

Pendant que la dégénérescence atrophique se montre dans les troncs nerveux, le travail réparateur se fait dans le lieu de la division. Le bout central est le siège de tous les phénomènes. On voit, en effet, sur ce bout central, se développer une sorte de champignon, de saillie grisâtre, qui se termine par une pointe libre et qui s'allonge lentement, insensiblement, jusqu'à ce qu'elle arrive au contact du bout périphérique.

Dans cette saillie, on voit apparaître des tubes nerveux parfaitement constitués et plus minces que les tubes du tronc nerveux. Ces tubes sont un prolongement, une sorte de bourgeonnement de ceux qui existent dans le bout central.

Au moment où l'extrémité du prolongement atteint le bout périphérique, celui-ci devient le siège d'une restauration complète. Les cylindres-axis des tubes altérés s'entourent d'une nouvelle gaine médullaire; la gaine de Schwann se trouve remplie de nouveau. Cette restauration se fait dans toute l'étendue du nerf en même temps, et les propriétés des fibres nerveuses reparaissent.

Les mêmes phénomènes se produisent dans les nerfs sensitifs, moteurs et mixtes.

La restauration des nerfs ne s'observe pas seulement dans les cas où il se fait un travail de réparation entre les deux bouts, mais encore dans les cas où les nerfs sont définitivement séparés des centres nerveux. Il est donc reconnu qu'un nerf dont on a excisé une portion et dont les deux bouts ne sont pas réunis, se restaure au bout d'un certain temps. Il conserve sa propriété d'excitabilité, quoiqu'il ait perdu sa fonction. (Nous savons, en effet, que la fonction d'un nerf moteur, par exemple, est d'exciter la contractilité musculaire; or, ce phénomène ne peut se produire, puisqu'il manque une condition essentielle, la continuité du nerf et des centres nerveux.)

Lorsqu'un nerf mixte divisé est soudé, on remarque que la sensibilité se rétablit avant la motricité. Ce retard dans la motricité tient à quelques modifications subies par les muscles, qui ne répondent que difficilement aux excitations.

Ce travail de régénération et de restauration nerveuses est d'autant plus rapide que l'animal est plus jeune :

Vulpian. Jeunes rats. — Excision de 6 mill. de sciatique; durée du travail : dix-sept jours.

Schiff. Jeunes chats. — Excision de 3 cent. du lingual; durée du travail : quatorze jours.

Vulpian. Jeunes animaux allaités. — Excision de 4 à 2 cent. de troncs nerveux divers; durée du travail : cinq à six semaines.

substance spongieuse et revêtus d'une lame compacte; ils ont la même structure que les extrémités des os longs. Les lamelles osseuses qui composent leur portion spongieuse sont toujours perpendiculaires aux surfaces de pression.

§ 2. — **Squelette.** — Le squelette peut être *naturel* ou *artificiel*. Le premier est celui dans lequel les os et les ligaments ont été conservés; le squelette artificiel, dont on se sert ordinairement pour l'étude, est formé par les os réunis entre eux au moyen de liens artificiels.

Le nombre des os qui constituent le squelette n'est pas le même pour tous les auteurs, parce que les uns considèrent les os de l'ouïe, par exemple, comme trop petits pour être comptés; parce que les autres ne comptent pas les sésamoïdes parmi les os; parce qu'enfin d'autres décrivent plusieurs os là où il n'en existe réellement qu'un seul, comme le sternum et l'os coxal.

Il y a dans le corps humain 208 os :

Colonne vertébrale.	26
Crâne.	8
Face.	14
Osselets de l'ouïe.	8
Os hyoïde.	1
Thorax.	25
Membres supérieurs.	64
Membres inférieurs.	62
	<hr/>
	208

On trouve en outre dans le squelette des os irréguliers, les os *wormiens*, qui se développent dans les sutures du crâne, et les os *sésamoïdes*, qui se montrent dans l'épaisseur des tendons. La rotule est un os sésamoïde, mais tellement développé que nous avons cru devoir le ranger parmi les os du squelette.

§ 3. — **Conformation extérieure des os.** — Les os sont *situés* sur la ligne médiane, *os impairs*; ou bien sur les côtés, *os pairs*.

Leur *direction* est fort variable. Nous insisterons sur la direction de chaque os en particulier, dans l'ostéologie.

Leur *volume* et leur *poids* ont été peu étudiés. Cependant, selon de Luca, tous les os réunis chez l'homme de vingt-cinq à trente ans auraient un poids de 5 à 6 kilog., la moitié droite étant un peu plus lourde que la gauche. Une section du squelette au niveau de la deuxième vertèbre lombaire le diviserait en deux parties d'un poids égal. Nous verrons bientôt que le poids absolu, de même que le poids spécifique des os, diminue chez le vieillard.

Les os sont d'une résistance et d'une dureté considérables, qui diminuent chez le vieillard en même temps que leur poids. La raréfaction de la substance osseuse à cet âge est l'unique cause de tous ces changements. Ceci explique pourquoi les fractures sont plus fréquentes chez les vieillards.

La *forme* des os varie pour chacun d'eux. Leur surface est parsemée d'éminences, de dépressions et de trous.

Les éminences portent différents noms : apophyses, épiphyses, protubérances, épines, crêtes, rugosités, etc.

Les *apophyses* sont des saillies d'un certain volume situées à la surface des os, avec lesquels elles se continuent : apophyses coracoïde, olécrânienne, coronoïde, etc.

Les *épiphyses* sont également des saillies de l'os, mais elles en sont séparées par une couche de cartilage qui s'ossifie à une époque plus ou moins avancée ; elles ne diffèrent point alors des apophyses.

On appelle *protubérances* certaines saillies ordinairement moins développées que les apophyses : protubérances occipitales interne et externe.

Les *épines* sont des prolongements ordinairement minces ; on les décrit souvent sous le nom d'apophyses ; les crêtes sont des lignes plus ou moins saillantes ; enfin on appelle rugosités des surfaces inégales, recouvertes d'aspérités, et sur lesquelles s'insèrent des muscles.

Les *dépressions* sont, les unes articulaires, les autres non articulaires. Les premières tirent le plus souvent leur nom de la forme qu'elles présentent : cavités glénoïde et cotyloïde. Les cavités non articulaires forment des fosses, des sinus, des gouttières, des rainures, etc.

Les *trous* des os sont presque tous destinés au passage de vaisseaux et de nerfs ; on en observe quatre variétés, et on leur donne le nom d'orifices de premier, second, troisième et quatrième ordre.

Les orifices de premier ordre, assez larges, donnent accès à l'artère principale de l'os ; on les appelle *trous nourriciers*. Ces trous sont situés en avant pour les trois os longs du membre supérieur et se dirigent vers le coude ; en arrière, pour les trois os longs du membre inférieur, et ils s'éloignent du genou. A la main, les trous nourriciers sont situés sur la face palmaire des os et s'éloignent de l'articulation métacarpo-phalangienne ; ceux du pied, à la face plantaire, se comportent de même.

Les orifices de second ordre siègent aux extrémités des os longs, à la circonférence des os plats et à la surface des os courts ; ils sont traversés aussi par de petites artères.

Les orifices de troisième ordre se montrent sur le corps des os longs et sur la surface des os plats et des os courts ; ce sont de

petits pertuis que l'on peut voir distinctement avec une loupe. Ces orifices, au nombre de 40 à 50 par centimètre carré, sont l'origine des canaux de Havers, qui s'enfoncent dans l'épaisseur de la substance osseuse.

Les orifices de quatrième ordre, microscopiques, innombrables, correspondent à des canalicules osseux qui viennent des ostéoplastes. Ces orifices ne contiennent pas de capillaires.

§ 1. — **Composition chimique. Structure du tissu osseux.** — La constitution des os est différente, suivant qu'on examine un os sec ou un os frais. L'os sec, qui forme le squelette artificiel dont on se sert pour l'étude, est uniquement constitué par la substance osseuse ; tandis qu'à l'état frais, l'os est formé non-seulement de substance osseuse, mais encore d'une membrane extérieure, le périoste ; d'un contenu qui remplit les vides de la substance osseuse, la moelle ; enfin de vaisseaux et de nerfs.

1° *Des os à l'état sec (substance osseuse).*

La substance de l'os est partout la même. Si l'on divise un os quelconque, on voit qu'il est formé, à la surface, par une couche blanche, condensée, plus ou moins épaisse, à laquelle on donne le nom de *substance compacte*. L'intérieur de l'os est constitué par de minces cloisons, qui s'entre-croisent pour limiter des cavités plus ou moins larges communiquant toutes entre elles dans le même os ; l'ensemble de ces cloisons et de ces cavités forme la *substance spongieuse*. Dans certains points indéterminés de la diaphyse, et principalement aux extrémités du canal médullaire des os longs, on trouve des filaments osseux très-déliés et entre-croisés, auxquels Gerdy a donné le nom de *tissu réticulaire*.

La substance compacte et la substance spongieuse sont d'une texture identique, et ne diffèrent que par la forme condensée de l'une d'elles, lâche et aréolaire de l'autre. S'il était permis d'établir cette comparaison, nous dirions que la substance spongieuse est à la substance compacte ce qu'un fragment de mie de pain est à la masse condensée et serrée qu'elle forme après avoir été pétrie.

Au point de vue chimique, les os sont composés d'une matière organique et d'une matière inorganique, soit qu'on examine la substance spongieuse ou la substance compacte, soit un os long, un os plat ou un os court. D'après Berzélius, ces deux matières seraient associées dans les proportions suivantes :

MATIÈRE ORGANIQUE.

Matière animale réductible par la coction.	32,17	} 33,30
Matière animale insoluble.	1,13	

MATIÈRE INORGANIQUE.

Phosphate de chaux.	51,04	
Carbonate de chaux.	11,30	
Fluate de chaux.	2,00	
Phosphate de magnésie.	1,16	66,70
Soude et chlorure de sodium.	1,20	
	<hr/>	
	100,00	

On peut séparer la partie organique d'un os de la partie inorganique. Si l'on fait brûler un os jusqu'à calcination, la matière organique est complètement détruite, et il ne reste plus que les sels, qui conservent encore la forme de l'os, mais qui se réduisent en poussière au moindre contact.

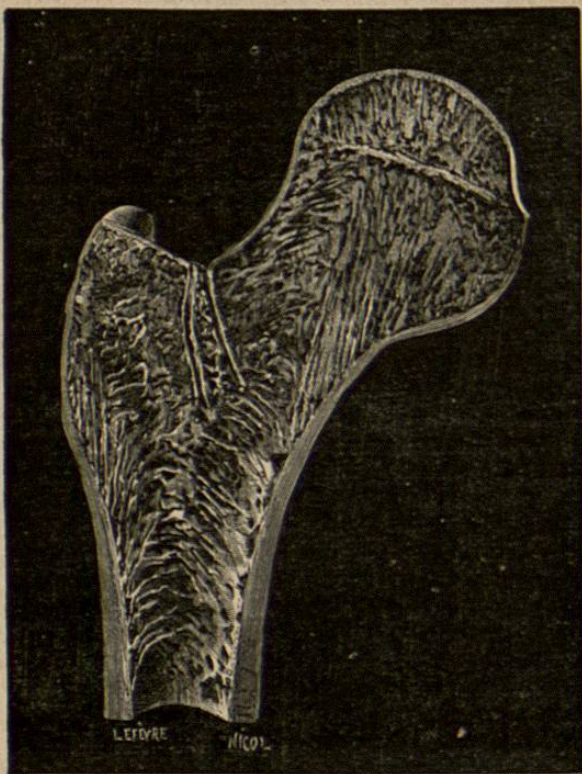


FIG. 165.— Substance spongieuse du col du fémur d'un adulte (cinquante ans). Les parois compactes du col sont un peu amincies.

Si on le soumet à l'action de l'acide chlorhydrique étendu, les sels de l'os sont dissous, et il ne reste que la matière organique molle, élastique, conservant la forme de l'os. Cette matière ne se dissout pas dans les alcalis aussi facilement que la fibrine et l'albumine; elle se décompose facilement par l'action de l'eau bouillante, qui la fait passer à l'état soluble. A cet état, elle prend le nom de gélatine, et se prend en masse par le refroidissement. Cette matière organique, différente de l'albumine, de la fibrine et de la gélatine au moment où elle vient d'être obtenue, a reçu le nom d'*osséine* ou *ostéine* (Robin et Verdeil.) L'osséine ainsi obtenue, traitée par l'eau bouillante, laisse voir la mince pellicule qui tapisse la cavité des ostéoplastes.

Les proportions de matières organique et inorganique varient-elles avec l'âge? C'était l'opinion de Bichat, combattue par Nélaton et Sappey. Ces savants ont remarqué :

- 1° Que la partie organique diminue jusqu'au complet développement des os, les sels augmentant dans les mêmes proportions;
- 2° Depuis le moment où l'ossification est complète (vingt-cinq ans), jusqu'à l'extrême vieillesse, les proportions des deux substances ne changent pas;

3° Dans l'extrême vieillesse, on voit se produire un phénomène inverse à celui qu'on remarque sur les jeunes sujets, c'est-à-dire augmentation de la partie organique et diminution des sels.

Dans ces expériences, qui ont été faites sur des sujets de tout âge, les différences entre les deux substances sont tellement minimes que nous continuerons à considérer la substance osseuse comme un composé défini : ce sont les conclusions de Nélaton et Sappey, c'était aussi l'opinion de Malgaigne.

Au point de vue microscopique, l'os sec est uniquement formé de substance osseuse; celle-ci constitue l'élément anatomique fondamental du tissu des os frais.

La *substance osseuse* est une substance fondamentale, combinée intimement avec les sels calcaires qui la rendent dure et rigide. Elle est creusée de petites cavités appelées *ostéoplastes* et de canaux connus sous le nom de *canaux de Havers*.

Substance fondamentale. — Elle résulte de la combinaison intime d'une matière organique, matière collagène, l'*osséine*, et de sels, phosphate et carbonate de chaux principalement. Dure et rigide, cette substance est disposée par couches; elle est, en un mot, lamelleuse; quelquefois elle est homogène, granuleuse, ou même fibreuse.

Sur des os calcinés ou privés de leurs sels au moyen d'un acide, on peut voir distinctement les *lamelles osseuses*, qui affectent une disposition particulière dans les divers os.

La substance de chaque lamelle est homogène et parsemée d'un pointillé granuleux très-fin, pointillé plus accentué surtout sur l'un des bords de la lamelle, de sorte que chacune d'elles paraît formée d'une zone claire et d'une zone granuleuse.

Dans quelques cas, la substance des lamelles paraît homogène, ailleurs elle a un aspect fibreux. Il existe parfois des fibres transversales, *fibres perforantes* de Sharpey¹. En 1856, Sharpey a décrit des fibres qui partent du périoste et qui, véritables fibres perforantes, s'enfoncent dans l'épaisseur des lamelles de la substance osseuse (fig. 172).

4^o *Lamelles osseuses des os longs*. — a. Sur le corps des os longs (*diaphyse*), les lamelles osseuses constituent deux systèmes distincts : les unes forment une série de petits cylindres emboîtés autour de chaque canal de Havers ; les autres se rencontrent sur les surfaces interne et externe du corps de l'os, où elles représentent de grands cylindres.

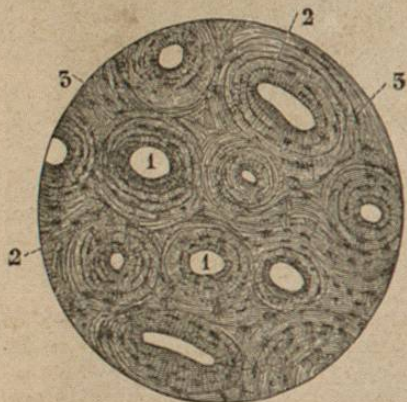


FIG. 166. — Coupe horizontale du fémur. (Grossissement, 90.)

1, 1. Coupe des canaux de Havers. — 2, 2. Cylindres de substance osseuse emboîtés les uns dans les autres. — 3, 3. Ostéoplastes.

Les lamelles des canaux de Havers varient en nombre et en épaisseur ; on en trouve de dix à douze en moyenne ; chaque lamelle présente une épaisseur de 7 à 8 μ , épaisseur d'un globule sanguin². (Voy. fig. 166.)

1. Les *perforating fibres* de Sharpey ont été très-bien étudiées par H. Müller, qui leur attribue une longueur de 3 millimètres en moyenne et une épaisseur de 15 μ au maximum. Ces mêmes fibres ont été vues canaliculées dans certaines observations par Williamson, qui leur a donné le nom de *lepidine tubes*.

2. Ces chiffres représentent des moyennes, car il y a des lamelles plus minces, comme il en existe de plus épaisses.

Les lamelles générales¹, constituant les grands cylindres, forment habituellement deux couches² : l'une à la surface interne du corps de l'os, contre la moelle, l'autre à la surface externe, sous le périoste. De ces deux couches on voit partir des prolongements³ qui s'insinuent entre les systèmes de lamelles qui entourent les canaux

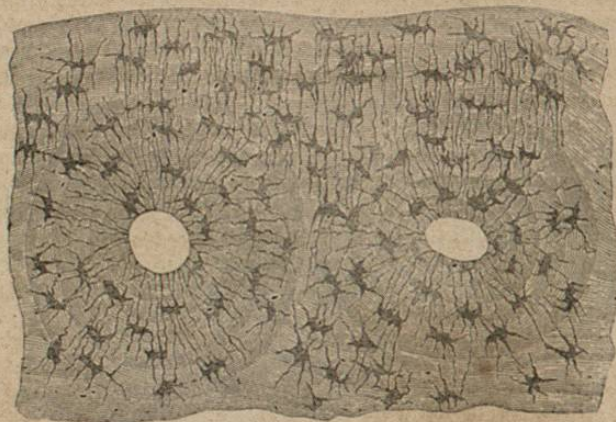


FIG. 167. — Tranche osseuse horizontale prise sur le corps du fémur. On y voit la coupe de deux canaux de Havers, les ostéoplastes avec leurs canalicules osseux. Autour des canaux de Havers on voit les lamelles concentriques de la substance osseuse, *lamelles propres* des canaux de Havers. En haut on distingue plusieurs lamelles générales, *couche fondamentale externe* de la surface de l'os (Grossissement, 300.)

de Havers. Ces prolongements sont rares chez l'homme et peuvent être confondus avec des lamelles cylindriques entourant des canaux horizontaux. L'épaisseur de chaque lamelle est aussi de 7 à 8 μ ; leur nombre varie de 10 à 400, de sorte que l'épaisseur de chaque couche dépasse rarement un demi-millimètre⁴.

b. Sur les *extrémités* des os longs (épiphyses), il existe superfi-

1. *Lamelles fondamentales* de Kölliker.

2. *Couches fondamentales interne et externe* de Kölliker.

3. *Lamelles fondamentales interstitielles* de Kölliker.

4. Il faut souvent, pour rendre une description compréhensible, sacrifier des détails. Le lecteur doit donc comprendre qu'il existe des points où les lamelles des deux systèmes se confondent ; d'autre part, il n'est pas possible de mesurer l'étendue des lamelles, qui sont interrompues à chaque instant par la rencontre d'autres lamelles affectant une direction différente. Pour se faire une juste idée de leur disposition, il suffit d'avoir bien présente à l'esprit celle des canaux de Havers.

ciellement une mince couche de lamelles externes; la substance spongieuse de l'épiphyse ne permet pas la formation de lamelles internes. Au-dessous de cette couche superficielle, on trouve quelques canaux de Havers avec leurs lamelles concentriques; plus profondément existent les cloisons de la substance spongieuse, dans lesquelles on trouve aussi des canaux de Havers avec leur système de lamelles qui suivent la direction des cloisons.

2^o *Lamelles osseuses des os plats et des os courts.* — Les cloisons de la substance spongieuse des os plats et des os courts contiennent des canaux de Havers autour de leurs lamelles, comme les cloisons de la substance spongieuse des épiphyses des os longs. A leur surface, il existe des couches de lamelles analogues à celles que nous avons vues sur les faces interne et externe du corps des os longs. Elles forment deux feuillettes qui constituent au crâne les tables interne et externe. Ils sont si minces qu'ils font défaut en quelques points, et là on voit les lamelles spéciales aux canaux de Havers arriver jusqu'à la surface de l'os.

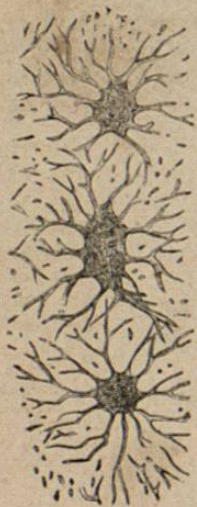


FIG. 168. — Ostéoplastes vus à un grossissement de 450 diamètres. On voit sous forme de points noirs des canalicules osseux coupés en travers.

Ostéoplastes. — Les ostéoplastes sont des cavités microscopiques creusées au sein de la substance fondamentale. Ils existent partout où il y a de la substance osseuse, et ils sont caractéristi-

1. Synonymes : *cavités osseuses, lacunes osseuses, corpuscules osseux, corpuscules calcaires.*

ques du tissu osseux; aussi les trouve-t-on entre les lamelles et dans leur épaisseur, dans la substance spongieuse la plus déliée comme dans la substance compacte. L'ostéoplaste se présente sous la forme d'une petite cavité ovoïde, lenticulaire ou polyédrique. Sa couleur paraît foncée, presque noire, parce que l'air a pénétré dans la cavité. Les dimensions de ces cavités sont en moyenne : longueur, 20 à 50 μ ; largeur, 5 à 15 μ ; épaisseur, 5 à 10 μ . Leur nombre est si considérable que Harting l'a évalué à 910 en moyenne par millimètre carré.

L'ostéoplaste émet de tous les points de sa surface une foule de prolongements creux qui communiquent avec sa propre cavité; ce sont les *canalicules osseux*. Ceux-ci, d'un diamètre de 4 à 3 μ , traversent la substance osseuse dans toutes les directions et se ramifient. Ces ramifications se terminent rarement en cul-de-sac; le plus souvent elles s'anastomosent avec des canalicules voisins, ou bien elles s'ouvrent dans les canaux de Havers, à la surface de l'os, dans le canal médullaire ou dans les aréoles de la substance spongieuse. La substance osseuse, à l'état sec, est donc parcourue par un système de conduits et de cavités qui vont de l'extérieur de l'os à l'intérieur, en formant un réseau très-serré dans l'épaisseur de la substance osseuse. La couleur des canalicules est foncée comme celle des cavités où ils prennent naissance; leur direction est sinieuse.

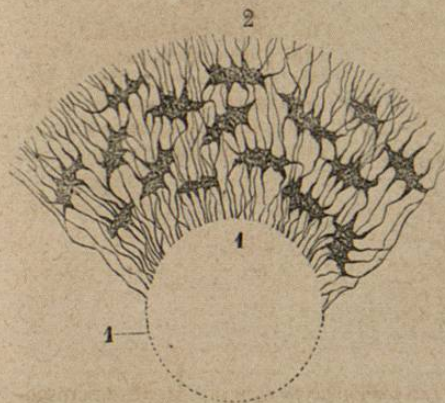


FIG. 169. — Système de cavités et de conduits sillonnant en tous sens la substance osseuse.

1, 1. Canal médullaire d'un os long et ligne ponctuée limitant ce canal, dans lequel s'ouvrent les canalicules osseux. — 2. Surface extérieure de l'os, sur laquelle s'ouvrent les canalicules.

Les rapports des ostéoplastes et des canalicules osseux ne sont pas les mêmes dans tous les points du système osseux. Toujours les

1. Nous ne décrivons ici que la cavité de l'os sec; plus loin, nous étudierons la cellule qui y est contenue à l'état frais.

faces des ostéoplastes sont parallèles aux surfaces des lamelles, et les deux faces donnent naissance à un très-grand nombre de canalicules. Ceux-ci traversent directement la substance des lamelles, et comme les ostéoplastes décrivent des courbes concentriques autour des canaux de Havers, il en résulte que les canalicules osseux se dirigent des ostéoplastes vers les canaux de Havers sous forme de stries rayonnantes très-serrées. Dans les lamelles générales des surfaces interne et externe du corps des os longs, les ostéoplastes, toujours parallèles aux lamelles, ne décrivent plus de courbes comme dans le système des lamelles des canaux de Havers. Dans les prolongements interstitiels qui séparent les systèmes des canaux de Havers, les ostéoplastes sont irrégulièrement distribués et arrondis. Enfin, dans les cloisons de la substance spongieuse, leurs faces sont parallèles aux faces de la cloison osseuse, et leur grand axe est dirigé dans le sens de la longueur de la cloison.

Canaux de Havers ¹. — Les canaux de Havers sont des conduits microscopiques destinés à recevoir des vaisseaux et sillonnant toutes les parties de la substance osseuse. Leur contenu est

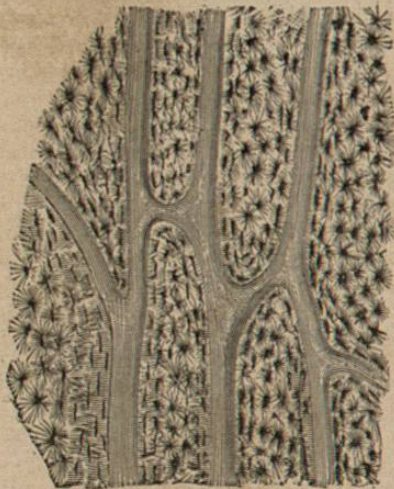


FIG. 170. — Lamelle superficielle d'un os long. On y voit les canaux de Havers, longitudinaux et parallèles au grand axe de l'os, leurs anastomoses transversales, et les ostéoplastes.

un véritable réseau capillaire. Anastomosés entre eux, les canaux de Havers constituent un système canaliculé s'ouvrant par des orifices

1. Synonymes : *canalicules vasculaires, canaux vasculaires, canalicules médullaires.*

très-nombreux à la surface des os, dans la cavité du canal médullaire et dans les aréoles de la substance spongieuse. Leur paroi est criblée d'une quantité considérable de petits pertuis formés par les embouchures des canalicules osseux.

La *paroi* des canaux de Havers est formée par la substance osseuse elle-même, par un petit cylindre osseux qui constitue la plus centrale des lamelles dont il a été déjà question ⁴. Leur *largeur* est très-variable : les uns sont extrêmement fins, 40 μ , d'autres peuvent atteindre jusqu'à 400 μ et admettre l'extrémité d'une fine aiguille à coudre. Leurs anastomoses sont transversales, rarement obliques, de sorte que le réseau vasculaire forme des mailles rectangulaires allongées. L'*intervalle* qui les sépare est moindre dans les couches osseuses de nouvelle formation que dans celles qui sont complètement développées; il est en moyenne de 150 à 300 μ . On comprend que les cloisons très-minces de la substance spongieuse, ayant moins de 100 μ , en soient dépourvues ⁵. Les *ouvertures* de ce système de canaux sont très-nombreuses : les unes se voient à l'extérieur de l'os sous forme d'un pointillé noir ³ (ces orifices, circulaires ou elliptiques, en bec de flûte, reçoivent à l'état frais les vaisseaux du périoste; il y en a d'assez considérables); les autres sont situées du côté du canal médullaire ou des aréoles de la substance spongieuse; elles laissent passer les vaisseaux sanguins qui de la substance osseuse se portent sur la moelle. Parmi ces ouvertures, il y en a de très-larges; elles se trouvent au point de contact des substances compacte et spongieuse, où le canal de Havers s'ouvre directement dans une aréole, par un orifice distinct ou par un élargissement progressif, de manière à former une sorte d'entonnoir. La *direction* des canaux de Havers varie un peu : dans les os *longs* et dans quelques autres : pubis, ischion, côte, clavicule, maxillaire inférieur, ils sont parallèles au grand axe de l'os; dans les os *plats*, ils partent le plus souvent d'un point central

1. Frey et Neumann croient qu'il existe une paroi propre calcifiée formant la limite même des canaux de Havers et des canalicules osseux. Neumann est parvenu à l'isoler sur des os frais et même sur des os desséchés.

2. On peut trouver des portions entières d'os formées de substance compacte sans canaux de Havers : une partie du palatin et de l'unguis, la lame papyracée de l'éthmoïde. Les osselets de l'ouïe, spongieux au centre, sont recouverts d'une lame compacte sans canaux de Havers.

3. Au niveau des points d'insertion des tendons et des ligaments, les canaux n'arrivent pas à la surface de l'os; ils forment à ce niveau un réseau vasculaire, séparé de l'insertion de l'organe par une lamelle osseuse.

pour s'arrondir vers les bords affectant une direction parallèle à la surface des os, comme on le voit pour le frontal et le pariétal. Dans le sternum, cependant, ils sont parallèles. Dans les os courts, une direction principale l'emporte sur les autres. Enfin, dans la plupart des apophyses, ils sont le plus souvent longitudinaux, comme dans les os longs.

2° Des os à l'état frais (tissu osseux).

La substance osseuse, telle que nous venons de l'étudier, représente l'os sec et la partie dure, fondamentale, du tissu osseux vivant. Pour compléter l'étude du tissu osseux vivant, il faut ajouter à celle de la substance osseuse la description : 1° du contenu des ostéoplastes, les *cellules* ; 2° du contenu des canaux de Havers, les *vaisseaux*, les *nerfs* et les *éléments de la moelle*. Nous compléterons cette étude par celle du périoste et de la moelle, si intimement unis aux os.

Cellules osseuses ¹. — Lorsqu'on examine des pièces microscopiques fraîches, on voit que chaque ostéoplaste n'est plus sombre et foncé comme à l'état sec ; il renferme une cellule qui le remplit entièrement, et qui est formée par un protoplasma transparent contenant un noyau ovalaire de 6 μ de long. La cellule osseuse est une cellule étoilée au même titre que les corpuscules étoilés du tissu conjonctif, qu'elle représente exactement. Les prolongements de cette cellule semblent se comporter comme ceux des corpuscules du tissu conjonctif, ils pénètrent dans les canalicules osseux, d'où on les extrait difficilement ; mais il est à présumer qu'ils forment un véritable réseau de cellules ². Virchow fait jouer un rôle important à ces cellules (qui présenteraient un espace vide entre leur protoplasma et la membrane secondaire dont elles se

1. Ces cellules ont été découvertes par Virchow, qui a donné le moyen de les extraire avec leurs prolongements des cavités osseuses où elles sont contenues. On les appelle aussi *cellules osseuses de Virchow*.

2. Fürstenberg, Neumann et Kölliker ne croient pas que cette cellule soit analogue aux corpuscules du tissu conjonctif. Ces auteurs pensent qu'il existe dans l'ostéoplaste un vestige de la substance fondamentale non ossifiée, car si le contenu était un corpuscule étoilé, on ne pourrait pas le mettre en évidence avec l'acide chlorhydrique et l'acide nitrique, après avoir fait bouillir l'os dans la potasse caustique, aucune cellule ni membrane de cellule de nos tissus ne résistant à ce traitement. Kölliker ne se déclare pas sur la nature du contenu du corpuscule ; cependant il prétend avoir le premier indiqué, avec Donders, le noyau contenu dans la cavité osseuse.

seraient entourées) et à leurs anastomoses canaliculées. Toutes ces cavités seraient chargées d'un suc nutritif destiné au maintien physiologique des territoires cellulaires ; ou mieux, elles recevraient, par exhalation des vaisseaux, un liquide nutritif pour la cellule elle-



FIG. 171. — Diverses cellules osseuses avec leurs prolongements.

même et une partie de la substance osseuse environnante. On voit donc qu'il y aurait dans le tissu osseux deux systèmes de canaux : 1° les canaux vasculaires formant un réseau très-serré, étendu de la surface osseuse aux vaisseaux de la moelle ; 2° les canalicules et cavités osseuses réunis constituant un système dans lequel sont situées les cellules osseuses avec leurs anastomoses (ce système serait un réseau cellulaire contenant un liquide séreux et non sanguin). Comme le réseau vasculaire, celui-ci s'ouvre à l'extérieur et à l'intérieur de l'os par des orifices microscopiques. Le point de contact de ces deux systèmes se trouve sur les parois des canaux de Havers, où l'on peut constater les ouvertures innombrables des canalicules osseux.

Vaisseaux. — Les *lymphatiques* des os n'ayant pas encore été observés, de l'avis de tous les anatomistes, nous n'avons à nous occuper que des *vaisseaux sanguins*.

Le tissu osseux est fort riche en vaisseaux ; ceux-ci sont pour la plupart contenus dans les canaux de Havers, où ils forment un réseau à mailles allongées et rectangulaires.

1° Dans les *os longs*, on voit pénétrer deux espèces de vaisseaux : ceux de la moelle et ceux de la substance osseuse.

a. Les vaisseaux de la moelle sont les plus volumineux ; une ou deux *artères* assez considérables traversent le trou nourricier du corps de l'os, un plus grand nombre pénètre dans les orifices des extrémités ; ces vaisseaux abandonnent quelques rares capillaires à la substance osseuse et se jettent, en conservant leurs trois tuniques, sur les lamelles de la portion spongieuse et sur la moelle, dont ils constituent le réseau vasculaire. Sur les limites de la moelle, à son contact avec la substance osseuse, à la surface interne du canal médullaire comme sur les parois des cloisons de la substance spongieuse, le réseau vasculaire est assez abondant pour mériter le nom de réseau médullaire que lui ont donné certains anatomistes ; mais il ne faudrait pas voir là un périoste interne, contre l'existence

duquel se sont élevés Gosselin et Regnault, ainsi que tous les anatomistes.

b. Les vaisseaux de la substance osseuse viennent du périoste même. Après s'être ramifiés dans cette membrane, les artérioles pénètrent dans les petits orifices qu'on aperçoit à l'œil nu sur la surface osseuse, et qui ne sont que les ouvertures des canaux de Havers (les ouvertures microscopiques de la surface de l'os, embouchures des canalicules osseux, ne donnent pas passage à des vaisseaux ; il est probable que, à leur niveau, les prolongements des corpuscules étoilés des ostéoplastes superficiels s'anastomosent avec ceux des corpuscules du tissu conjonctif contenu dans le périoste). La plupart de ces vaisseaux perdent une partie de leurs tuniques, ils sont réduits à une couche de tissu conjonctif tapissée d'épithélium ; quelques-uns forment de véritables capillaires. Ils parcourent les canaux de Havers qu'ils remplissent en général, et ils s'anastomosent du côté du canal médullaire et de la substance spongieuse avec les vaisseaux de la moelle.

Le sang apporté à l'os par tant de voies différentes revient par trois espèces de veines, qui passent par les mêmes ouvertures : l'une, volumineuse, traverse le trou nourricier, un plus grand nombre sortent par les orifices des extrémités de l'os, enfin une grande quantité de veinules viennent de la surface osseuse pour se jeter dans le périoste.

2^o Dans les os plats qui ont des trous nourriciers, comme l'os coxal, la circulation est sensiblement la même que dans les os longs ; une artère principale pénètre par le trou nourricier principal pour se porter dans la moelle et sur les cloisons de la substance spongieuse, tandis que de tous les points du périoste des artérioles et des capillaires s'insinuent dans la substance compacte de l'os. On aperçoit distinctement de nombreux petits trous qui laissent passer ces artérioles dans tous les os plats. Au crâne, en particulier, les veines ont une disposition spéciale : au lieu de sortir par des orifices distincts, elles communiquent avec les sinus de la dure-mère, après avoir décrit de nombreuses sinuosités dans des canaux creusés dans le diploé (canaux veineux de Dupuytren et Breschet).

3^o Dans les os courts, il existe sur tous les points qui ne sont pas revêtus de cartilage une foule de petits trous d'inégale dimension qui reçoivent les petites artères. Leurs ramifications cheminent dans l'épaisseur du tissu osseux pour donner naissance à des veines qui sortent par des orifices différents. Dans le corps des vertèbres, il existe un gros trou à la face postérieure, du côté du canal rachidien ; c'est par cet orifice que passent les veines des vertèbres pour concourir à la formation des veines intra-rachidiennes.

Nerfs. — Les os possèdent des nerfs. Dans les os longs, ils pénètrent sous forme de rameaux très-déliés par le trou nourricier et les orifices des épiphyses, en suivant les vaisseaux pour se porter à la moelle. Des filets nerveux venus du périoste entrent dans les canaux de Havers ; on ne connaît pas leur mode de terminaison. Dans les os plats et dans les os courts, il est facile également d'observer des filaments nerveux qui accompagnent les vaisseaux. Kobelt, Kölliker et Luschka ont démontré que les uns appartiennent au grand sympathique et que les autres sont des nerfs sensitifs de la vie animale. Kölliker aurait trouvé un *corpuscule de Pacini* sur un nerf, au niveau de son entrée dans le trou nourricier du tibia, et un autre sur le nerf principal du premier métatarsien.

Éléments de la moelle. — Les éléments de la moelle se rencontrent dans certains canaux de Havers ; ils sont placés entre les parois du canal et le vaisseau, et ils n'existent, comme substance de remplissage, que dans le cas où le vaisseau ne remplit pas exactement le canal.

Périoste.

Le périoste est une membrane fibro-vasculaire, immédiatement appliquée sur tous les os. Il passe par deux phases distinctes : dans la première, il recouvre la surface des cartilages qui doivent s'ossifier, et porte alors le nom de *périchondre* ; il n'est *périoste* qu'après l'ossification. Le périchondre qui recouvre les cartilages permanents, comme ceux du larynx, offre la même structure que le périoste.

La couleur du périoste est blanchâtre, ou blanc jaunâtre, et sa résistance est considérable, comme celle des tissus fibreux en général. Son épaisseur varie selon les régions. Elle est ordinairement de quelques dixièmes de millimètre, mais en certains points elle peut acquérir 2 et 3 millimètres, comme on le voit à la face antérieure du col de fémur, où l'épaisseur et la résistance du périoste maintiennent souvent en contact les fragments dans les fractures. Ce phénomène s'observe aussi à l'extrémité inférieure du fémur et à l'olécrâne, où le périoste est très-épais. Elle est considérable aussi à la surface basilaire de l'occipital, qui forme la voûte du pharynx. C'est sur le périoste de cette région que s'implantent la plupart des polypes naso-pharyngiens. L'épaisseur du périoste est plus considérable chez l'enfant ; aussi, dans le jeune âge, les fractures sont-elles plus rarement accompagnées de déplacement ; exemple : fracture du corps du fémur.

L'adhérence de cette membrane au tissu osseux varie selon les

régions. Elle est due aux vaisseaux et aux nerfs qui pénètrent dans les trous innombrables de la surface de l'os. Elle est due aussi à des filaments particuliers de tissu conjonctif, incrustés, en partie ou en totalité, de sels calcaires, partant du périoste et s'enfonçant perpendiculairement dans la substance osseuse; ces fibres sont connues sous le nom de *fibres perforantes* de Sharpey¹.



FIG. 172. — Fragment de périoste avec les fibres perforantes.

Assez forte dans certains points, l'adhérence du périoste est quelquefois peu accusée. C'est ainsi que les os de la face, le maxillaire inférieur surtout, se laissent facilement dépouiller de leur périoste.

Il en est de même pour la cavité orbitaire et la voûte palatine, où le périoste s'insinue dans les sutures et dans les orifices. A mesure qu'on avance en âge, cette membrane devient plus adhérente.

Le périoste présente : 1^o une *face profonde*, en rapport avec l'os, auquel elle est unie par ses nombreux prolongements; 2^o une *face superficielle*, en rapport avec les organes qui entourent l'os. Cette face contracte de nombreux rapports avec les tissus conjonctif, fibreux, tendineux, cartilagineux, séreux, musculaire, vasculaire, avec les organes des sens, la peau et les muqueuses.

Dans certains points de la face superficielle du périoste, on trouve du *tissu conjonctif*. Cela s'observe dans les points qui sont le siège de glissements, comme dans la région épicroténienne, où le périoste, *péricrâne*, est séparé de l'aponévrose par une couche celluleuse lâche. Il en est de même à la face interne du tibia, dans son tiers moyen.

Sur un grand nombre d'os, sur les os longs des membres, par exemple, le périoste reçoit non-seulement l'insertion des deux ligaments interosseux de l'avant-bras et de la jambe, mais encore celle des cloisons aponévrotiques qui se détachent de l'aponévrose principale du membre pour diviser en plusieurs groupes les muscles de la région. Le *tissu fibreux* qui compose ces cloisons et les ligaments se confond avec celui du périoste.

Aux extrémités des os, le périoste est recouvert par une couche

1. Voy. page 214 et fig. 172, fibres de Sharpey.

de tissu fibreux assez épaisse qui le renforce, et qui se creuse des canaux, gaines tendineuses, pour laisser glisser les tendons. Cela s'observe surtout aux extrémités des os longs des membres, principalement au radius, au tibia, etc.

Aux extrémités des os, quand un ligament prend insertion, le périoste disparaît, de sorte que le ligament s'implante directement sur la substance osseuse. Les fibres qui composent le périoste sont contiguës à celles du ligament.

Ce sont les nombreuses connexions du périoste avec le tissu fibreux qui ont fait considérer par quelques anatomistes cette membrane comme le point de départ des tendons, des ligaments et des aponévroses.

Aux points d'insertion des *ligaments* et des *tendons*, le périoste manque souvent, les éléments du tissu conjonctif du périoste se confondant insensiblement avec ceux du tendon¹. Nous avons déjà vu qu'à ce même niveau il n'existe aucune embouchure de canaux de Havers sur la surface osseuse.

Au niveau des articulations, le périoste s'amincit peu à peu et cesse exactement sur les limites du *cartilage* articulaire, auquel il adhère assez pour pouvoir être enlevé avec lui après une macération prolongée.

À la tête, le périoste contracte une adhérence intime avec le cartilage sutural, qui remplit les sutures des jeunes sujets. C'est cette raison qui fait que le céphalématome, ou tumeur sanguine des nouveau-nés, développé entre le périoste et l'os, existe presque constamment à côté de la ligne médiane.

Le périoste affecte des rapports avec le *système séreux*. Sans parler de la dure-mère, qui possède des rapports étendus avec l'arachnoïde, nous voyons le périoste de la face interne des côtes être en rapport avec la plèvre. Dans des points nombreux, il est en rapport avec des séreuses tendineuses et sous-cutanées; les premières se trouvent aux extrémités des os longs, dans les points mêmes où l'on rencontre les gaines tendineuses, les secondes sur les saillies osseuses, épitrochlée, épicondyle, olécrâne, etc., etc., où la peau est soumise à des frottements.

La membrane nourricière des os est en rapport avec des *muscles* nombreux. Les uns glissent sur elle au moyen de tissu cellulaire, mais en certains points les fibres musculaires s'implantent directe-

1. Les tendons et les ligaments se fusionnant avec le périoste pour adhérer aux surfaces cartilagineuses, et cette adhérence étant déjà solide au moment où se développent les éléments élastiques, il en résulte que, dans ces points, le périoste, véritable périoste, est dépourvu de fibres élastiques.