

Les *artères* du périoste sont très nombreuses. Simples ramuscules plus ou moins grêles, elles émanent des branches artérielles voisines, se ramifient dans son épaisseur, en s'anastomosant entre elles, et forment un réseau à mailles serrées. De ce réseau naissent une multitude d'artérioles qui pénètrent dans les canalicules vasculaires pour aller distribuer au tissu osseux les éléments de sa nutrition. Que le périoste soit détruit ou profondément altéré, tous ces vaisseaux seront divisés ou oblitérés, et la couche osseuse sous-jacente sera privée des suc nutritifs qu'elle recevait. Si la lésion est très limitée et si l'os mis à nu est convenablement recouvert, les capillaires qui parcourent cette couche osseuse communiquant avec ceux des parties voisines, elle pourra se nourrir aux dépens de ces derniers et continuera à vivre. Mais, si la lésion est étendue, elle périra par famine; et cette mortification, qui prend le nom de *nécrose*, s'étendra à toutes les parties de l'os dans lesquelles la circulation a été supprimée.

Les *veines* sont très multipliées aussi. Deux veinules le plus habituellement accompagnent les principaux ramuscules artériels à leur point de départ; mais, après deux ou trois divisions, artères et veines marchent en général indépendantes.

Le périoste est remarquable par l'abondance des nerfs qu'il reçoit. Chaque artère est accompagnée d'un ramuscule nerveux qui suit ses premières divisions et qui devient ensuite en partie indépendant. Les ramifications de ce filet s'anastomosent, soit entre elles, soit avec celles des filets nerveux voisins; elles forment ainsi un réseau à mailles irrégulières. Les divisions concourant à la formation de ce réseau sont si nombreuses, qu'il est rare de n'en pas rencontrer une ou plusieurs sur un simple lambeau de quelques millimètres carrés. Le précepte posé par les auteurs de l'inciser circulairement avant de procéder à la section des os a pour but principal de prévenir le déchirement et le décollement de cette membrane; mais il a aussi pour avantage d'éviter au malade des douleurs que l'anatomie ne permet plus de révoquer en doute.

Des *cellules adipeuses* se voient constamment dans la trame fibreuse du périoste. Leur nombre est du reste très variable, et leur répartition extrêmement inégale. Elles deviennent assez abondantes sur certains points pour former une couche presque continue; sur d'autres, elles sont disséminées et plus ou moins espacées; sur d'autres, elles sont entièrement défaut.

Chez les fœtus et pendant toute la période d'accroissement des os, on observe en outre sur la face adhérente de cette membrane une couche molle de tissu conjonctif; cette couche est composée aussi de faisceaux et de cellules, mais elle ne saurait être comparée, avec quelques auteurs, à un blastème pourvu de noyaux et semi-liquide. Comme elle joue le

rôle principal dans l'accroissement de l'os en épaisseur, on peut la désigner avec M. Ollier sous le nom de *couche ostéogène*.

#### C. — Substance médullaire des os.

La substance médullaire ou *moelle* des os remplit les cavités creusées dans l'épaisseur de ces organes. — Le canal de la diaphyse des os longs est son siège de prédilection. Réunie dans ce canal en masse plus considérable, partout continue à elle-même, elle se moule sur ses parois et prend la forme d'un cylindre effilé à ses extrémités, plus ou moins irrégulier à sa surface. — Dans le tissu spongieux, elle se partage en autant de lobules que celui-ci présente de cellules; et tous ces lobules se relient les uns aux autres par des prolongements multiples.

La substance médullaire présente une consistance pulpeuse, variable du reste suivant les individus. Chez quelques-uns, elle est un peu plus ferme; chez d'autres, elle devient presque diffluite.

Sa couleur diffère suivant l'âge, selon les os et selon l'état de santé ou de maladie. Avant et quelque temps encore après la naissance, elle est rouge dans tous les os. Chez l'enfant et même aussi chez l'adulte, elle reste rouge dans la plupart des os du tronc et de la tête, mais prend une teinte jaunâtre dans ceux des membres. A un âge plus avancé, elle revêt aussi une teinte jaune uniforme, dans les vertèbres et les côtes. Sous l'influence d'affections chroniques très prolongées, elle perd sa coloration rouge ou jaune, pour devenir d'un blanc grisâtre ou cendré.

On peut donc admettre trois espèces de moelle: la *moelle rouge*, qui est en partie redevable de sa couleur à la multiplicité de ses vaisseaux, d'où le nom de *moelle sanguine* qui lui a aussi été donné; la *moelle jaune* ou adipeuse; et la *moelle grise* ou gélatiniforme, qui possède peu de vaisseaux, et peu aussi ou point de cellules adipeuses. Ch. Robin a montré que dans ces trois espèces les éléments de la moelle sont différemment répartis.

*Structure de la moelle.* — On a longtemps pensé que la moelle était renfermée dans une enveloppe qui s'appliquait aux parois des cavités osseuses, comme le périoste s'applique à la surface externe des os; et l'on admettait en outre que dans les os longs elle se prolongeait du canal de la diaphyse dans toutes les cellules du tissu spongieux. Cette enveloppe ou *membrane médullaire* avait été déjà révoquée en doute par Ruysch. On continua néanmoins à l'admettre. Vers la fin du siècle dernier, Bichat en nia formellement l'existence. « Je n'ai jamais pu, dit-il, quelque nombreuses qu'aient été mes recherches, découvrir une semblable membrane. » Mais plus loin il la décrit cependant comme si elle existait. Aussi l'opinion traditionnelle ne fut-elle nullement ébranlée. En 1859,

MM. Gosselin et Raynauld, cherchant cette membrane et ne la trouvant pas, ne se contentèrent plus de la nier; ils dirigèrent contre elle une réfutation en règle, à laquelle il n'y avait rien à objecter (1). A dater de ce moment, elle n'a plus été décrite, et tous les auteurs s'accordent aujourd'hui pour reconnaître qu'en effet elle n'existe pas.

La moelle se trouve donc immédiatement en contact avec les parois des canaux médullaires et les trabécules du tissu spongieux. — Elle comprend dans sa structure: des cellules d'une nature spéciale, des plaques ou lamelles à noyaux multiples, des cellules adipeuses, une matière amorphe, du tissu conjonctif, des vaisseaux et des nerfs.

Les cellules de la moelle, décrites par Ch. Robin sous le nom de *médullocelles* (*medulla*, moelle, *cella*, cellule), sont d'autant plus nombreuses qu'il existe moins de cellules adipeuses. C'est surtout dans la moelle rouge ou fœtale qu'on les observe. Chez l'enfant, on en rencontre constamment dans le canal médullaire des os longs. Chez l'adulte et le vieillard, leur existence est difficile à constater; cependant Ch. Robin dit les avoir retrouvées dans tous les os jusqu'à l'âge le plus avancé.

Les plaques ou lamelles à noyaux multiples, signalées par Ch. Robin, qui leur a donné le nom de *myéoplaxes* (de *μυελός*, moelle, *πλαξ*, plaque, lamelle), ont pour siège spécial les aréoles du tissu spongieux. Elles sont plus rares dans les canaux médullaires, aux parois desquelles elles adhèrent pour la plupart; on les trouve en général comme nichées dans leurs anfractuosités. Leur nombre est aussi, proportionnellement aux autres éléments de la moelle, plus considérable chez le fœtus. Leur dimension varie depuis 0<sup>mm</sup>,02 jusqu'à 0<sup>mm</sup>,10. Elles sont généralement aplaties et terminées par un bord irrégulier, tantôt minces et pâles, tantôt plus épaisses et d'une teinte foncée. — Les myéoplaxes sont formées par une grande cellule contenant un protoplasma granuleux dans lequel on remarque des noyaux. Le nombre de ceux-ci est ordinairement de 8 ou 10; il peut s'élever jusqu'à 25 ou 30 (2).

Les cellules adipeuses n'existent pas encore chez le fœtus. Elles commencent à se montrer à la naissance, puis se multiplient à mesure que les cavités osseuses s'agrandissent; et leur nombre devient bientôt si considérable, qu'elles semblent à elles seules constituer toute la moelle dans le plus grand nombre des os.

La matière amorphe, demi-transparente et d'aspect granuleux, relie entre eux les divers éléments qui précèdent.

Les fibres de tissu conjonctif, dont l'existence avait paru douteuse à quelques auteurs, forment, sur la périphérie et dans l'épaisseur de la moelle, de minces et pâles faisceaux peu nombreux qui accompagnent le

(1) Gosselin et Regnault, *Rech. sur la subst. médull. des os* (Arch. gén. de méd., 1849).

(2) Robin et Littré, *Dict. de méd. et de chirurg.*, de Nysten, 13<sup>e</sup> édit., 1873, p. 971.

plus habituellement les vaisseaux sanguins; pris dans leur ensemble, ils forment une trame molle et délicate.

Des vaisseaux très nombreux se distribuent à la substance médullaire. Parmi les artères qu'elle reçoit, la plus importante est celle qui parcourt le conduit nourricier de la diaphyse des os longs. Parvenue à l'extrémité interne du conduit, cette artère se divise en deux branches, l'une ascendante, l'autre descendante. Celles-ci deviennent le point de départ d'une multitude de rameaux et de ramuscules qui s'anastomosent, soit entre eux, soit avec ceux des extrémités de l'os, soit avec les capillaires des canalicules de Havers, et qui forment ainsi un réseau délié renfermant dans ses mailles tous les autres éléments de la moelle. — Chaque cellule adipeuse est entourée par une maille de ce réseau. Suspendues aux dernières divisions de ces artères, elles constituent avec celles-ci des espèces de grappes à volume décroissant.

Les nerfs de la moelle accompagnent l'artère nourricière. Au tronc artériel se joint un rameau nerveux toujours unique, qui se divise, avant d'arriver dans le canal médullaire, en deux ou plusieurs rameaux. Arrivé sur la moelle, ces rameaux suivent les branches artérielles en s'anastomosant dans leur trajet. Mais les ramifications nerveuses ne s'étendent pas aussi loin que les ramifications vasculaires. Elles disparaissent lorsque celles-ci se dépouillent de leurs dernières fibres musculaires, en sorte qu'elles semblent appartenir beaucoup moins à la moelle qu'aux vaisseaux sanguins.

Les divers éléments qui composent la substance médullaire ne sont pas également répartis dans les trois espèces de moelle.

La *moelle rouge* ou *sanguine* se compose essentiellement de médullocelles et de vaisseaux sanguins auxquels elle est redevable de sa couleur. Elle contient aussi des myéoplaxes, mais en petit nombre, et un peu de matière amorphe. On n'y trouve ordinairement ni cellules adipeuses, ni fibres de tissu conjonctif.

La *moelle jaune* est presque entièrement composée de cellules adipeuses, je dirais même exclusivement, si Ch. Robin n'affirmait y avoir rencontré aussi des médullocelles et des myéoplaxes. Les vaisseaux y sont moins abondants que dans la moelle rouge. Dans les os plats, les os courts et les extrémités des os longs, elle ne présente aucune trace de tissu conjonctif. Ce dernier élément ne se montre que dans celle des canaux médullaires.

La *moelle grise* ou *gélatiniforme*, qui se produit après de longues maladies, a pour siège les os longs. Elle est surtout remarquable par la grande quantité de matière amorphe qu'elle contient et qui semble avoir pris la place des vésicules adipeuses.

La moelle a pour destination principale de remplir les vides qui se

produisent dans les os lorsque le tissu osseux est résorbé. Elle se substitue alors aux molécules osseuses qui disparaissent ; sa quantité est toujours en raison directe de l'activité de cette résorption.

Dans les oiseaux, la plupart des os communiquent avec l'appareil respiratoire. Au lieu de moelle, ils contiennent de l'air. Considérés sous ce point de vue, ils se divisent en trois ordres : 1° ceux qui sont aérifères dans tous les oiseaux ; 2° ceux qui le sont dans un certain nombre ; 3° ceux qui ne le sont dans aucun.

Les os constamment aérifères sont les vertèbres cervicales et dorsales, le sternum et les humérus.

Au nombre des os qui sont aérifères dans un certain nombre d'oiseaux viennent se ranger la fourchette du sternum, les clavicules, les omoplates, les côtes, le sacrum, le coccyx et les fémurs.

Enfin les os qui ne deviennent jamais aérifères et qui constamment contiennent de la moelle sont ceux de l'avant-bras et de la main, ceux de la jambe et du pied. Ces derniers diffèrent peu des os des mammifères. — Les précédents, au contraire, en diffèrent beaucoup ; ils ont pour attributs communs une extrême dureté et une grande légèreté. Dans les os longs, le canal aérifère s'étend jusqu'au voisinage des surfaces articulaires ; il présente des parois unies et très minces. Dans les os larges, les deux tables sont remarquables aussi par leur minceur.

Tous les os chez l'oiseau sont remplis de moelle dans la première période de leur développement. Mais, en arrivant au terme de leur évolution, ils entrent en communication avec l'appareil respiratoire. La substance médullaire est alors peu à peu résorbée ; sa disparition commence au niveau de l'orifice par lequel ils communiquent avec cet appareil ; elle s'étend ensuite de proche en proche jusqu'à l'extrémité opposée (1).

#### D. — Vaisseaux et nerfs des os.

1° *Artères.* — Des artéριοles très nombreuses pénètrent dans les os. Leur mode de distribution est un peu différent pour les os longs, les os larges et les os courts.

Les os longs reçoivent trois ordres de branches artérielles qui se distribuent, le premier à la moelle, le second au tissu compact, le troisième au tissu spongieux. — Une seule artère se rend ordinairement dans la substance médullaire : c'est l'*artère nourricière*. En se ramifiant, elle forme dans l'épaisseur de la moelle un réseau d'une extrême délicatesse. De ses dernières divisions naissent des vaisseaux capillaires qui, suivant

(1) Voyez mes *Recherches sur l'appareil respiratoire des oiseaux*, grand in-4, avec planches, 1847, p. 37.

une direction centrifuge, se rendent dans les canalicules les plus profonds de la diaphyse. Ces capillaires des couches profondes s'anastomosent, soit entre eux, soit avec ceux des couches superficielles ; ils établissent ainsi de nombreuses communications entre les branches émanées du périoste et celles de l'artère nourricière. Cette artère ne prend, du reste, qu'une faible part à la nutrition de l'os ; pour le démontrer, il suffit de citer ce fait incontestable qu'à la suite des amputations éliminant plus de la moitié de l'os, la partie conservée n'a jamais été frappée de mort. Son volume, comparé au volume réuni de toutes les autres branches, devient extrêmement grêle et véritablement insignifiant. Néanmoins elle présente une certaine importance : se continuant avec les artères du tissu compact et celles du tissu spongieux, elle établit entre toutes les parties de l'os une communauté de circulation qui a pour effet de les rendre solidaires les unes des autres.

Les artères destinées au tissu compact se ramifient dans le périoste, qu'elles couvrent de réseaux faciles à injecter. Du périoste elles passent dans le tissu osseux par les orifices du troisième ordre et pénètrent dans les canalicules vasculaires, à l'état de simples capillaires, pour en suivre la direction, affectant comme ceux-ci une disposition réticulée.

Les artères destinées aux extrémités de l'os émanent aussi du périoste qui les recouvre. Elles pénètrent dans ces extrémités par les orifices du second ordre et vont se distribuer à la moelle qui remplit les aréoles du tissu spongieux. Leur mode de terminaison est donc analogue à celui de l'artère nourricière. Sur les limites du canal médullaire, elles s'anastomosent avec celle-ci.

Dans les os larges, on n'observe en général que deux ordres d'artères : les unes qui pénètrent par des conduits nourriciers pour se rendre à la moelle contenue dans les aréoles du tissu spongieux ; les autres, superficielles, destinées au tissu compact : tel est le mode de distribution des vaisseaux artériels dans les os iliaques, les omoplates, les côtes, les os du crâne, etc. Dans les os courts, presque exclusivement formés de tissu spongieux, toutes les artères émanent de celles du périoste ; elles se terminent dans la substance médullaire.

2° *Veines.* — Elles ont été peu étudiées. La plupart des auteurs se contentent de dire qu'elles suivent le trajet des artères, description facile dont on a souvent usé et abusé. Les autres, plus réservés, gardent le silence sur ce point. Des recherches auxquelles je me suis livré, il résulte qu'elles n'accompagnent nullement les vaisseaux artériels ou ne s'accroissent à ceux-ci qu'incidemment.

Dans les os longs, presque toutes les veines se dirigent vers les extrémités et sortent par les orifices si nombreux et si larges dont celles-ci sont criblées sur leur pourtour. — Aux divisions de l'artère nourri-

cière succèdent des ramuscules veineux qui se portent vers l'une et l'autre extrémité pour se joindre à celles du tissu spongieux : deux veinules, sans importance, viennent seules s'appliquer au tronc de l'artère nourricière. C'est pourquoi le conduit qui reçoit cette artère est si petit lorsqu'on le compare aux orifices par lesquels sortent les veines au voisinage des articulations. — Les veinules des parois de la diaphyse se portent pour la plupart aussi vers les extrémités du canal médullaire et se jettent dans les veines émanées de la moelle.

Les veines du tissu compact et de la moelle se réunissent à celles qui partent du tissu spongieux, ces dernières acquièrent rapidement un volume assez considérable ; et lorsqu'elles émergent de l'os au voisinage des surfaces articulaires, beaucoup d'entre elles présentent un calibre supérieur à celui de l'artère nourricière.

Dans le tissu spongieux les plus importantes se creusent un canal que tapisse une couche de tissu compact. Ces veines ne sont constituées que par la tunique interne du système veineux. Le sang ne se meut donc dans leur cavité, comme dans celle des capillaires, que sous l'influence de la *vis a tergo* ; il tend ainsi à s'y accumuler : de là, peut-être, une des causes qui les prédisposent à l'inflammation dont elles sont si fréquemment le siège.

Pour les os larges, les veines suivent également un trajet indépendant de celui des artères. Presque toutes vont se jeter dans les canaux dont ces os sont creusés. Les parois de ces canaux sont coupées de distance en distance par des étranglements circulaires, des cloisons partielles, des irrégularités de toute sorte qui semblent pour elles autant de valves. Ils naissent brusquement. Leur trajet est sinueux. On les voit pour la plupart s'anastomoser dans leur trajet. Tous vont s'ouvrir sur l'une ou l'autre face de l'os pour se continuer avec une veine voisine.

Dans les os courts, le trajet des veines est plus difficile à suivre. On peut cependant reconnaître qu'elles s'y comportent comme dans les extrémités des os longs et des os larges. Les plus grosses occupent aussi des canaux osseux : très développés dans quelques-uns, particulièrement dans les vertèbres ; beaucoup moins accusés dans d'autres ; ou qui font complètement défaut, comme dans les osselets du carpe.

3° *Vaisseaux lymphatiques des os.* — Ces vaisseaux existent-ils ? J'ai soumis à une critique attentive tous les faits qui ont été mentionnés en faveur de leur existence par quelques auteurs ; aucun ne m'a paru concluant. J'ai fait, de mon côté, d'assez longues recherches sur le même sujet, les résultats en ont été aussi constamment négatifs. Je reste convaincu que ces vaisseaux n'existent pas.

4° *Nerfs des os.* — Leur existence était restée longtemps douteuse. Dans un concours pour une place d'aide d'anatomie ouvert en 1846,

Gros, qui avait à préparer une série de pièces sur la texture des os, fixa spécialement son attention sur ce sujet. Des recherches habilement poursuivies, sur les os longs, non seulement chez l'homme, mais chez plusieurs mammifères, particulièrement chez le cheval et le bœuf, lui permirent de constater la présence de rameaux nerveux sur le trajet de l'artère nourricière.

Il existe donc des nerfs dans ces os. Aujourd'hui tous les anatomistes sont d'accord sur ce point. Suivre ces nerfs à l'aide de la dissection, était chose difficile. Mais nous possédons dans les réactifs un moyen simple, facile et très expéditif pour les découvrir, les isoler et les observer dans tout leur trajet et tous leurs détails. — Nous avons vu précédemment comment se distribuent ces nerfs médullaires.

Existe-t-il aussi des nerfs dans le tissu compact ? Des filets nerveux pénètrent-ils dans les extrémités des os longs et dans tous les os courts ? Les anatomistes sont à peu près unanimes pour répondre affirmativement. Ceux qui s'occupent plus spécialement d'études micrographiques et qui sont plus autorisés en pareille matière sont aussi les plus affirmatifs. Il semblerait donc que le doute n'est plus possible ; que tous les os possèdent des nerfs en assez grand nombre, et que le tissu compact en est aussi abondamment pourvu que le tissu spongieux.

Cette opinion cependant ne me paraît pas fondée. Les anatomistes ayant observé dans le périoste des artères et des nerfs très nombreux, et ayant vu la plus grande partie des artères passer de cette enveloppe dans les os, ont admis que les filets nerveux suivaient les artérioles. La présence de ces filets nerveux dans le tissu osseux paraît être pour eux un fait d'induction plutôt qu'un fait d'observation. Ce fait, cependant, il n'était pas sans intérêt de le vérifier. C'est ce que j'ai tenté pour le corps des os longs et pour leurs extrémités, mais toujours vainement. Appuyé sur des recherches très précises et très nombreuses, j'ose dire qu'aucun filet nerveux ne pénètre dans le tissu compact. On n'en trouve nul vestige dans les canalicules de Havers. Une préparation très simple suffit pour le prouver : Prenez une tranche de la diaphyse d'un os long ou de la surface d'un os plat ; soumettez cette tranche à l'action de l'acide chlorhydrique qui enlèvera les sels calcaires sans attaquer ni les vaisseaux ni les nerfs. Après la dissolution de ces sels, le réseau vasculaire est à nu ; mais sur les capillaires qui forment ce réseau, on n'aperçoit jamais aucune trace de tube nerveux.

Quant aux nerfs qui se répandent dans le tissu spongieux, ils sont réels pour quelques os, les vertèbres par exemple, dans lesquelles on peut constater leur présence assez facilement. J'ai vu aussi des filets nerveux pénétrer dans le frontal et l'os iliaque. Mais dans la plupart des os courts et dans les extrémités des os longs, si leur existence est probable, elle n'a pas encore été nettement démontrée.