

serve peu sur les os plats du crâne, pourquoi ils sont plus multipliés sur les os plats du bassin, surtout là où ce tissu devient abondant, comme à l'ischion, à la portion iliaque de la circonférence de l'os iliaque, etc. En versant du mercure dans le tissu spongieux, il sort en ruisselant de tous ces trous, et prouve ainsi leurs communications. Ils sont irrégulièrement dispersés partout où ils existent. On n'en rencontre point sur le corps des os longs, parce que ce corps ne contient pas ou presque pas de tissu celluleux.

La troisième espèce de conduits de nutrition est uniquement destinée au tissu compacte. C'est une infinité de petits pores que l'œil distingue manifestement, et par où s'introduisent de petits vaisseaux qui s'arrêtent dans ce tissu. Une preuve manifeste qu'ils ne vont point jusqu'au tissu celluleux, c'est que dans l'expérience précédente, le mercure ne trouve jamais en eux une voie pour s'échapper au dehors. Leur nombre est impossible à déterminer; il est prodigieux chez l'enfant. A mesure que dans le vieillard les os se chargent de substance calcaire, ils s'oblitérent, et les vaisseaux qu'ils renfermaient deviennent de petits ligamens étrangers à la nutrition osseuse qui va toujours en s'affaiblissant, et qui finirait par s'anéantir, et à permettre à la nécrose de s'emparer des os, si la mort générale ne prévenait cette mort partielle du système osseux.

## ARTICLE II.

### ORGANISATION DU SYSTÈME OSSEUX.

Le tissu propre au système osseux y forme la partie principale et prédominante, surtout à mesure qu'on avance en âge. Les organes communs y sont en bien moindre proportion.

#### § I<sup>er</sup>. *Tissu propre au Système osseux.*

Le tissu des os, comme celui de la plupart des autres organes, se présente sous l'aspect de fibres dont la nature est partout la même, mais qui, diversement arrangées,

forment deux modifications principales; dans l'une, ces fibres plus ou moins écartées, présentent une foule de cellules; dans l'autre, serrées les unes contre les autres, elles composent une substance compacte, où il est difficile de les distinguer. De là deux subdivisions du tissu osseux, le celluleux et le compacte. Les auteurs en admettent une troisième, le réticulaire; mais il rentre dans le premier.

#### *Tissu celluleux.*

Le tissu celluleux n'existe point dans les premières périodes de l'ossification. L'époque de sa formation est celle où le phosphate calcaire s'ajoute à la gélatine du cartilage primitif, et donne à l'organe la nature osseuse. Alors la masse solide du cartilage se creuse d'une infinité de cellules, parce que, reprise par les absorbans, la gélatine disparaît à l'endroit qu'elles occupent. Une nouvelle n'y est plus apportée par les exhalans qui continuent à en déposer, et qui commencent à charrier du phosphate calcaire dans les traverses fibreuses, dont l'entrecroisement constitue ces cellules; en sorte que le développement du tissu celluleux tient visiblement à la disproportion qui survient dans les os à une certaine époque de leur accroissement, entre les fonctions jusque-là en équilibre des systèmes exhalant et absorbant. On ignore la cause de cette disproportion: elle paraît être une loi de l'ossification. C'est en vertu de cette loi et par un mécanisme analogue, que l'ethmoïde, d'abord solide et plein tant qu'il était cartilage, se creuse à l'époque de son ossification, d'un grand nombre de cellules. C'est ainsi que les sinus sphénoïdaux, frontaux, etc., se forment et s'agrandissent.

La formation du tissu celluleux est terminée lorsque toutes les épiphyses ont disparu. A cette époque il nous présente une infinité de fibres qui paraissent naître de la surface interne du tissu compacte, se portent dans tous les sens, se croisent, s'unissent, se séparent, se bifurquent, en un mot, affectent des directions si irrégulières, qu'il est impossible d'en suivre le trajet. Leur volume n'est pas moins variable: telle est quelquefois leur ténuité, qu'à peine peut-

on les toucher sans les rompre ; leur grosseur est d'autres fois assez marquée. Souvent au lieu de fibres, ce sont des lames plus ou moins larges, d'où naissent d'autres lames plus petites, qui semblent se ramifier, et d'où résultent, lorsqu'elles sont rapprochées, des espèces de conduits que l'on voit très-bien en sciant l'extrémité d'un os long transversalement, de manière à avoir un segment d'un demi-pouce.

Les cellules qui résultent de leur écartement ont une forme et des capacités très-inégales.

Toutes communiquent ensemble ; les expériences suivantes en sont la preuve. 1°. Si on fait un trou à l'extrémité d'un os long, sur la surface d'un os court ou plat, et qu'on y verse du mercure, il traverse toutes les communications, pour aller sortir par les différens trous naturels de la surface de l'os, qui s'ouvrent eux-mêmes dans les cellules. 2°. Sciez un os long à l'une de ses extrémités, appliquez sur toute sa surface un enduit qui en bouche les pores, exposez-le ensuite au soleil : le suc médullaire ne pouvant s'échapper par les pores extérieurs, viendra, en passant successivement par toutes les cellules, sortir par l'endroit scié. 3°. En vernissant un os sec, et en l'ouvrant seulement en deux points opposés, on fait passer par ces communications, de l'une à l'autre ouverture, l'air, l'eau, et toute espèce de fluide.

On peut donc concevoir l'intérieur de tout os comme formant une cavité générale que remplit une foule de fibres entrecroisées. Je n'ai point remarqué de différence sensible pour la direction de ces fibres dans les trois espèces d'os.

*Tissu compacte.*

Il n'en est pas des fibres qui forment le tissu compacte, comme de celle du précédent. Ces fibres juxta-posées ne laissant entre elles aucun intervalle, donnant par leur rapprochement une densité remarquable au tissu qu'elle composent, se trouvent dirigées longitudinalement dans les os longs, en forme de rayons dans les plats, et sont entrecroisées en tous sens dans les courts. Cette triple disposi-

tion des fibres du tissu compacte paraît absolument tenir au mode d'ossification. En effet, lorsqu'on examine ses progrès sur les cartilages primitifs, on voit ses organes s'encroûter de phosphate calcaire, suivant la même direction que dans la suite doivent affecter les fibres. Aussi ces fibres sont-elles très-apparentes dans le premier âge, sur les os du crâne en particulier. A mesure que le phosphate calcaire, successivement entassé dans le parenchyme cartilagineux, vient à y prédominer, tout semble se confondre dans le tissu compacte en une masse homogène. Mais alors encore, il est différentes circonstances qui nous indiquent la direction primitive des fibres : 1°. Lorsque par un acide on enlève aux os leur portion calcaire, alors la portion cartilagineuse garde comme une espèce de moule, la forme qu'affectaient les substances qui la remplissaient, et offre des espèces de fibres dont la direction est la même que celle indiquée dans les trois espèces d'os. Aussi si on vient alors à déchirer les lames cartilagineuses, c'est dans cette direction qu'il est le plus facile de les enlever. 2°. Les fentes qui surviennent aux os long-tems exposés à l'air, suivent en général le sens naturel des fibres. 3°. Les os calcinés offrent à peu près le même phénomène.

La direction des fibres du tissu compacte change absolument dans les apophyses, où elle ne suit point celle de l'os principal. Dans celles qui par leur forme participent au caractère des os longs, comme dans la styloïde, ces fibres sont longitudinales ; elles se dirigent suivant tous les sens dans celles qui, comme la mastoïde, les diverses espèces de condyles, etc., se rapprochent de la conformation des os courts.

L'assemblage de fibres forme, suivant les anatomistes, des lames qu'ils ont considérées comme juxta-posées, et tenant entre elles par des chevilles suivant les uns, par l'entrecroisement des chevilles suivant les autres. Ces lames osseuses ne me paraissent point exister dans la nature. Toutes les fibres du tissu compacte se tiennent, se croisent et forment un tout qu'on ne peut point concevoir de cette manière, laquelle d'ailleurs ne s'accorde point avec

l'irrégularité de la distribution des vaisseaux. L'art sépare ici les fibres couche par couche, comme il le fait dans un muscle, dans un ligament, etc. ; mais ces couches sont purement factices : présenter les os comme étant leur réunion, c'est donner une idée inexacte de leur structure. Il est plus inexact encore de considérer ces couches comme adhérentes les unes aux autres par des chevilles osseuses, par l'attraction, par une matière glutineuse qui sert de colle. Toutes ces idées, contraires à l'inspection anatomique, suggérées par une fausse application des lois de l'adhérence des corps inorganiques à l'adhérence de fibres organisées, n'appartiennent plus qu'à l'histoire des erreurs physiologiques. Il est une circonstance qui prouve, dit-on, très-manifestement la structure lamineée des os ; c'est leur exfoliation. Il est vrai que souvent des lames très-distinctes se séparent de l'os vivant ; mais ces lames ne sont autre chose que le produit de l'exfoliation elle-même. Alors, en effet, l'os meurt à sa surface ; les vaisseaux superficiels ne reçoivent plus de sang ; ce fluide s'arrête sous la portion privée de vie ; l'exhalation du phosphate calcaire y trouve ses limites ; toute espèce de vaisseau sanguin, exhalant, absorbant, se détruit ; une inflammation lente, avec suppuration, survient, établit la ligne de démarcation ; et comme cette ligne est souvent au même niveau, tout ce qui est au-dessus d'elle devient une lame inorganique qui tombe peu à peu, et qui conserve sa solidité osseuse, parce que les absorbans mortifiés n'ont pu lui enlever le phosphate calcaire. D'ailleurs, rien de plus commun que de voir l'exfoliation ne point se faire par lames, et l'os présenter à sa suite une surface inégale, effet de l'inégalité d'épaisseur des portions exfoliées. Enfin l'exfoliation se fait souvent en sens opposé à celui que les lames sont censées affecter : c'est ce qu'on voit dans la séparation de l'extrémité des os longs, restée à l'air ou trop irritée après l'amputation, dans la chute des cornes, etc. Considérons le tissu compacte comme un assemblage de fibres rapprochées, mais nullement séparées par couche, qu'on ne peut concevoir que comme des abstractions.

Les fibres du tissu compacte diffèrent, dans leur arran-

gement organique, des fibres musculieuses ; en ce que de fréquens prolongemens les unissent les unes aux autres ; au lieu que celles-ci n'ont presque que l'organe cellulaire, les vaisseaux et nerfs, pour moyen d'union. Telle est l'intime juxtaposition de ces fibres, qu'elles ne laissent entre elles que des pores souvent à peine sensibles à la vue simple, mais qui le deviennent cependant à la loupe, et que le suc médullaire et des vaisseaux remplissent. Dans le rachitisme, cette densité de tissu disparaît, et on remarque dans la partie moyenne des os longs, et sous la couche plus épaisse qu'à l'ordinaire du périoste, un tissu osseux, comme aréolaire, facile à se ployer en tous sens, formant une infinité de cellules, et remplaçant le tissu compacte qui devrait exister. Il paraît que ce changement de tissu compacte en celluleux se fait moins par l'absorption d'une partie du phosphate calcaire, que par l'extension des fibres osseuses qui s'écartent les unes des autres, et laissent entre elles des espaces qui n'existaient pas ; ce qui donne au corps des os longs rachitiques une épaisseur très-considérable. J'ai fait plusieurs fois cette observation.

*Disposition des deux Tissus osseux dans les trois espèces d'os.*

Les tissus osseux, considérés dans les diverses espèces d'os, se comportent différemment. En général le compacte forme l'extérieur, l'enveloppe de l'os, et le celluleux en occupe l'intérieur. Les cornets du nez offrent seuls une exception à cette règle, dont nous allons examiner les modifications.

1°. Dans les os longs, le tissu compacte a une épaisseur très-remarquable au centre, où il remplit le triple usage, d'abord de protéger efficacement l'organe médullaire, dont il est l'enveloppe, ensuite d'assurer la solidité de l'os en cet endroit où se rapportent plus qu'aux extrémités, les grands efforts de la locomotion, des chutes, des contre-coups, etc., et où l'os, traversé seulement par quelques fibres cellulieuses très-faibles, ne peut emprunter sa résistance que de

ses parois externes ; enfin de diminuer ainsi sans danger le volume de l'os à la partie moyenne du membre , dont la forme devient par là , comme nous l'avons vu , beaucoup plus régulière. A mesure qu'on s'éloigne du centre , on voit sur un os long , scié longitudinalement , le tissu compacte diminuer d'épaisseur , et ne former enfin aux extrémités qu'une couche mince analogue à celle qui revêt les os courts. Aussi la force de résistance des os longs à leur extrémité est-elle moins dans leur écorce compacte , que dans la grande quantité de tissu celluleux antassé sous cette écorce ; c'est elle surtout qui empêche les fractures : d'où l'on voit comment la proportion des tissus compacte et celluleux , étant inverse dans les deux parties de l'os , le mode de leur résistance est également inverse.

Le tissu celluleux dans les os longs diffère un peu , examiné dans le canal médullaire ou aux extrémités. Dans le canal , ce sont des filamens extrêmement minces , continus et aux fibres plus grosses qui remplissent en haut et en bas les extrémités de l'os , et à la portion compacte qui forme le cylindre osseux. Rares et semés comme au hasard dans le milieu du canal , ces filets se rapprochent entre eux , et forment une espèce de réseau à mesure qu'ils s'éloignent de ce milieu : de là le nom de substance réticulaire par lequel on l'a désigné. Mais ce n'est point un tissu distinct , c'est seulement une modification du celluleux : modification qui est caractérisée spécialement , 1°. par la ténuité des fibres ; 2°. par l'absence constante de ces lames minces qui appartiennent fréquemment à ce tissu considéré dans les autres parties. Au reste , l'usage manifeste de cette portion de tissu celluleux , trop faible pour concourir à la résistance de l'os , est évidemment de servir d'appui au système médullaire , et d'insertion à sa membrane. Aux extrémités des os longs , les fibres du tissu celluleux grossissent peu à peu , se rapprochent entr'elles , sont parsemées de lames , et donnent à l'os , par leur ensemble et par leur nombre , une épaisseur et une résistance remarquables , sans cependant en augmenter le poids , ce qui fa-

favorise singulièrement la locomotion , vu que ce poids , placé à l'extrémité du levier , eût été très-pénible à soulever.

2°. Dans les os plats , le tissu compacte forme deux lames extérieures , dont l'épaisseur est moyenne entre celle du milieu des os longs , et celle de l'extrémité de ces mêmes os , ou celle des os courts. Entre ces deux lames se trouve le tissu celluleux , semblable en général à celui de l'extrémité des os longs , un peu plus laminé cependant , plus épais ordinairement à la circonférence , souvent presque nul dans le milieu de l'os , où les deux lames compactes juxtaposées laissent alors voir une lumière qu'on place par derrière. En général , partout où les os larges sont ainsi minces , par le défaut de tissu celluleux , des muscles très-forts se rencontrent , et suppléent par leurs couches épaisses à la solidité de l'os. On en voit des exemples dans les fosses iliaque , sous-scapulaire , occipitale inférieure , etc.

3°. Dans les os courts , le tissu celluleux prédomine toujours ; l'os en est presque tout formé , une légère couche de tissu compacte forme seulement son enveloppe , et sous ce rapport , l'organisation de ces os est la même que celle des os longs à leurs extrémités : aussi la résistance de l'os dépend-elle de la totalité de sa masse , et aucun point ne fait-il un plus grand effort pour s'opposer aux fractures. On voit , d'après tout ce qui a été dit jusqu'ici , le mode successif de solidité des divers os. Dans le milieu des os longs , ce n'est presque qu'au tissu compacte ; dans les os plats c'est autant à ce tissu qu'au celluleux ; dans les extrémités des os longs et dans les os courts , ce n'est presque qu'à ce dernier qu'est due cette solidité.

4°. Dans les éminences osseuses , le tissu compacte est en général plus abondant qu'ailleurs , surtout dans celles d'insertion , comme dans les lignes saillantes des os longs qui en sont toutes formées , dans les aspérités des surfaces osseuses , dans leurs angles. Si l'éminence est un peu considérable , il y entre aussi plus ou moins de tissu celluleux , comme on le voit dans les apophyses épineuses , transverses , des vertèbres , coracoïde , mastoïde , etc. Les émi-

nences des articulations mobiles sont en général moins pourvues de tissu compacte, le cartilage articulaire y suppléant pour la solidité de l'os. Celles des articulations immobiles, au contraire, moins grosses en général, comme, par exemple, les dentelures des os du crâne, etc., sont à proportion plus compactes que celluleuses.

5°. Dans les cavités osseuses, toutes celles qui servent aux articulations mobiles, ne sont pourvues que d'une lame compacte très-légère; elle est plus épaisse lorsque l'immobilité est le caractère des articulations. En général tous les trous, cavités et conduits qui transmettent d'une région à l'autre des vaisseaux, des nerfs ou d'autres organes, sont partout tapissés d'une couche compacte qui les garantit de l'impression de ces parties. Les trous de la base du crâne, les conduits dentaires, vidiens, etc., sont un exemple de cette disposition.

*De la Composition du Tissu osseux.*

Quelles que soient les modifications sous lesquelles il se présente, le tissu osseux a partout la même nature; les mêmes élémens le forment: or ces élémens sont spécialement une substance saline calcaire, et une substance gélatineuse.

L'existence de la substance saline dans les os est prouvée de différentes manières. 1°. La combustion, en détruisant la portion gélatineuse, laisse un corps friable, cassant, de forme analogue à celle de l'os, et qui n'est autre chose que cette substance saline, laquelle ressemble, pour ainsi dire, à un corps moulé qui garde la forme du moule après que celui-ci a été enlevé. Si la combustion est poussée très-loin, et qu'on fasse rougir les os calcinés, ils éprouvent une demi-fusion qui les rapproche de l'état de porcelaine; ils ont alors un grain serré, fin, demi-vitreux, une demi-transparence, et cet aspect qui appartient aux terres vitrifiées. 2°. L'exposition des os à l'air très-long-temps continuée, produit un effet à peu près analogue à celui du premier degré de combustion, quoique cependant la gélatine se trouve rarement alors exactement enlevée, et la portion saline si parfaite-

ment à nu que par l'action du feu. Au reste, il faut un temps très-long pour produire cet effet, surtout sur les os épais; les os minces sont plus facilement altérés; j'ai souvent fait cette observation. Après dix ans d'exposition à l'air et à la pluie, j'ai observé que des clavicules prises au cimetière de Clamart, présentaient par l'action des acides, un parenchyme cartilagineux presque égal à celui d'un os séché depuis quelque temps. Mais enfin ce parenchyme disparaît, l'os finit par tomber en poussière lorsqu'il n'est plus soutenu par lui, et que les molécules de la substance calcaire restante ont été désunies par le temps. 3°. Dans toutes les maladies cancéreuses portées au dernier période, les os prennent une friabilité qu'ils ne doivent qu'à la proportion plus grande de cette dernière substance, proportion née elle-même du peu de gélatine qui s'exhale alors dans les os. 4°. Lorsqu'un os a été exposé pendant quelque temps à l'action d'un acide, de l'acide nitrique, par exemple, une portion de sa substance lui est enlevée par cet acide, et cette portion est manifestement un sel calcaire, comme on le voit en mêlant à la dissolution un alcali qui, s'unissant aussitôt à l'acide, met à découvert ce sel, en le faisant précipiter. 5°. La machine de Papin, en dissolvant par l'action de l'eau réduite en vapeurs la portion gélatineuse, met également en évidence cette partie saline calcaire.

Schæele a trouvé que cette portion est un sel neutre à base terreuse, le phosphate de chaux. Souvent le phosphore immédiatement à nu sur les os frais, leur donne une apparence lumineuse qui la fait distinguer de très-loin pendant la nuit. C'est tantôt la totalité de l'os, tantôt quelques points seulement qui deviennent lumineux. Toujours j'ai remarqué dans les endroits éclairés une exsudation huileuse, soit qu'elle provint du suc médullaire, soit qu'elle fût formée par la graisse des parties molles voisines de l'os.

Différens faits aussi évidens que les précédens constatent, d'une manière non moins irrévocable, l'existence dans les os d'une substance gélatineuse. 1°. Lorsque dans la dissolution des os par les acides, le phosphate de chaux les a abandonnés, il reste un corps cartilagineux, flexible, élastique,

jaunâtre lorsqu'on a employé l'acide nitrique, de même forme que l'os. Or on sait que la gélatine nourrit spécialement les cartilages. 2°. Si on soumet d'ailleurs ce résidu cartilagineux à l'ébullition, on en extrait une très-grande quantité de gélatine qui se dissout dans l'eau, et que le tan précipite ensuite. Cette substance peut être même enlevée aux os sans l'extraction préliminaire du phosphate calcaire : c'est ainsi qu'avec des os dépouillés de tout organe environnant, et réduits en fragmens très-petits, et même en poudre par l'action de la rape, on parvient à faire des bouillons très-nourrissans, des gelées fortifiantes. Ce n'est pas sans raison que, dans la préparation du bouilli, on laisse l'os attaché à la viande : outre les organes blancs qui l'entourent, et l'huile médullaire qu'il contient, il fournit au bouillon une substance qui lui est propre. 3°. La combustion des os, et surtout de leur résidu cartilagineux, donne une odeur exactement semblable à celle de la combustion des différentes colles animales que la gélatine forme spécialement, comme on sait. 4°. Dans les différentes affections où les os se ramollissent, la substance terreuse diminue plus ou moins sensiblement, et la gélatineuse reste plus abondante en proportion que de coutume.

Ces deux substances, gélatineuse et saline, qui entrent essentiellement dans la composition des os, leur impriment des caractères très-différens. Le phosphate calcaire, presque étranger à la vie, n'est destiné qu'à donner aux os la solidité et la résistance qui les caractérisent. La substance gélatineuse, au contraire, porte spécialement le caractère animal : aussi l'activité vitale est-elle en raison inverse de l'une, et directe de l'autre, comme nous le verrons. Privés de la seconde, les os ne sont plus susceptibles d'être dirigés, ils n'offrent point de prise aux sucs gastriques ; ceux-ci ne sauraient en extraire de matière nutritive, parce qu'ils agissent à peu près sur eux comme l'eau qui dissout la substance gélatineuse et l'extrait de la portion saline. Divers animaux qui avalent les os frais pour s'en nourrir, mourraient à côté d'un os calciné : aussi plus les os contiennent de cette substance, plus ils sont nourrissans ; ceux des jeunes ani-

maux sont sous ce rapport plus propres à faire des bouillons gélatineux, à être digérés tout crus par l'estomac de certaines espèces, etc. Si on expose un os à l'action d'un acide, de manière à n'avoir que son parenchyme cartilagineux, et qu'on fasse ensuite ramollir ce parenchyme dans l'eau bouillante, il devient un aliment qu'on peut manger.

Outre le phosphate calcaire et la gélatine, les os contiennent encore quelques principes salins, comme le sulfate et le carbonate de soude, etc. Mais leur proportion est trop petite pour nous occuper ici. Je renvoie sur ce point aux traités des chimistes, au grand ouvrage de M. Fourcroy en particulier.

## § II. Parties communes qui entrent dans l'organisation du Système osseux.

Les anciens rangeaient les os parmi les parties blanches, parmi les tendons, les cartilages, etc. Cependant il suffit d'en examiner l'intérieur pour voir, par la rougeur qui les distingue, que beaucoup de sang y aborde. Ce sang y pénètre par trois ordres de vaisseaux ; les uns appartiennent à la cavité médullaire des os longs, les autres au tissu celluleux, les autres au tissu compacte. Ces deux derniers ordres se distribuent dans le tissu osseux, paraissent spécialement destinés à déposer le phosphate calcaire : car dans les cartilages d'ossification, les vaisseaux blancs apportent seuls la gélatine ; dans les autres cartilages il en est de même ; en sorte que je pense que cette espèce de vaisseaux est aussi destinée dans les os formés à nourrir leur parenchyme cartilagineux, tandis que les vaisseaux rouges appartiennent plus à leur portion calcaire.

Chaque cavité médullaire n'a qu'un vaisseau unique, comme un seul trou de nutrition. Ce vaisseau a un diamètre proportionné à celui de l'os qu'il pénètre, sans laisser de ramification au tissu compacte, et où il se divise sur-le-champ en deux rameaux. Ceux-ci se portent en sens opposé aux deux extrémités de l'os, se ramifiant à l'infini dans l'organe médullaire, et vont perdre leurs derniers rameaux dans le commencement du tissu celluleux, où ils s'anastomosent