

LE TISSU OSSEUX

I - HISTOLOGIE ET STRUCTURE

1 - GENERALITES.

Le tissu osseux constitue la partie porteuse des muscles. Il assure avec le muscle les différents mouvements. Il est l'un des tissus les plus résistants de l'organisme, capable de supporter des contraintes mécaniques, donnant à l'os son rôle de soutien du corps et de protection du système nerveux central (boîte crânienne et vertèbres). C'est aussi un tissu dynamique, constamment remodelé sous l'effet des pressions mécaniques, entraînant la libération ou le stockage de sels minéraux, et assurant ainsi dans une large mesure (conjointement avec l'intestin et les reins) le contrôle du métabolisme phosphocalcique. Le tissu osseux renferme 99 % du calcium et 90 % du phosphate de l'organisme.

Les os renferment aussi dans leurs espaces médullaires, la moelle hématopoïétique à l'origine des trois lignées sanguines.

Le tissu osseux est en perpétuel remaniement, car il est soumis à des phénomènes de synthèse et de résorption. Sa matrice extracellulaire est de consistance solide et rigide, elle est imprégnée de sels de calcium.

Sur le plan anatomique, on distingue plusieurs variétés de pièces osseuses, l'os long (tibia, fémur), l'os court (phalanges, tarsi), l'os plat (os de la voûte du crâne, omoplate), l'os sésamoïdes : petits os ronds enfouis dans des tendons ou des capsules et l'os irréguliers (ex: vertèbres.)

L'os long, avant la fin de la croissance, comporte trois régions anatomiques : une partie moyenne ou diaphyse, des extrémités renflées ou épiphyses et des zones de jonction diaphyso-épiphysaires ou métaphyses. A l'observation microscopique, la diaphyse est un cylindre creux à paroi épaisse, faite de tissus conjonctifs (périoste et endoste) et de tissus osseux haversien, entourant une cavité médullaire contenant la moelle osseuse. Les épiphyses sont essentiellement constituées de tissu osseux haversien aréolaire, recouvert à sa périphérie par une fine couche de cartilage hyalin articulaire. Les métaphyses sont des zones faites de cartilage hyalin de conjugaison.

Les os courts sont de structure très voisine de celle des épiphyses des os longs. En périphérie, une mince corticale de périoste associée à du tissu osseux périostique à lamelles parallèles à la surface. Le tissu osseux périostique entoure un tissu osseux haversien aréolaire, situé au centre de la pièce osseuse.

Les os plats sont formés d'une table interne (tissu osseux périostique) et d'une table externe (tissu osseux périostique) recouvertes de périoste. Au centre de la pièce osseuse se localise un diploé fait de tissu osseux haversien aréolaire.

2 - HISTOLOGIE DU TISSU OSSEUX.

Le tissu osseux est formé de cellules et d'une matrice extra cellulaire calcifiée faite de fibres de collagène et d'une substance fondamentale.

2.1 - LES CELLULES DU TISSU OSSEUX.

Il existe deux lignées de cellules osseuses : les cellules ostéoformatrices (ostéoblastes, cellules bordantes et ostéocytes) et les cellules ostéorésorbantes (ostéoclastes).

Les ostéoblastes, les cellules bordantes et les ostéoclastes se trouvent à la surface des plages de tissu osseux, alors que les ostéocytes sont situés à l'intérieur de la matrice osseuse.

2.1.1 - LES OSTEOBLASTES.

Les ostéoblastes dérivent des cellules mésenchymateuses ou des cellules bordantes. C'est une cellule jeune, de forme ovoïde et allongée. Les ostéoblastes forment un tapis de cellules jointives et communiquent entre eux grâce à des jonctions gap. Leur cytoplasme, fortement basophile, présente un réticulum endoplasmique granulaire très développé. Les ostéoblastes élaborent les précurseurs protéiques de la matrice extra cellulaire, appelée aussi substance préosseuse qu'ils déposent autour d'eux sous la forme de lamelles. Dès que la substance préosseuse atteint sa maturité, elle se calcifie. Durant la calcification, l'ostéoblaste élabore le phosphate-tricalcique ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), qu'il expulse par exocytose dans la matrice préosseuse sous la forme de cristaux d'hydroxyapatite. Ces derniers se déposent au niveau des bandes claires des fibres de collagène.

Les ostéoblastes produisent et déposent continuellement une nouvelle matrice osseuse, par-dessus celle qui est déjà présente. Par la suite, ils s'emmurent eux-mêmes.

2.1.2 - LES CELLULES BORDANTES.

Ce sont des ostéoblastes au repos, susceptibles, s'ils sont sollicités, de devenir des ostéoblastes actifs. L'ostéoblaste peut redevenir par la suite une cellule bordante (cellules métaboliquement inactives) pour les besoins tissulaires. Elles revêtent les surfaces osseuses qui, à un moment donné, ne sont soumises ni à formation ni à résorption osseuse. Elles empêchent l'attaque de l'os par l'ostéoclaste en constituant une couche de protection.

Ce sont des cellules aplaties et allongées, possédant peu d'organites, reliées entre elles et avec les ostéocytes voisins par des jonctions communicantes.

2.1.3 - LES OSTEOCYTES.

Les ostéocytes sont des cellules incapables de se diviser. Ce sont des ostéoblastes emmurés dans la matrice osseuse minéralisée.

Chaque ostéocyte est situé dans une logette ovale ou ostéoplastes d'où partent des canalicules anastomosés contenant des prolongements cytoplasmiques, fins, nombreux et plus ou moins longs. Leur corps cellulaire fusiforme, de plus petite taille que celui des ostéoblastes, possèdent moins d'organites. Les ostéocytes sont reliés à leurs congénères et aux cellules de la surface de la travée osseuse grâce à des canalicules. Ces canalicules reliés forment un réseau dans lequel circulent les éléments trophiques. Ce système de cavités et de canalicules garantit la nutrition et la communication avec le périoste et l'endoste.

Il est reconnu que bien que l'ostéocyte ait un niveau d'activité métabolique bien inférieur à celui de l'ostéoblaste, il est capable d'élaborer la substance préosseuse qui se minéralise secondairement.

2.1.4 - LES OSTEOCLASTES.

Le tissu osseux formé à partir des ostéoblastes et des ostéocytes est constamment renouvelé par résorption à partir des ostéoclastes. Ces derniers détruisent le tissu osseux ancien lequel sera très vite remplacé par l'activité des cellules ostéoformatrices. Les ostéoclastes sont des cellules géantes multinuclées (100µm), dérivant de la lignée

hématopoïétique monocyttaire. Elles sont hautement mobiles et se déplacent à la surface des travées osseuses creusant des cylindres appelées "lacunes de Howship".

Le pôle basal de la cellule en contact avec l'os, présente une membrane plasmique en bordure en brosse dont la surface permet d'augmenter la surface d'échange.

Le cytoplasme est riche en lysosomes et en hydrolases capables de résorber la matrice osseuse minéralisée. Ce processus est appelé ostéoclasie. Les ostéoclastes libèrent des citrates, des lactates et des hydrolases dans la matrice osseuse. Les hydrolases dépolymérisent les fibres de collagène dont les produits issus de cette ostéoclasie, sont phagocytés grâce à la bordure en brosse puis digérés par les lysosomes.

2.2 - LA MATRICE EXTRACELLULAIRE.

La matrice extra cellulaire se caractérise par des fibres de collagène de type I et par une substance fondamentale de consistance solide et rigide.

La substance fondamentale regroupe une fraction organique et une fraction minérale.

La fraction organique est composée de :

- ostéopontine permettant l'adhésion des ostéoclastes à la matrice osseuse.
- ostéonectine intervenant dans la minéralisation par son affinité pour les molécules de tropocollagène et le calcium,
- ostéocalcine, dont la fonction serait d'inhiber la formation osseuse,
- facteurs de croissance assurant un rôle fondamental dans la régulation du remodelage et la minéralisation du tissu osseux.
- glycosaminoglycanes sulfatés tels que l'héparane, la kératane et la chondroïtine sulfate qui sont impliqués dans l'agencement des molécules de tropocollagène.

La fraction minérale du tissu osseux renferme essentiellement de cristaux d'hydroxyapatites, (phosphate-tricalcique cristallisé) conférant à l'os sa rigidité. Elle présente aussi une très faible quantité d'eau.

3 - VARIETES TISSULAIRES DES PIECES OSSEUSES.

Une pièce osseuse est formée par trois types de tissus ; le tissu conjonctif, le tissu cartilagineux et le tissu osseux.

Il y'a trois types de tissus conjonctifs proprement dits ; le périoste, l'endoste et les moelles osseuses.

Il y'a deux types de cartilage ; le cartilage articulaire et le cartilage de conjugaison (voir cours du cartilage).

Il y'a deux types de tissus osseux ; le tissu osseux réticulaire (non lamellaire) et le tissu osseux lamellaire.

3.1 - LE PERIOSTE

Le périoste est une lame de tissu conjonctif proprement dit périphérique qui recouvre toutes les pièces osseuses sauf les surfaces articulaires. Le périoste est constitué de deux couches. Une couche externe tendineuse (fibreuse) vascularisée riche en fibres de collagène et en vaisseaux sanguins et d'une couche interne ostéogène d'Ollier. Dans la couche interne on note la présence de cellules mésenchymateuses, d'ostéoblastes et de faisceaux de fibres de collagène arciformes, appelées fibres de Sharpey. Les ostéoblastes dérivent des cellules mésenchymateuses. Le périoste assure un rôle de nutrition et un rôle fondamental dans la croissance appositionnelle des os par l'apposition des plaques de tissu osseux périostique.

3.2 - L'ENDOSTE.

Le périoste et l'endoste sont de structure identique. L'endoste est une très fine membrane de tissu conjonctif proprement dit qui borde la cavité médullaire des os longs. Il est moins épais que le périoste et possède une activité ostéogène réduite. L'endoste assure les mêmes rôles que le périoste, notamment l'élaboration du système fondamental interne.

3.3 - LES MOELLES OSSEUSES.

Les moelles osseuses sont des tissus d'origine mésenchymateuses occupant soit les aréoles de l'os spongieux, soit la cavité médullaire de la diaphyse des os longs.

La structure des moelles varie en fonction de leur localisation et de l'âge du sujet, ainsi on distingue quatre variétés de moelles osseuses :

La moelle osseuse rouge hématogène (M.O.R.H) observée au niveau de tous les os. Elle comprend un tissu conjonctif proprement dit réticulé qui réalise une charpente entre la matrice osseuse et la paroi des vaisseaux sanguins. Dans les mailles du tissu réticulaire sont disposées les cellules souches des diverses lignées sanguines et des cellules représentant tout les stades de l'évolution de ces lignées. Elle est le siège de l'hématopoïèse.

La moelle osseuse rouge ostéogène (M.O.R.O) qui apparaît dans les foyers d'ossification au cours de l'ostéogénèse, de la croissance ou de la réparation osseuse. Elle est constituée de tissu conjonctif proprement dit réticulaire dont les éléments cellulaires se multiplient et se différencient en ostéoblastes.

La moelle osseuse jaune qui est très riche en adipocytes. Elle résulte de la transformation graisseuse des moelles rouges. Tout au long de la croissance de l'individu la moelle rouge s'enrichit en adipocytes. Cette transformation graisseuse est réversible notamment au cours de la réparation des fractures et de certaines maladies du sang.

La moelle osseuse grise apparaît chez les personnes âgées. La moelle osseuse jaune subit une dégénérescence fibreuse non réversible et se transforme en une moelle grise constituée par un tissu conjonctif proprement dit fibreux. Chez le vieillard, les adipocyte perdent leurs vacuoles graisseuses.

3.4 - TISSU OSSEUX RETICULAIRE (NON LAMELLAIRE)

Le tissu osseux réticulaire (non lamellaire) est formé d'un tissu osseux fibreux non lamellaire. C'est le premier tissu osseux formé au départ du développement embryonnaire au cours de la croissance. C'est un tissu osseux primaire, faiblement minéralisé formé par une trame collagénique sans orientation. Ce tissu présente un aspect tissé en microscopie optique en lumière polarisée. C'est un os mécaniquement fragile.

Chez le fœtus il constitue les ébauches osseuses. Chez l'adulte on le trouve au niveau des osselets de l'oreille moyenne et des cals de fractures. Par ailleurs au niveau des autres pièces osseuses il est remplacé par le tissu osseux lamellaire ou secondaire.

3.5 - TISSU OSSEUX LAMELLAIRE

Le tissu osseux lamellaire, formé à partir du tissu osseux réticulaire (primaire). Les fibres de collagène sont parallèles entre elles, ce qui donne un aspect lamellaire du tissu. C'est un tissu mécaniquement solide représenté par le tissu osseux périostique, le tissu osseux haversien dense et le tissu osseux haversien aréolaire.

3.5.1 - TISSU OSSEUX PERIOSTIQUE.

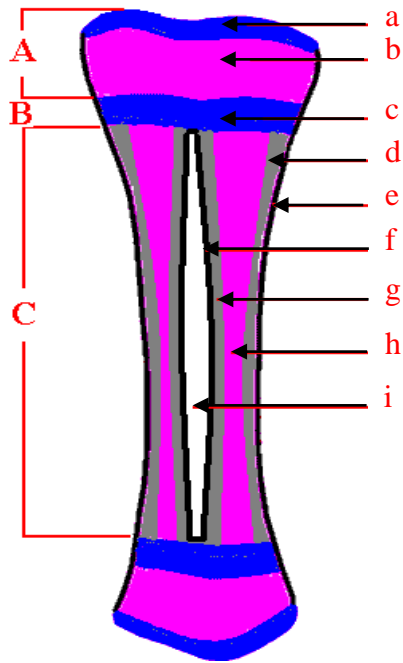
Le tissu osseux périostique se situe à la périphérie des pièces osseuses en dehors des surfaces articulaires et autour de la cavité médullaire de l'os long. Il est constitué par des lamelles concentriques qui réalisent autour de l'os long les systèmes fondamentaux externe et interne, dont l'origine est le périoste et l'endoste. Au niveau de l'os plat, le tissu osseux périostique, constitue les tables externe et interne. Au niveau de l'os court il demeure le tissu osseux périostique.

3.5.2 - TISSU OSSEUX HAVERSIEN DENSE.

Le tissu osseux haversien dense est spécifique à la diaphyse. Il est situé entre les systèmes fondamentaux externe et interne. C'est un tissu constitué par un ensemble de système de havers (ou ostéones) ayant chacun 8 à 15 lamelles concentriques. Les systèmes de havers sont des structures cylindriques, parallèles entre elles et occupant l'axe longitudinal de la diaphyse. Au centre du système de havers circulent des capillaires et des nerfs. Les ostéocytes sont reliés entre eux grâce à des canalicules. Dans la diaphyse il existe des systèmes intermédiaires qui sont des systèmes de havers non entièrement résorbés. Il existe aussi des canaux perpendiculaires aux systèmes de havers appelés canaux de wolkman. Ces derniers sont de même diamètre que les systèmes de havers. Les canaux de wolkman sont parcourus par des vaisseaux sanguins ; ils font communiquer le périoste et la cavité médullaire.

3.5.3 - TISSU OSSEUX HAVERSIEN ARÉOLAIRE.

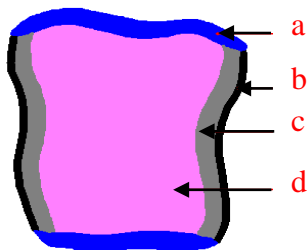
Le tissu osseux haversien aréolaire est localisé au niveau des épiphyses, des os courts et des os plats. C'est un tissu formé par un ensemble de lames osseuses, multidirectionnelles, à l'intérieur desquelles les systèmes de havers sont parallèles entre eux. Les lames osseuses sont anastomosées et déterminent des aréoles contenant de la moelle osseuse.



Structure d'un os long en cours de croissance.

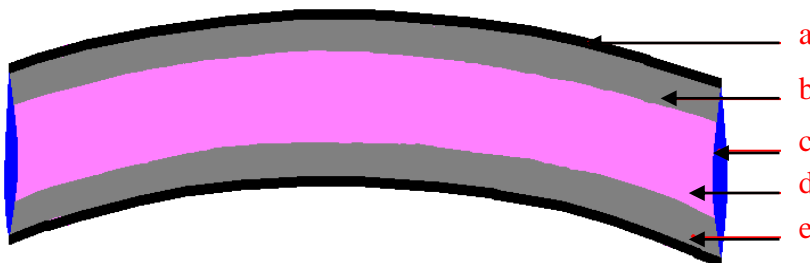
A - épiphyse, B - métaphyse, C- diaphyse,

a - cartilage hyalin artulaire, b - tissu osseux haversien aréolaire, c - cartilage hyalin de conjugaison, d - S F E, e - périoste, f - endoste, g - S F I, h - tissu osseux haversien dense, i - cavité médullaire.



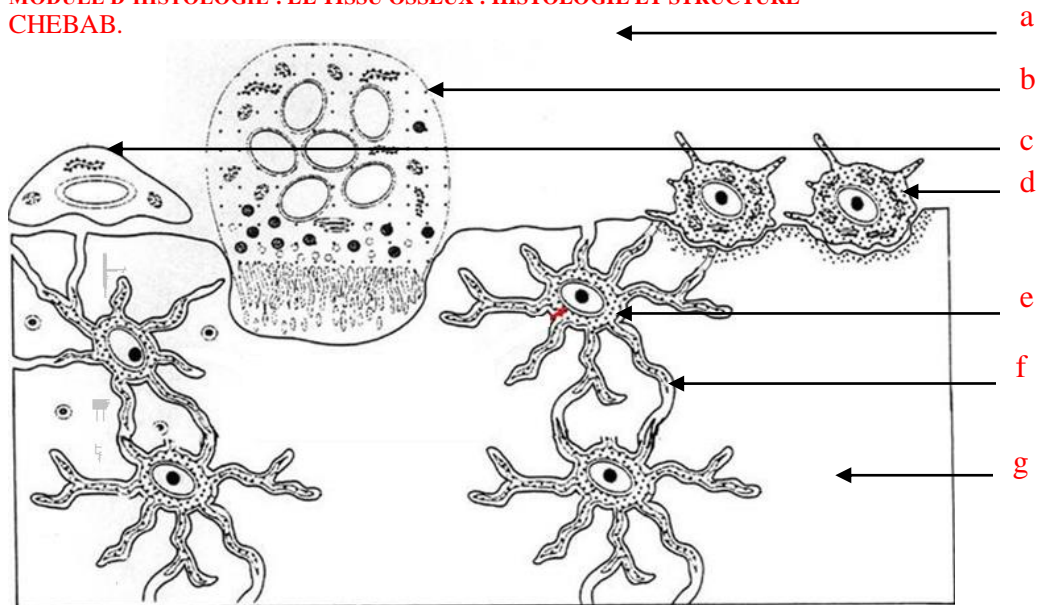
Structure d'un os court.

a - cartilage hyalin artulaire, b - périoste ; c - tissu osseux périostique ; d - tissu osseux haversien aréolaire.



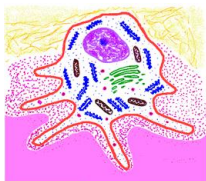
Structure d'un os plat de la voute du crâne.

a - périoste, b - table externe, c - cartilage hyalin artulaire, d - diploé, e - table interne.



Les cellules du tissu osseux.

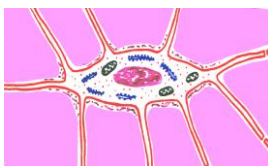
a – T C P D. b - ostéoclaste. c - cellule bordante. d - ostéoblaste. e - ostéocyte. f - canalicule.
g - matrice osseuse.



Ultrastructure de l'ostéoblaste.



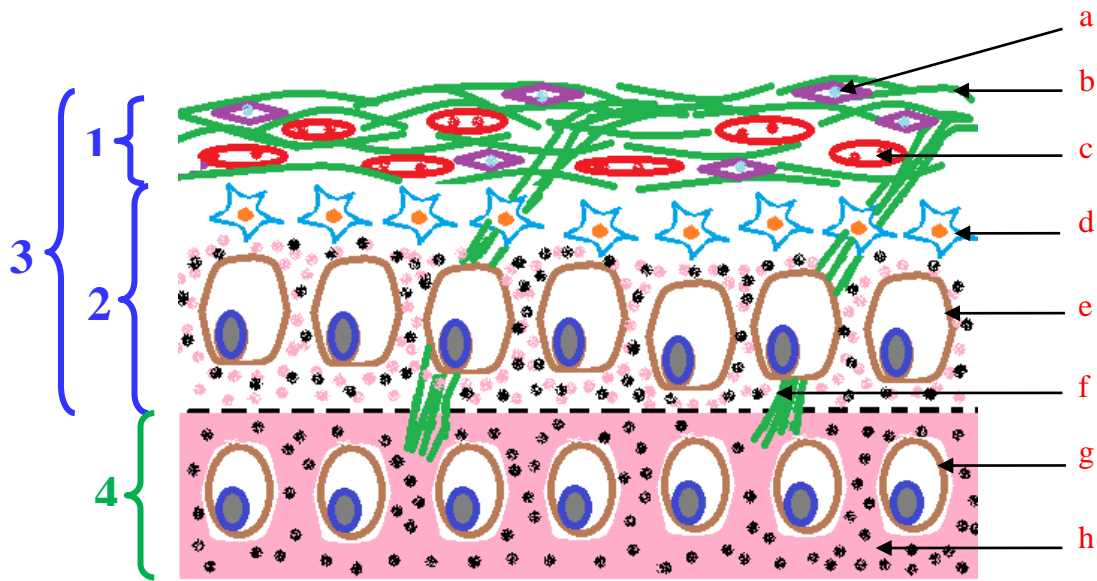
Ultrastructure de la cellule bordante.



Ultrastructure de l'ostéocyte.



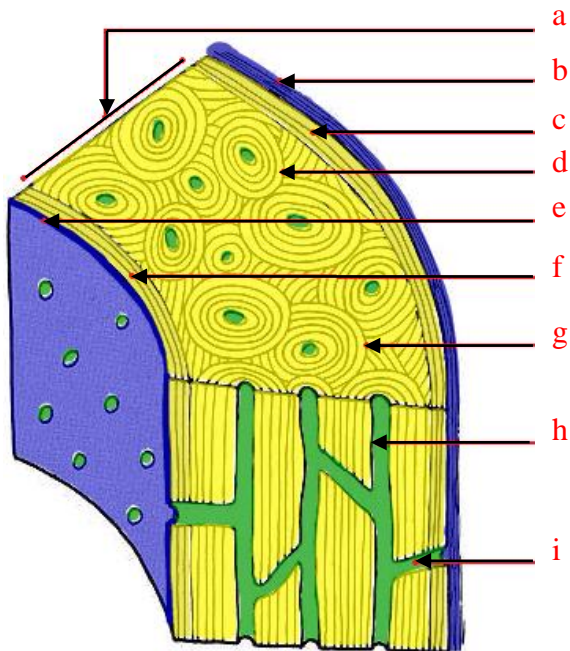
Ultrastructure de l'ostéoclaste.



Structure du périoste.

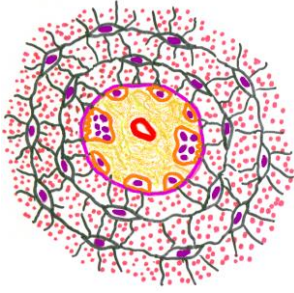
1 - couche externe tendiniforme vascularisée, 2 - couche interne ostéogène d'Ollier,
 3 - périoste, 4 - tissu osseux périostique.

a - fibroblaste, b - fibre collagène, c - vaisseau sanguin, d - cellule mésenchymateuse,
 e - ostéoblaste, f - fibre de charpey, g - ostéocyte, h - matrice osseuse.

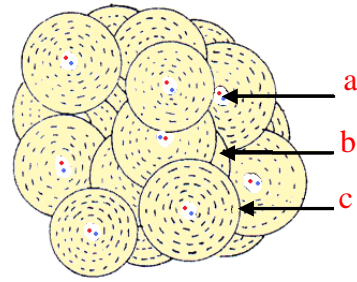


Bloc diagramme de la diaphyse d'un os long.

a - tissu osseux haversien dense, b - périoste, c - S F E, d - système de havers, e - endoste,
 f - S F I, g - système intermédiaire, h - canal de havers, i - canal de walkman.

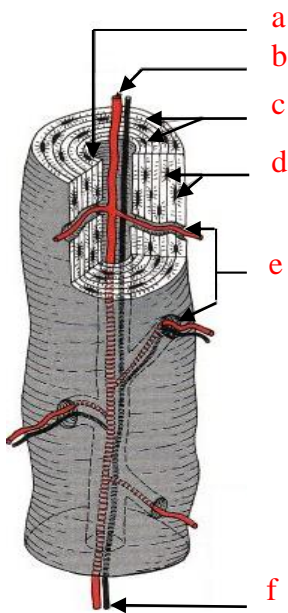


Coupe transversale d'un système de havers.



Coupe transversale au niveau du tissu osseux haversien dense.

a - canal de havers, b - système intermédiaire, c - système de havers.

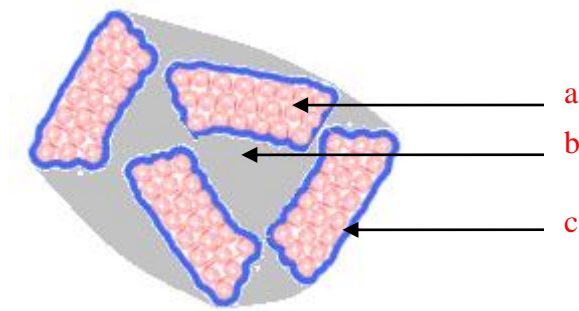


Structure d'un système de havers.

a - canal de havers, b - vaisseau sanguin, c - lamelles osseuses, d - ostéocyte, e - canaux de wolkman, f - nerfs.

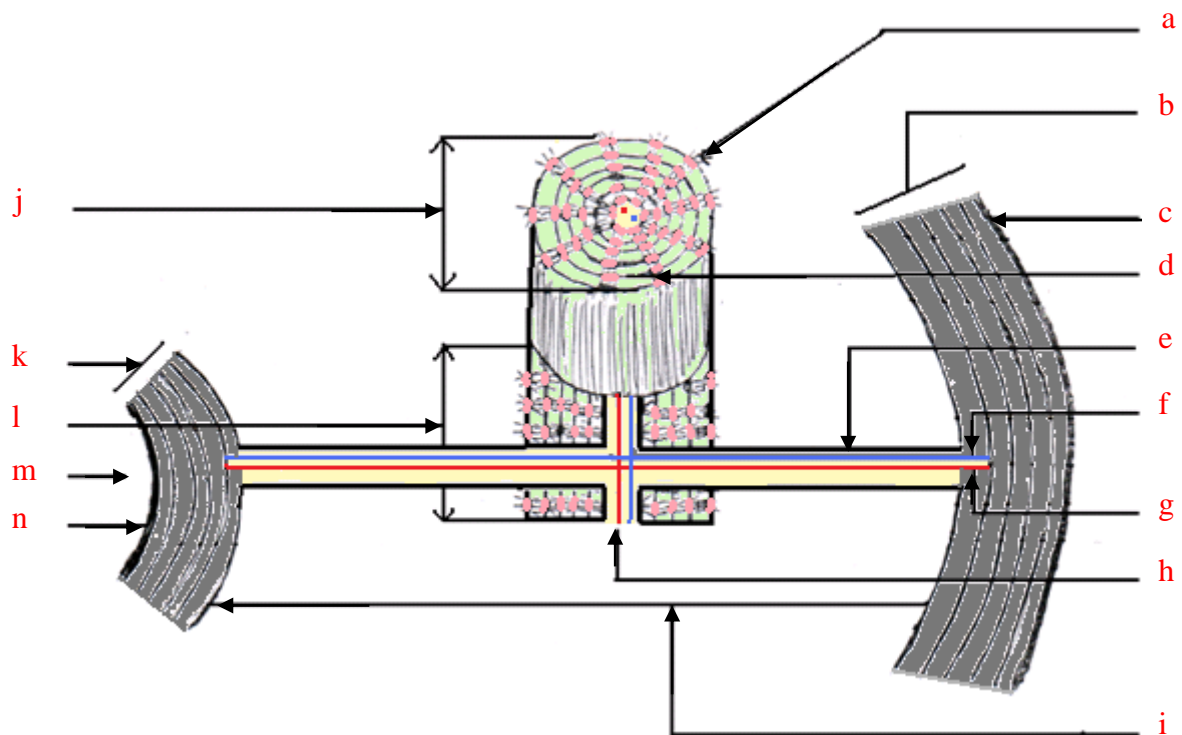


Coupe longitudinale au niveau de l'épiphyse.



Tissu osseux haversien aréolaire au niveau de l'épiphyse.

a - systèmes de havers, b - aréole (moelle osseuse), c - lame osseuse.



Coupe transversale au niveau de la diaphyse.

a - ostéocyte, b - S F E, c - périoste, d - lamelles osseuses, e - canal de walkman, f - nerfs, g - capillaire sanguin, h - canal de havers, i - tissu osseux haversien dense, j - système de havers en coupe transversale, k - SF I, l - système de havers en coupe longitudinale, m - cavité médullaire, n - endoste.

LE TISSU OSSEUX

II - OSSIFICATION

4 - OSSIFICATION ET REMANIEMENT DU TISSU OSSEUX

L'ossification est un processus, de construction, de destruction, de croissance et de remaniement du tissu osseux. Elle se déroule en deux étapes successives ;

L'ossification primaire : elle se traduit par la formation d'un tissu osseux primaire. Elle peut être endoconjonctive et endochondrale.

L'ossification endoconjonctive assure la formation d'un manchon d'os périostique à partir du périoste.

L'ossification endochondrale permet la formation d'un tissu osseux endochondral (enchondral) à partir du cartilage hyalin immature.

A la fin de l'ossification primaire le tissu osseux primaire obtenu est immature, fibreux, non lamellaire cependant temporaire.

L'ossification secondaire : elle se déroule juste après l'ossification primaire et dépend du tissu osseux primaire formé. C'est une ossification endo-osseuse. Elle assure le remplacement de tissu osseux primaire (manchon d'os périostique) par un tissu osseux secondaire lamellaire et définitif.

Remarque : Les phénomènes d'ossification primaire et secondaire se distinguent par leur processus fondamental répété caractérisé par :

- la différenciation des cellules mésenchymateuses en ostéoblastes,
- la synthèse de la substance préosseuse,
- la calcification de la substance préosseuse, qui devient osseuse,
- la transformation des ostéoblastes en ostéocytes,
- l'ostéoclasie de la substance osseuse.

4.1 - OSSIFICATION D'UN OS LONG

4.1.1- OSSIFICATION PRIMAIRE

L'ossification primaire d'un os long débute au niveau de la diaphyse chez l'embryon et se poursuit au niveau des épiphyses juste après la naissance. Elle démarre par une ossification endoconjonctive et se termine par une ossification endochondrale (ossification enchondrale)

4.1.1.1 - OSSIFICATION ENDOCONJONCTIVE

Le modèle cartilagineux, sous la forme de maquette de cartilage hyalin immature est entouré par le périchondre. Ce dernier se transforme en périoste lequel élabore le manchon d'os périostique autour du cartilage hyalin. L'apparition du périoste se fait de proche en proche et évolue en direction des épiphyses sans les atteindre. Au fur et à mesure de sa formation, le manchon d'os périostique entoure le cartilage hyalin et le prive d'éléments nutritifs.

Parallèlement, des ostéoclastes creusent des canaux dans le manchon d'os périostique et des chondroclastes creusent une cavité, au centre de la diaphyse, dans le cartilage hyalin. Par la suite des bourgeons conjonctivo-vasculaires (B.C.V), au départ du périoste, pénètrent

le long des canaux creusés dans le manchon d'os périostique et s'installent dans la cavité au centre de la diaphyse. Au contact des B.C.V, les chondrocytes se nourrissent activement et s'hypertrophient. L'hypertrophie des chondrocytes est suivie d'une calcification de la matrice cartilagineuse puis d'une atrophie des chondrocytes qui finissent par mourir laissant de multiples cavités vides. Les chondroclastes digèrent ensuite le plancher de chaque cavité créant ainsi des couloirs (qui longent l'axe longitudinal de la diaphyse) dans lesquels s'engagent les B.C.V.

Par la suite du tissu osseux fibreux, non lamellaire est formé sur les travées de cartilage calcifié selon le processus fondamental de l'ossification. Cette substance osseuse finira par être résorbée.

L'ossification endoconjonctive se poursuit jusqu'à atteindre les jonctions diaphyso-épiphysaires supérieure et inférieure; zone où vont se former les cartilages de conjugaison.

A la fin de l'ossification endoconjonctive, il se forme le centre d'ossification primaire représenté par la cavité médullaire primaire et les B.C.V (arbre vasculaire).

4.1.1.2 - OSSIFICATION ENDOCHONDRALE (ENCHONDRALE)

Elle a lieu au niveau des jonctions diaphyso-épiphysaires. Les chondrocytes proches des B.C.V reçoivent directement les éléments nutritifs. Ce phénomène trophique favorise la formation de groupes isogéniques axiaux (cartilage sérié) et l'hypertrophie chondrocytaire (cartilage hypertrophié). Par la suite la matrice cartilagineuse se calcifie (cartilage hypertrophié calcifié) ce qui provoque l'atrophie des chondrocytes (cartilage atrophié calcifié) et leur mort. Il apparaît ainsi des cavités vides dont le plancher est résorbé par ostéoclasie selon une ligne d'érosion. Ce phénomène dégage des couloirs dont les parois sont des travées directrices cartilagineuses. Le long de ces couloirs pénètrent les B.C.V. Cette ossification se poursuit par l'élaboration du tissu osseux enchondral (non lamellaire) qui est déposé sur les travées de cartilage calcifié (selon le processus fondamental de l'ossification.)

Ce tissu osseux est rapidement résorbé par ostéoclasie comme indiqué dans le processus fondamental de l'ossification.

Parallèlement à l'apparition et la disparition du tissu osseux enchondral le modèle s'allonge et le périoste continue d'apposer de la matière osseuse autour de la diaphyse afin d'épaissir le manchon d'os périostique. A la naissance les épiphyses sont encore cartilagineuses. A ce moment un centre d'ossification secondaire s'installe au niveau de l'épiphyse supérieure et deux ans après la naissance, il apparaît au niveau de l'épiphyse inférieure. L'ossification primaire, au niveau des épiphyses se déroule de la même manière qu'au niveau de la diaphyse cependant les B.C.V sont orientés de façon radiaire.

A la fin de l'ossification primaire le modèle s'allonge et la cavité médullaire s'agrandi.

4.1.2 - OSSIFICATION SECONDAIRE

L'ossification secondaire est le remplacement du tissu osseux primaire (manchon d'os périostique) par un tissu osseux secondaire.

Pendant que le manchon d'os périostique (tissu osseux primaire) se résorbe, le périoste élabore des lamelles concentriques de tissu osseux secondaire temporaire. Par la suite des ostéoclastes, venant de la cavité médullaire et du périoste, creusent des lacunes de Howship au sein du tissu osseux secondaire temporaire perpendiculairement l'axe longitudinal de la diaphyse. Ce sont les futurs canaux de Volkmann. Par la suite les ostéoclastes changent de direction et creusent des lacunes de Howship parallèlement à l'axe longitudinal de la diaphyse. Ces lacunes sont les moules des futurs systèmes de Havers. Ainsi se met en place le

tissu osseux haversien dense. En même temps le périoste et l'endoste continuent d'apposer successivement à la périphérie et au centre de la diaphyse, les systèmes fondamentaux externe et interne.

Au niveau des épiphyses les travées d'os enchondral, sont détruites par ostéoclasie et sont remplacées par du tissu osseux haversien aréolaire.

Le processus de construction et de résorption ne s'arrête pas après l'apparition de l'os secondaire. Ce processus déjà entamé pendant l'ossification primaire se continue au sein de l'os secondaire et durant toute la vie d'un individu.

4.2 - OSSIFICATION DES OS PLATS

Elle a lieu au dépend d'un tissu conjonctif proprement dit, c'est une ossification endoconjonctive. Elle permet la formation des os plats tels que ceux de la voûte du crâne.

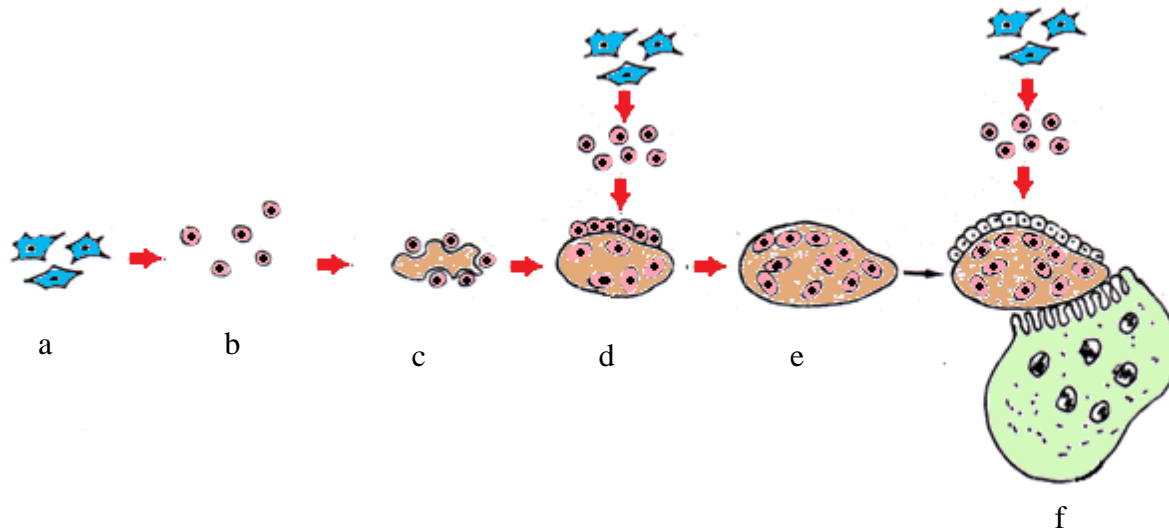
4.3 - OSSIFICATION DES OS COURTS

Pour les os véritablement courts, comme ceux du poignet, l'ossification se réalise selon un modèle semblable à celui des épiphyses des os longs. Elle démarre à partir d'un modèle cartilagineux.

Pour les os courts de type métacarpe, l'ossification a lieu de la même manière que celle des os longs. (Pour les extrémités des os court voir épiphyses, pour le corps de l'os court voir la diaphyse).

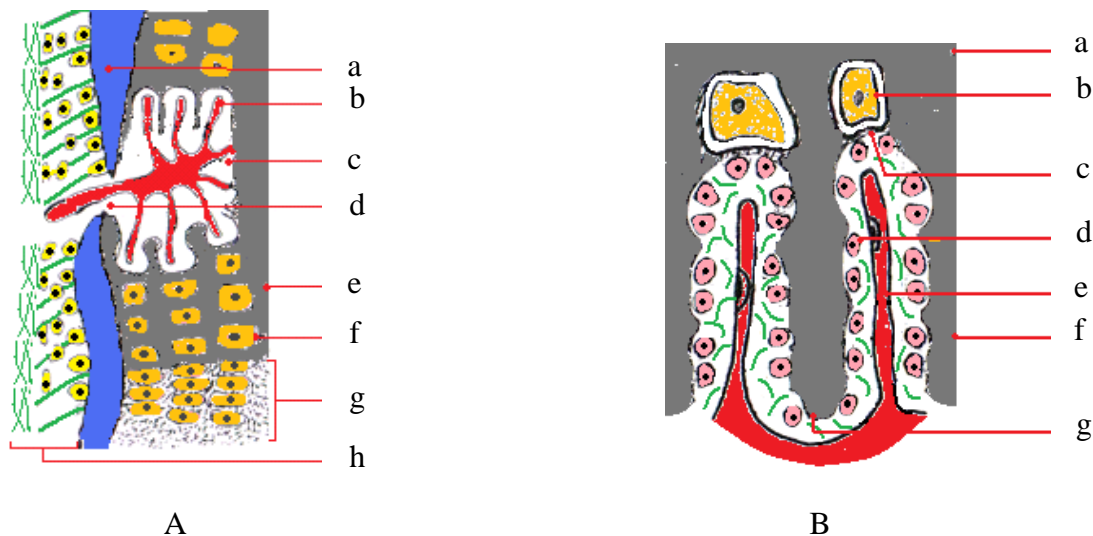
III - CROISSANCE DU TISSU OSSEUX

La croissance en longueur se fait grâce à l'activité des cartilages de conjugaison alors que la croissance en largeur, elle a lieu grâce à l'activité du périoste.



Processus fondamental de l'ossification.

a - cellules mésenchymateuses, b - ostéoblastes, c - matrice préosseuse, d - matrice préosseuse et matrice osseuse, e - matrice osseuse, f - ostéoclasie.

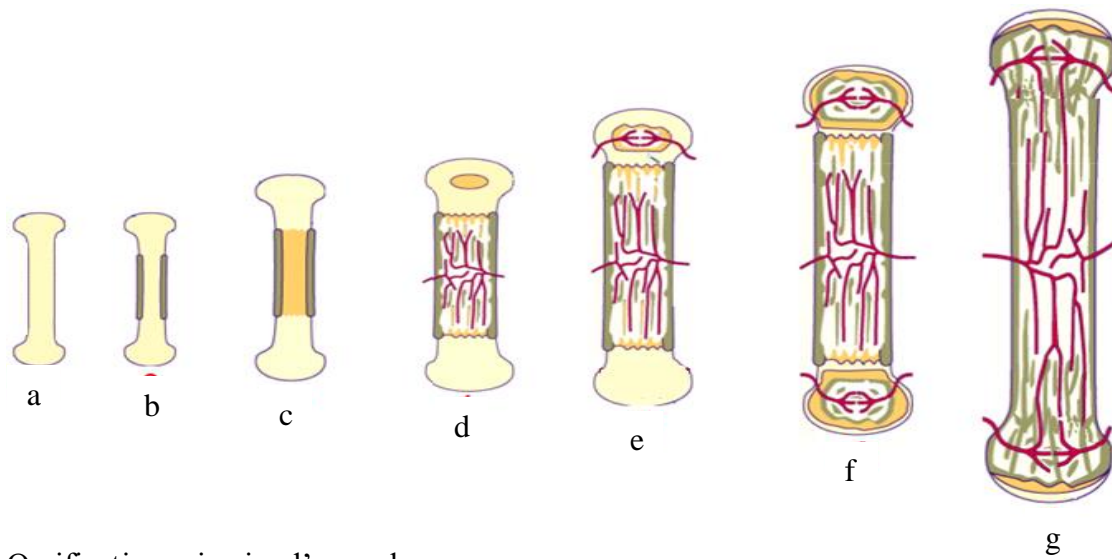


A - Démarrage de l'ossification primaire endoconjonctive.

a - manchon d'os périostique, b - B C V, c - centre d'ossification primaire, d - point de pénétration du B C V, e - cartilage hypertrophié calcifié, f - chondrocyte hypertrophié, g - cartilage hyalin, h - périoste.

B - Ossification primaire endoconjonctive et endochodrale.

a - cartilage hypertrophié calcifié, b - chondrocyte hypertrophié, c - ligne d'érosion, d - ostéoblaste, e - B C V, f - tissu osseux enchondral, g - travée directrice.

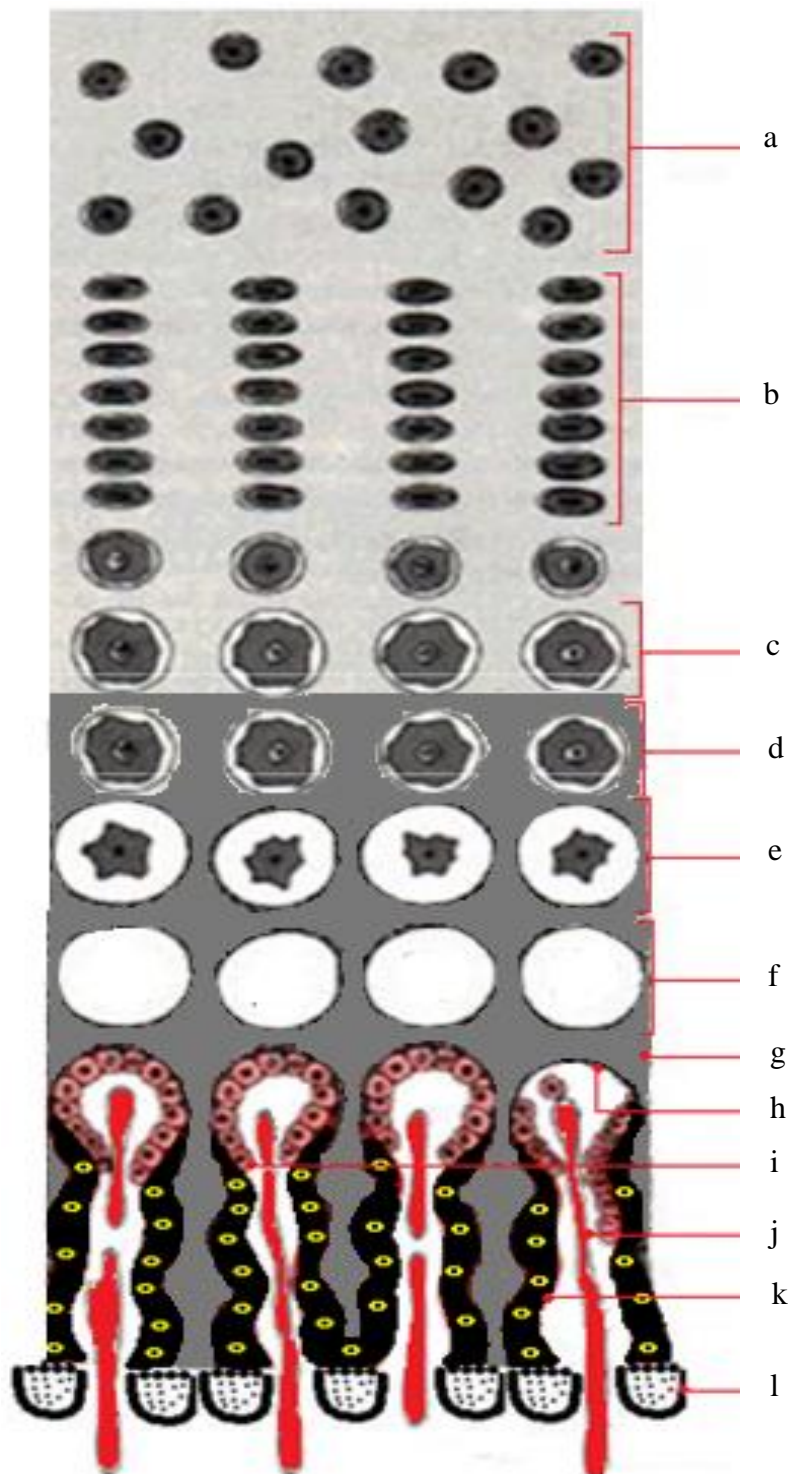


Ossification primaire d'un os long.

a - modèle cartilagineux, b - formation du périoste, c - manchon d'os périostique, d - centre d'ossification primaire, e - centre d'ossification secondaire de l'épiphyse supérieure, f - centre d'ossification secondaire de l'épiphyse inférieure, g - tissu osseux fibreux primaire non lamellaire.

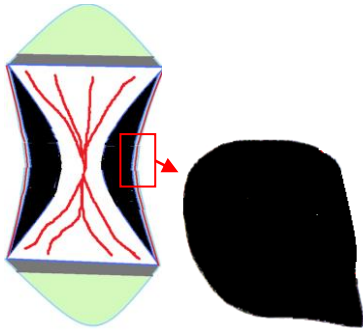


Ossification primaire de l'épiphyse.

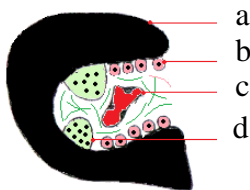


Mécanisme de l'ossification primaire endochondrale.

a - cartilage hyalin de conjugaison, b - cartilage sérié, c - cartilage hypertrophié, d - cartilage hypertrophié calcifié, e - cartilage atrophié calcifié, f - lacunes vides, g - matrice cartilagineuse calcifiée, h - ligne d'érosion, i - ostéoblaste, j - B C V, k - tissu osseux enchondral, l - ostéoclaste.

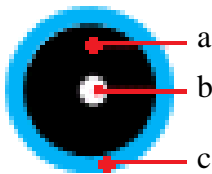


Structure du manchon d'os périostique (tissu osseux primaire).



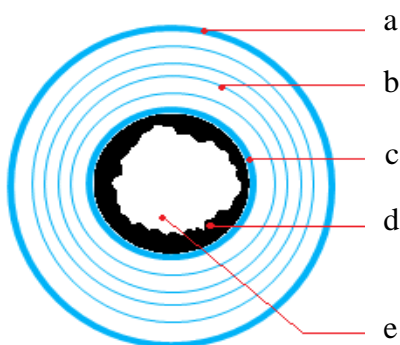
Structure d'une lacune de Howship.

a - manchon d'os périostique (tissu osseux primaire), b - ostéoblaste, c - capillaire sanguin, d - ostéoclaste.



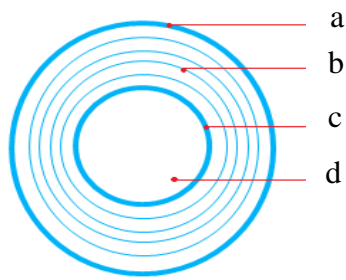
Coupe transversale de la diaphyse au début de l'ossification secondaire.

a - manchon d'os périostique (tissu osseux primaire), b - cavité médullaire, c - périoste



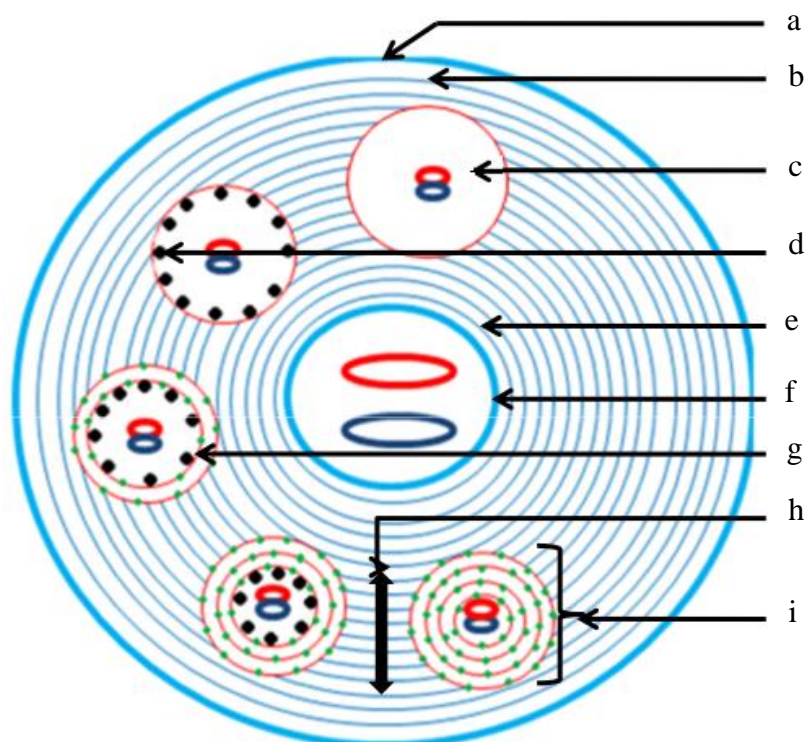
Coupe transversale de la diaphyse montrant la résorption du manchon d'os périostique (tissu osseux primaire) et l'élaboration du tissu osseux secondaire temporaire.

a - périoste, b - tissu osseux secondaire temporaire, c - endoste, d - manchon d'os périostique (tissu osseux primaire), e - cavité médullaire.



Coupe transversale de la diaphyse montrant l'élaboration du tissu osseux secondaire temporaire.

a - périoste, b - tissu osseux secondaire temporaire, c - endoste, d - cavité médullaire.



Formation du tissu osseux haversien dense et des systèmes fondamentaux de la diaphyse.

a - périoste ; b - système fondamental externe, c - lacune de Howship (B C V), d - ostéoblaste, e - système fondamental interne, f - endoste, g - lamelle osseuse ; h - tissu osseux haversien dense ; i - système de havers.