

LES TISSUS OSSEUX

I. GENERALITES :

- ✓ Le tissu osseux est une forme spécialisée du tissu conjonctif.
- ✓ Il constitue la charpente du corps (forme les pièces osseuses).
- ✓ Il est constitué par : des cellules, des fibres et une substance fondamentale imprégnée par un complexe protéino-calcaire.
- ✓ Malgré son apparence pierreuse, le tissu osseux est parfaitement vivant et en perpétuel remaniement.

II. ORIGINE EMBRYOLOGIQUE :

Le tissu osseux dérive du mésoblaste intra embryonnaire.

Le tissu osseux peut avoir deux origines suivant qu'il apparait après une ébauche cartilagineuse ou non, donc on distingue :

- Avec ébauche cartilagineuse: ossification endochondrale.
- Sans ébauche cartilagineuse : ossification membranaire.

III. CLASSIFICATION DES TISSUS OSSEUX :

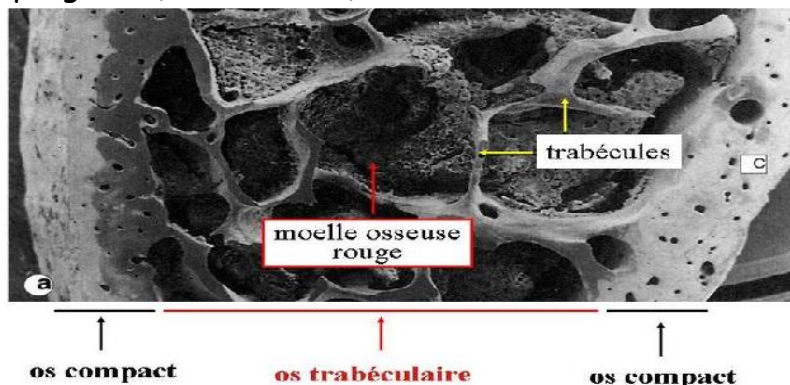
A - Classification histologique :

Les tissus osseux se classent en :

- Tissu osseux primaire : c'est le premier tissu qui se forme. Il est de type fibreux.
- Tissu osseux lamellaire qui se divise en :
 - Tissu osseux haversien compact.
 - Tissu osseux haversien aréolaire.
 - Tissu osseux périostique.

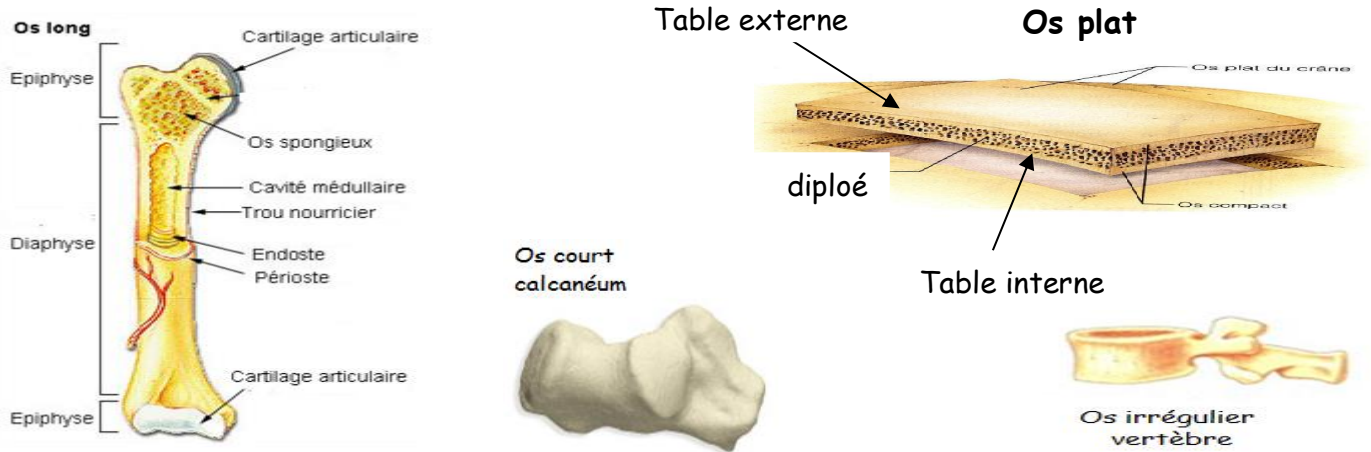
B - Classification anatomique :

- L'os compact est formé de tissu osseux haversien compact et de tissu osseux périostique.
- L'os spongieux (trabéculaire): formé de tissu osseux haversien aréolaire.



Les tissus osseux s'associent de manière à constituer les os qui se classent en :

- Les os longs : le fémur, le radius, le cubitus.
- Les os plats : l'omoplate, le pariétal, le frontal.
- Les os courts : les os du carpe, rotule, calcanéum.
- Les os irréguliers : les vertèbres.



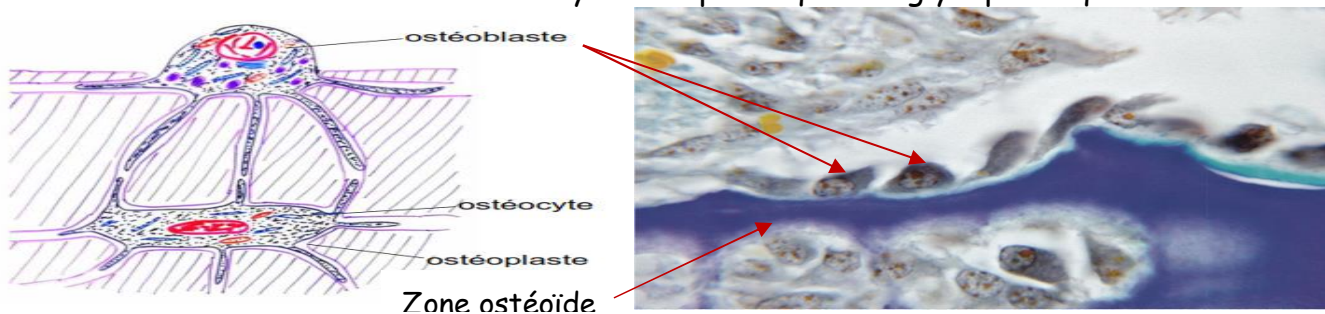
IV. STRUCTURE DU TISSU OSSEUX :

Le tissu osseux est fait de cellules et d'une matrice organique calcifiée :

A. LES CELLULES DU TISSU OSSEUX :

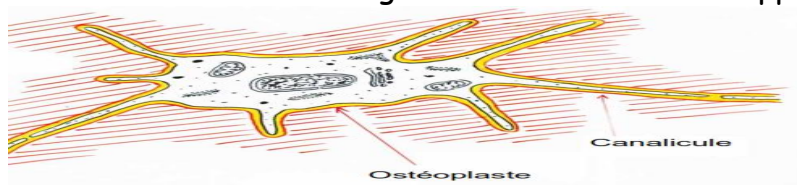
1. LES OSTEOBLASTES :

- ✓ Ils synthétisent la matrice osseuse et participent à sa minéralisation.
- ✓ Ils sont situés en surface du tissu osseux en croissance.
- ✓ Ils forment un tapis de cellules jointives (disposition pseudo-épithéliale).
- ✓ Ce sont des cellules polyédriques ou prismatiques, avec de nombreuses et longues expansions cytoplasmiques, ces cellules sont riches en organites intra cytoplasmiques témoins de l'importance des activités de synthèse protéiques et glycoprotéiques.



2. LES OSTEOCYTES :

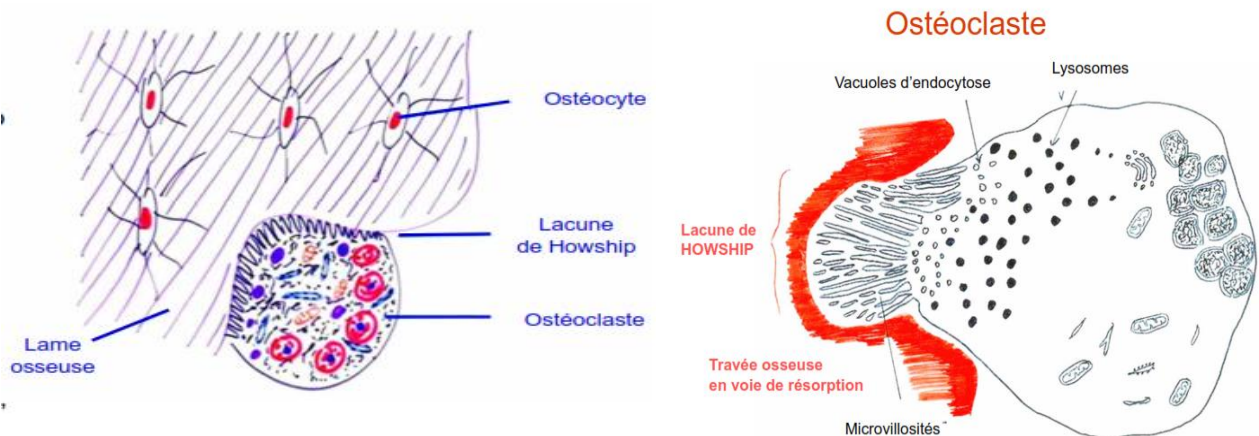
- ✓ Cellules principales du tissu osseux, qui dérivent des ostéoblastes.
- ✓ Ils sont entièrement entourés de la substance fondamentale qui délimite des lacunes : ostéoplastes.
- ✓ Ils assurent le renouvellement de la matrice et jouent un rôle dans les échanges calciques.
- ✓ Ce sont des cellules fusiformes qui donnent naissance à de nombreux et fins prolongements + / - allongés qui cheminent dans le système canaliculaire. Les organites sont moins développés.



3. LES OSTEOCLASTES :

- ✓ Ce sont des cellules osseuses multinuclées (macrophages), hautement mobiles qui jouent un rôle essentiel dans la résorption du tissu osseux (destruction de la matrice minéralisée).
- ✓ Ils sont observés à la surface du tissu osseux.
- ✓ Ce sont des cellules volumineuses de forme arrondie, contenant 10-15 noyaux en moyenne (parfois plus)

Le pôle cellulaire qui est en contact avec le tissu osseux constitué, présente de nombreuses microvillosités irrégulières (aspect de bordure en brosse), à ce niveau, le tissu osseux présente une lacune : c'est la **lacune de Howship**, et le cytoplasme contient les organites spécifiques des macrophages (les lysosomes+++).



4. Les cellules bordantes :

- ✓ Ce sont des ostéoblastes au repos, susceptibles, s'ils sont sollicités, de redevenir des ostéoblastes actifs.
- ✓ Elles revêtent les surfaces osseuses qui, à un moment donné, ne sont soumises ni à la formation ni à la résorption osseuse.
- ✓ Ce sont des cellules aplaties et allongées, possédant peu d'organites.
- ✓ 15% des surfaces osseuses trabéculaires sont recouvertes par des ostéoblastes actifs, le reste est recouvert par des cellules bordantes.

B. LA MATRICE OSSEUSE :

Le tissu osseux est constitué d'une matrice extracellulaire composée d'une partie organique et d'une partie minérale.

- ✓ **La phase organique** comprend principalement des fibres de collagène de type I et des protéoglycanes.
- ✓ Les cristaux d'hydroxyapatite (phosphate de calcium cristallisé) et de carbonate de calcium forment **la partie minérale** dure du tissu osseux.

a) Les fibres de collagènes :

Il s'agit quasi exclusivement de fibres de collagènes, qui représentent 95 % du poids de la matrice organique de l'os sec.

Les fibres sont orientées chez l'adulte, en particulier dans les tissus osseux lamellaires. Elles ont alors un trajet hélicoïdal, parallèles les unes aux autres au sein d'une même lamelle.

b) La substance fondamentale :

On l'appelle osséomucoïde, elle est peu abondante. Chimiquement, elle est semblable à la substance fondamentale du tissu conjonctif, renferme :

- Des glycoprotéines de structure (ostéonectine).
- Des glycosaminoglycanes : l'acide hyaluronique, la chondroïtine 4 sulfate et le kératane sulfate.
- De l'eau (50%).

c) Les sels minéraux :

La solidité et la dureté du tissu osseux s'explique grâce au fait qu'il est imprégné de sels minéraux « phosphate tricalcique, bicarbonate de calcium, chlorure de calcium, fluorure de calcium, citrate de calcium », ainsi que des sels de magnésium.

Au totale le tissu osseux d'un adulte renferme 1100g (99% du calcium total de l'organisme).

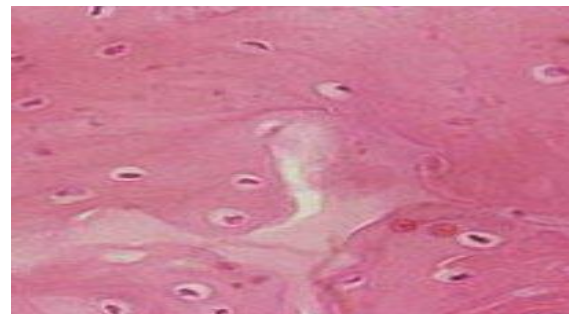
Ces sels minéraux sont sous forme d'une structure cristalline particulière (les cristaux d'hydroxy-apatites).

V. LES VARIETES DU TISSU OSSEUX:

On décrit deux types de tissu osseux selon l'orientation des fibres de collagènes dans la matrice extracellulaire.

A. Le tissu osseux non lamellaire (réticulaire ou primaire):

C'est le premier type de tissu osseux à se différencier. C'est un tissu temporaire qui sera remplacé par un tissu osseux lamellaire. Il comporte des faisceaux de fibres entrecroisés, de nombreuses cellules plus ou moins arrondies, disposées sans ordre, et une matrice peu minéralisée.



B. Le tissu osseux secondaire ou lamellaire :

C'est un tissu provenant de l'ossification secondaire d'un tissu osseux primaire, c'est le type que l'on trouve chez l'adulte.

1. Le tissu osseux haversien compact :

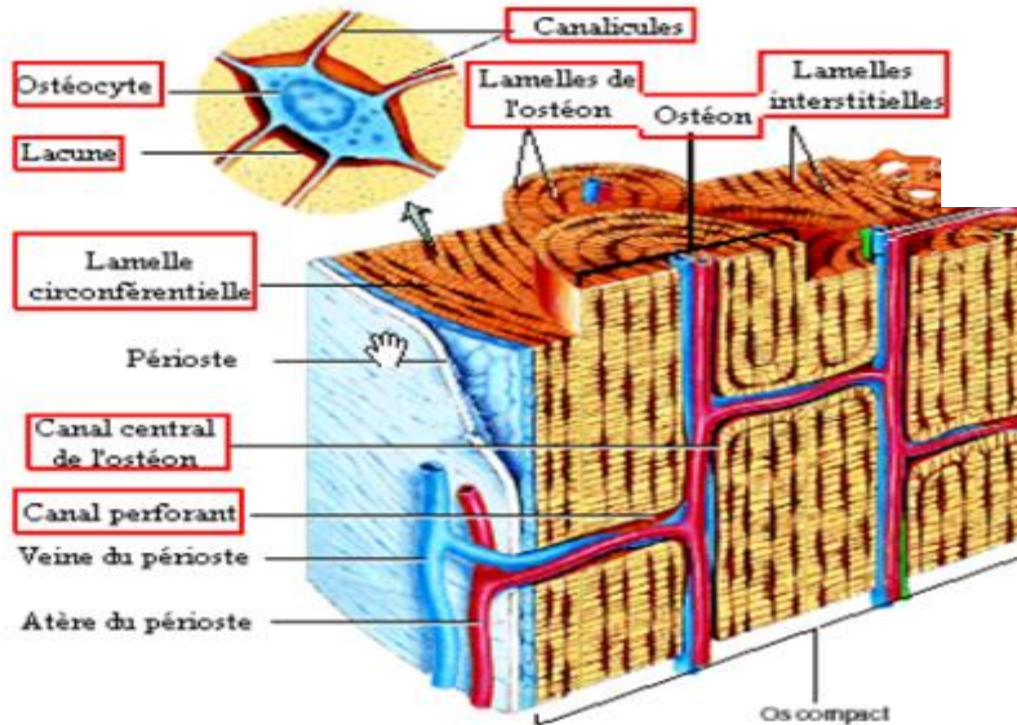
Il est formé par un assemblage de formations cylindriques, à axe parallèle à celui de la pièce osseuse, appelées **systèmes de Havers ou ostéone** .

Les systèmes de Havers, caractéristiques de l'os haversien compact, correspondent à l'organisation concentrique de lamelles osseuses cylindriques (entre quatre à vingt lamelles osseuses) autour d'un canal vasculaire central « canal de Havers », d'un diamètre de 20 à 100 μm , comprenant un axe conjonctif avec des vaisseaux sanguins et des fibres nerveuses amyéliniques.

Les ostéoplastes contenant des ostéocytes sont situés entre ou dans l'épaisseur des lamelles ; un système de canalicules héberge les prolongements des ostéocytes, et leur permet de s'articuler les uns avec les autres dans une même lamelle ou entre les lamelles voisines.

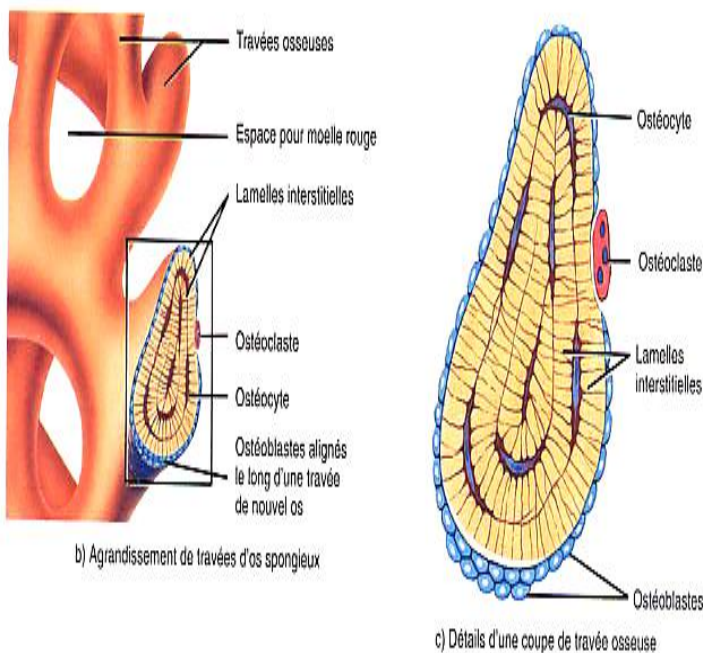
Les canaux de Volkmann représentent des communications transversales entre les canaux de Havers d'ostéones voisins, ces canaux permettent le passage des vaisseaux sanguins depuis la cavité médullaire ou du périoste jusqu'aux canaux de Havers.

Les ostéones sont soit complets, soit réduits à des fragments réalisant les systèmes intermédiaires.



Os compact

2. Le tissu osseux haversien aréolaire ou spongieux :



C'est un os lamellaire, formé de travées plus ou moins épaisses et régulièrement anastomosées entre elles qui délimitent des cavités aréolaires anfractueuses, communiquant largement entre elles, ces cavités contiennent de la moelle osseuse souvent hématogène.

Les travées osseuses sont faites d'une superposition de lamelles osseuses disposées parallèlement à la surface de la travée. Il se localise au niveau des épiphyses des os longs, les os courts et les diploés des os plats.

3. Le tissu osseux non haversien : ou tissu osseux périostique

Il est rencontré à la périphérie de tous les os en dehors des surfaces articulaires.

C'est un tissu lamellaire, constitué par des appositions de lamelles concentriques dans ou entre lesquelles sont situés les ostéoplastes contenant les ostéocytes. Souvent, ce tissu est nommé tissu osseux fibreux (richesse en faisceaux de fibres de collagène à disposition arciforme).

C. Le périoste :

C'est une gaine conjonctive, richement vascularisée et innervée, recouvrant la surface des pièces osseuses à l'exception des surfaces articulaires, formée de :

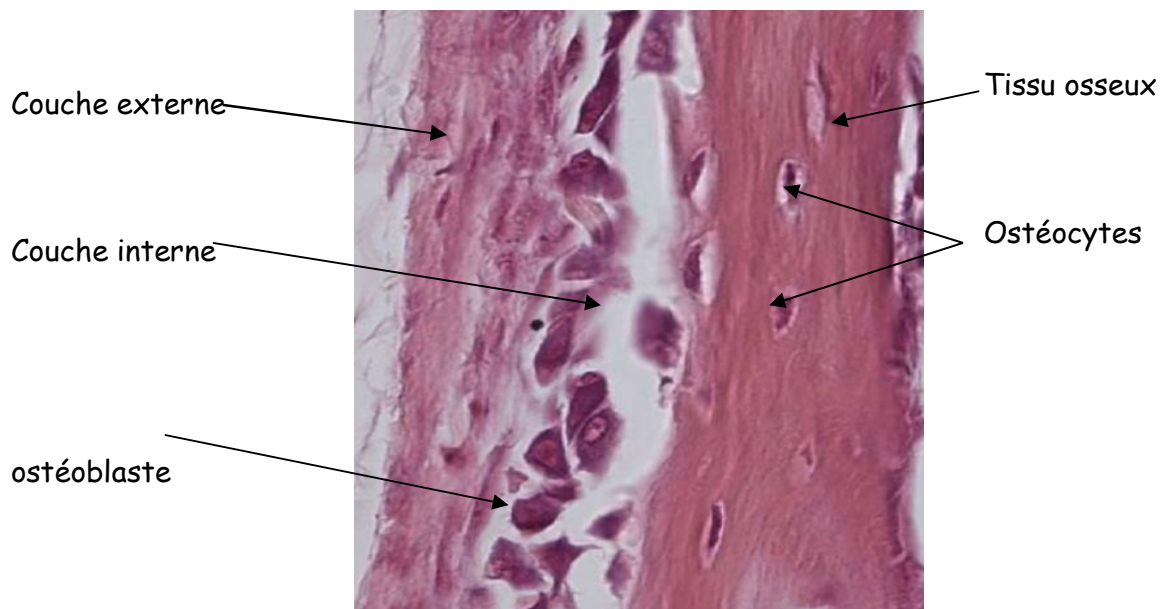
1. Une couche externe :

Elle est fibreuse, peu épaisse et dont les fibres de collagènes à direction longitudinales, sont disposées irrégulièrement. On trouve aussi quelques fibres élastiques et une très abondante vascularisation sanguine.

2. Une couche interne :

Couche ostéogène à prédominance cellulaire contient : des fibres élastiques, des fibres collagènes arciformes (les fibres de Sharpey) qui assurent l'adhérence du périoste au tissu osseux périostique, des vaisseaux sanguins et des cellules qui sont disposées dans la portion la plus profonde du périoste : ce sont les ostéoblastes (formant la couche ostéogène d'Ollier).

Le périoste est responsable de la formation du système fondamental externe.



Le périoste

D. L'endoste :

C'est une fine couche de tissu conjonctif qui tapisse les parois de toutes les cavités vasculaires du tissu osseux (la cavité médullaire, les canaux de Havers et de Volkmann).

L'endoste est responsable de la formation du système fondamental interne.

VI. REPARTITION TOPOGRAPHIQUE DES TISSUS OSSEUX :

A. Dans les os longs :

- **La diaphyse :**

C'est un cylindre, creusé en son centre d'une cavité : cavité médullaire remplie de moelle osseuse et la corticale est faite de tissu osseux haversien compact limité en dehors par du tissu osseux périostique et en dedans par du tissu osseux endostique.

- **Les épiphyses :**

Situées aux deux extrémités de l'os, elles sont constituées par du tissu haversien aréolaire et sont recouvertes de tissu osseux périostiques à l'exception de la surface articulaire.

- **Les métaphyses :**

Sont situées entre la diaphyse et les épiphyses, elles sont formées de tissu osseux haversien aréolaire, revêtu d'une mince couche de tissu osseux périostiques.

B. Dans les os courts :

Les os courts comprennent une mince corticale de tissu osseux périostique à lamelles parallèles à la surface et du tissu osseux aréolaire.

Exemple : les os du carpe et du tarse.

C. Dans les os plats :

Il existe deux tables interne et externe, faites de tissu osseux périostique, entourant une couche centrale de tissu osseux aréolaire (le diploé).

Exemple : les côtes, les os de la voûte crânienne.

VII. VASCULARISATION DU TISSU OSSEUX :

Elle est assurée par des artères nourricières et des rameaux vasculaires venant du périoste : les rameaux périostiques.

VIII. LA MOELLE OSSEUSE :

Les cavités médullaires des os longs et les aréoles du tissu spongieux contiennent un tissu particulier appelé : moelle osseuse.

a) Moelle rouge ostéogène :

Se rencontre dans tous les foyers d'ossification, faite de tissu conjonctif dont les cellules réticulaires se multiplient et se différencient en ostéoblastes.

b) Moelle rouge hématogène :

Elle se rencontre pratiquement dans tous les os, les éléments cellulaires souches produisent des cellules sanguines.

c) Moelle jaune :

Elle résulte de la transformation graisseuse de la moelle rouge.

d) Moelle grise :

C'est la dégénérescence fibreuse irréversible de la moelle jaune lors du vieillissement.

IX. L'OSSIFICATION :

C'est un processus de construction du tissu osseux, quelque soit le type du tissu osseux obtenu (lamellaire ou non lamellaire), quelque soit l'endroit où le tissu osseux se forme (au sein du tissu conjonctif ou du cartilage), la formation du tissu osseux ou ostéogénèse se déroule en quatre étapes :

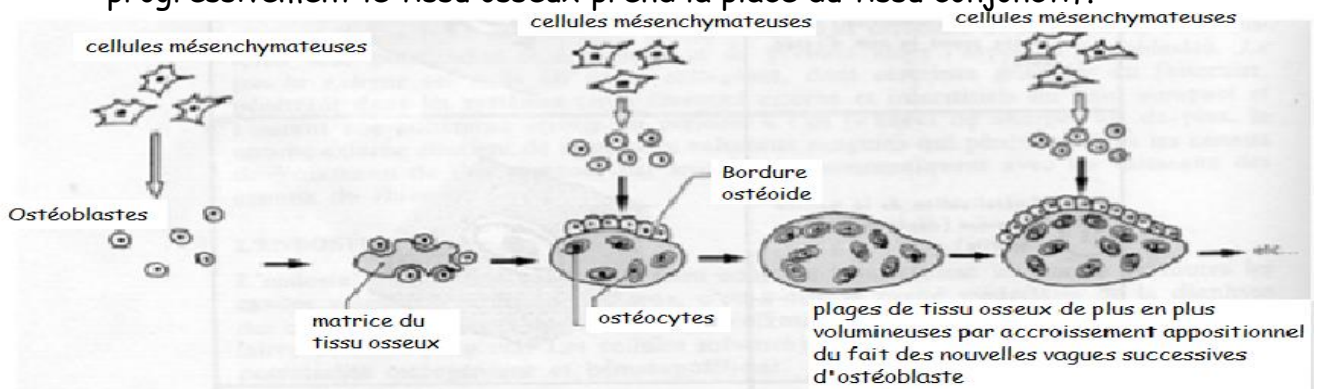
- La différenciation des ostéoblastes à partir des cellules souches.
- La sécrétion par les ostéoblastes de la matrice organique.
- La minéralisation de la matrice organique.
- L'arrivée des ostéoclastes.

Par contre selon la nature du tissu non osseux, au sein duquel le tissu osseux se forme on distingue:

- Ossification endoconjonctive ou membranaire: se déroule au sein d'un tissu conjonctif.
- Ossification endochondrale : se déroule au sein du cartilage.

A. Ossification endo-conjonctive :

C'est le mode le plus élémentaire, dès qu'une petite plage de tissu osseux est constituée par différenciation des cellules mésenchymateuses en ostéoblastes (dont le rôle : sécrétion de la matrice osseuse), d'autres cellules mésenchymateuses se différencient en ostéoblastes qui se disposent tout autour de la plage osseuse formant une bordure ostéoïde et poursuivent le même processus aboutissant à un accroissement appositionnel de tissu osseux, et ainsi progressivement le tissu osseux prend la place du tissu conjonctif.



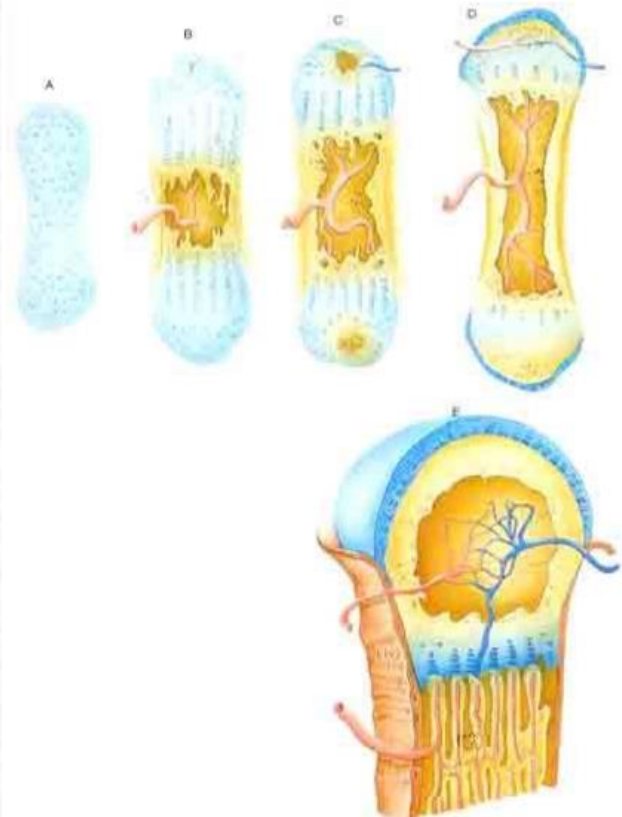
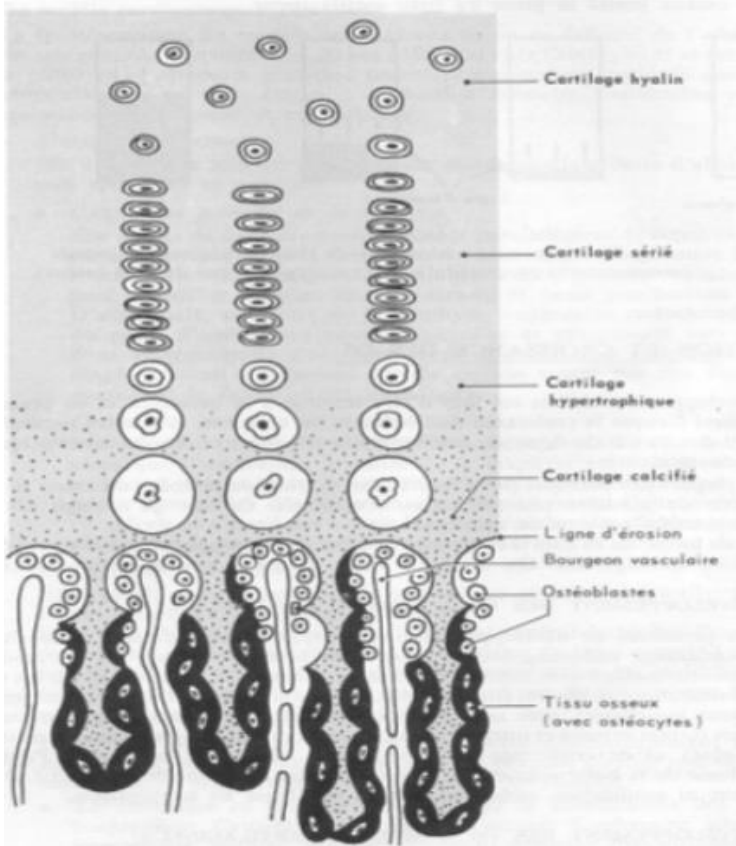
B. Ossification endo-chondrale :

Le phénomène est plus compliqué, car la formation du tissu osseux s'intrique avec la destruction du tissu cartilagineux, ainsi nous aurons plusieurs étapes :

- ✓ Les chondrocytes s'hypertrophient, avec accumulation du glycogène qui devient vacuolaire dans leur cytoplasme,
- ✓ Les chondrocytes s'agrandissent proportionnellement au dépend de la matrice organique cartilagineuse qui se réduit à de fines travées.
- ✓ Celles-ci se calcifient (par dépôt de cristaux d'hydroxyapatite dans la substance fondamentale).
- ✓ Progressivement les chondrocytes dégénèrent et meurent, tandis que les chondrocytes agrandis deviennent confluentes.
- ✓ Pendant ce temps, des capillaires sanguins prolifèrent et pénètrent dans les chondrocytes ouverts et devenus vacants du fait de la mort des chondrocytes.

- ✓ Ces capillaires amènent avec eux des cellules mésenchymateuses indifférenciées : Les unes se différencient en cellules hématopoïétiques et les autres arrivées au contact des travées cartilagineuses se différencient en ostéoblastes, elles se disposent à la surface des travées résiduelles de la matrice cartilagineuse calcifiée et élaborent une couche de tissu osseux contre elles.
- ✓ Progressivement, de proche en proche, le tissu osseux prend la place du tissu cartilagineux.

Les tissus osseux de l'adulte proviennent tous de l'ossification secondaire d'un tissu osseux primaire. Ils sont tous le siège d'un remodelage osseux permanent (ossification tertiaire).



X. DONNEES HISTO-PHYSIOLOGIQUE :

1) Une fonction mécanique :

Grâce à la matrice organique calcifiée :

- Soutien du corps.
- Points d'attache des muscles et des tendons.
- Protection du contenu des cavités cranio-rachidiennes et thoraciques.

2) Une fonction hématopoïétique :

Par les cellules de la moelle osseuse.

3) Une fonction métabolique :

Par le métabolisme phosphocalcique : c'est l'élément primordial régulant la résorption et la formation de la substance osseuse, elle se réalise par l'action combinée de la vitamine D, de la parathormone.

Dr Aggoun.S