux. — Dans la lame fibreuse qui représente la *membrane d'ossification* se montrent des fibres qui, par une de leurs extrémités, plongent dans le tissu osseux comme les fibres arciformes sous-périostiques, et autour desquelles existent les cellules embryonnaires analogues aux ostéoblastes : ces cellules sont des centres de formation du tissu osseux, qui entoure les fibres, lesquelles deviennent des fibres directrices de l'ossification. Extérieurement, le périoste émet des fibres qui se recourbent comme les précédentes pour pénétrer dans l'os, et qui deviendront des fibres de Sharpey : celles-ci sont bien plus nombreuses dans les os plats du crâne que dans les os du tronc et des membres.

Accroissement des os. — L'accroissement *en longueur* se fait aux dépens du cartilage, qui se reforme à mesure que le travail de l'ossification le détruit, et, loin de diminuer, augmente de longueur. Cet accroissement des os se fait près de leurs extrémités, et nullement à leur partie moyenne ; il ne cesse que quand les épiphyses sont soudées à la diaphyse, ce qui n'arrive pour quelques os qu'après vingt-et-un ans.

L'accroissement *en épaisseur* se fait par formation

de couches osseuses sous-périostiques, le long de fibres spéciales parties du cartilage épiphysaire, aux dépens de cellules qui accompagnent ces fibres et qui ont probablement pour origine des cellules de cartilage.

CHAPITRE XIV

TISSU MUSCULAIRE.

Le tissu musculaire a la *contractilité* pour principale propriété. D'après la façon dont celle-ci s'exerce (1), et d'après leur structure, les muscles sont divisés en *muscles striés*, dont la contraction est volontaire et brusque (*muscles de la vie animale*); et *muscles lisses*, dont la contraction est involontaire et lente (*muscles de la vie organique*). Une troisième classe est formée exclusivement par le cœur, dont les fibres sont striées, mais anastomosées entre elles et douées de contractions involontaires et brusques.

Muscles striés. — Un muscle se compose de *fibres* ou *faisceaux primitifs*, présentant une striation transversale très évidente et une striation longitudinale bien moins marquée, et formés par les *éléments musculaires* qui, par leur groupement (*texture*), constituent le *tissu musculaire*.

A. Éléments musculaires. — Ils sont au nombre de trois : *sarcolemme, noyaux, substance musculaire* proprement dite.

I. *Sarcolemme* ou *myolemme*. — Membrane amorphe, élastique, en forme de tube, qui enveloppe complètement le faisceau primitif et se termine en cul-de-sac à ses deux extrémités. Elle est si mince et si

(1) Pour les théories de la contraction musculaire, voy. Paul Lefort, *Aide-Mémoire de physiologie*.

transparente qu'on ne l'aperçoit bien que quand, les faisceaux étant rompus, elle forme des plis transversaux en revenant sur elle-même.

II. *Noyaux*. — Ils sont aplatis, entourés d'une petite quantité de protoplasma granuleux, pourvus d'un ou plusieurs nucléoles. Ils sont situés entre le sarcolemme et la substance musculaire, à la surface de celle-ci et jamais dans son épaisseur.

III. *Substance musculaire* ou *contractile*. — Quand on fait agir l'alcool ou l'acide chromique sur un faisceau primitif, il se décompose en *fibrilles* allongées, parallèles, de 1 μ de diamètre, qui sur le faisceau vivant produisaient la *striation longitudinale*.

Quant à la *striation transversale*, elle est mise en évidence par le suc gastrique ou l'acide chlorhydrique. Ces réactifs, décomposant le faisceau primitif en disques superposés comme les pièces d'une pile de monnaie (*disques de Bowmann*), montrent que cette striation est déterminée par l'alternance d'une bande obscure et large (*disque épais*), et d'une bande claire traversée en son milieu par une bande obscure très mince (*disque mince*) semblable par ses propriétés au disque épais : de sorte qu'on trouve successivement dans une fibrille, considérée suivant sa longueur, un disque épais, une bande claire, un disque mince, une bande claire, un disque épais, et ainsi de suite. De plus, si les fibrilles du faisceau sont bien tendues, on voit le disque épais divisé transversalement en deux moitiés par une strie claire (*strie intermédiaire* ou *de Hensen*).

A un autre point de vue, on peut concevoir la substance musculaire comme formée par des particules nommées *sarcous elements*, qui seraient les organes élémentaires de la contractilité, et qui, superposées longitudinalement, formeraient la fibrille musculaire, tandis qu'un disque serait constitué par

une seule couche de ces élémeuts disposés dans le sens transversal.

B. Texture des muscles striés. — Ils se composent d'éléments musculaires, de tissu conjonctif, de vaisseaux et de nerfs, unis entre eux et avec les parties voisines.

Dans un faisceau primitif, les *fibrilles musculaires* sont groupées en faisceaux plus petits (*cylindres primitifs*), qui ont la forme de fuseaux très allongés, et qui, sur une coupe transversale, ont l'aspect de polygones juxtaposés (*champs de Cohnheim*). Les interstices qui existent entre ces cylindres sont comblés par un ciment peu réfringent.

Ces cylindres fusiformes, en s'engrenant les uns avec les autres, forment les *faisceaux primitifs*, qui sont cylindriques, parallèles entre eux, larges de 20 à 100 μ. Ces faisceaux ont, en général, une longueur maxima de 4 centimètres, et ne s'étendent pas d'une extrémité à l'autre du muscle, à moins que celui-ci ne soit très court ; les fibres qui les composent ne sont ni divisées ni anastamosées (sauf dans le cœur). Ils sont enveloppés par le sarcolemme, qui les unit aux tendons (voy. *Tissu tendineux*, p. 43).

Les faisceaux primitifs se groupent en *faisceaux secondaires*, ceux-ci en *faisceaux tertiaires*, pour former enfin le muscle entier, qu'une couche de tissu conjonctif (*périmysium externe*) enveloppe complètement et sépare de l'aponévrose. Les faisceaux secondaires et tertiaires sont également contenus dans des gaines de mince tissu conjonctif (*périmysium interne*), dont les mailles renferment souvent des cellules adipeuses, et toujours de nombreuses cellules lymphatiques : les faisceaux musculaires sont plongés dans une vaste cavité lymphatique cloisonnée, où ils prennent les éléments de leur nutrition (Ranvier).

Dans le tissu conjonctif qui sépare les différents faisceaux musculaires existent des *vaisseaux capillaires*, qui forment un réseau à mailles rectangulaires allongées suivant l'axe des faisceaux, et qui ne pénètrent pas dans le sarcolemme.

C. Terminaisons des nerfs dans les muscles striés. — Un tube nerveux à myéline arrive au contact d'un faisceau musculaire primitif, perd son périnèvre, qui se continue avec le sarcolemme. Puis il pénètre sous celui-ci, et se divise en deux fibres, qui se ramifient à leur tour, perdent leur myéline, et aboutissent à une éminence (*plaque motrice terminale de Rouget*) appliquée sur la fibre contractile. Chaque place motrice est formée :

1° Par une substance granuleuse (*substance fondamentale*), pourvue de noyaux volumineux (*noyaux fondamentaux*) et recouverte par une membrane également munie de noyaux (*noyaux vaginaux*) ;

2° Par les ramifications de la fibre nerveuse, qui, au niveau de la plaque motrice, se subdivisent encore en fibrilles, dont l'ensemble forme l'*arborisation terminale :* les branches de l'arborisation, sinueuses, parfois anastamosées entre elles, entremêlées de noyaux (*noyaux de l'arborisation*), plongent dans la substance granuleuse, où elles se terminent par des extrémitées arrondies ou effilées.

Chez les *batraciens anoures* (grenouille), la substance fondamentale manque : les ramifications normales forment à la surface du faisceau musculaire une arborisation en buisson (*buisson de Kühne*), dont les dernières branches (*tiges terminales*) sont dépourvues de myéline, pâles, parallèles à l'axe du faisceau, et pourvues de noyau. Chez les *articulés*, les fibres nerveuses, arrivées au faisceau primitif, aboutissent à un cône de matière granuleuse (*éminence de Doyère*), et s'unissent peut-être à un disque mince.

D. Développement des muscles striés. — Ils se développent après le deuxième mois, dans le feuillet moyen du blastoderme, aux dépens de cellules embryonnaires fusiformes, constituées par un noyau vésiculeux entouré de protoplasma granuleux. La formation d'une fibre musculaire ne résulte pas de la soudure bout à bout de plusieurs de ces cellules, mais de l'allongement d'une cellule, dont les noyaux se multiplient, et dont le protoplasma, resté granuleux au centre, s'entoure d'une écorce de substance fibrillaire et striée ; peu à peu l'état fibrillaire gagne toute l'épaisseur de la fibre. Primitivement les noyaux sont situés dans la substance granuleuse centrale, mais l'apparition de nouvelles couches musculaires les refoule progressivement à la périphérie : c'est pourquoi, à l'état adulte, ils sont situés sous le sarcolemne. Celui-ci n'apparaît que quand la fibre musculaire est constituée.

Muscles lisses. — On les trouve dans le tube digestif, les voies respiratoires et urinaires, l'utérus, les trompes, le mamelon, les follicules pileux, les vaisseaux sanguins et lymphatiques. Ils sont essentiellement constitués par les *fibres lisses* ou *fibres-cellules*, dont l'union forme le *tissu musculaire lisse*.

A. Fibres cellules. — Cellules allongées, de 20 à 50 μ de longueur, renflées en leur milieu, effilées à leurs extrémités, fusiformes en général, parfois aplaties et rubanées, ou présentant des saillies et des irrégularités qui résultent de pressions réciproques. Elles n'ont pas de membrane d'enveloppe. Elles sont composées d'un faisceau de fibrilles très minces, au centre desquelles est un noyau ovoïde, allongé, pourvu de nucléoles et entouré d'un protoplasma granuleux abondant surtout aux extrémités du noyau.

B. Texture des muscles lisses. — Les fibres lisses sont unies entre elles par des bandes d'un ciment peu abondant, et s'engrènent les unes dans les autres pour former des pinceaux parallèles ou obliques, analogues aux cylindres primitifs des muscles striés, et ayant comme eux, sur une coupe transversale, l'aspect de champs polygonaux. Par leur réunion, ces pinceaux forment des faisceaux plus volumineux, entourés, comme les faisceaux primitifs des muscles striés, par des gaines de tissu conjonctif (périmysium) dans lequel les vaisseaux sanguins donnent un réseau dont les mailles sont allongées parallèlement aux fibres.

C. Terminaisons des nerfs dans les muscles lisses. — Ces muscles reçoivent leurs nerfs du grand sympathique. Ce sont des tubes sans myéline (fibres de Remak), formant deux ou trois plexus successifs, dans lesquels sont des cellules ganglionnaires. Des plexus intra-musculaires partent des fibrilles nerveuses, qui se terminent dans la substance des fibres lisses par une extrémité libre renflée en forme de bouton (*tache motrice*).

CHAPITRE XV

TISSU NERVEUX.

Ce tissu se compose d'*éléments nerveux* de deux sortes (*tubes nerveux, cellules nerveuses*), qui, en s'unissant avec du tissu conjonctif, et avec des vaisseaux sanguins et lymphatiques, constituent le *tissu nerveux de la vie animale* (encéphale, moelle épinière, nerfs cérébro-spinaux), et d'autre part le *tissu nerveux de la vie organique* (grand sympathique). Ils forment aussi les *ganglions nerveux*, annexés à ces deux tissus.