

**TUT'RENTÉE 2014/15**

**HISTOLOGIE**

REBECCA PETIT  
GUILLAUME JACQUEMIN  
LUCAS ANDOT

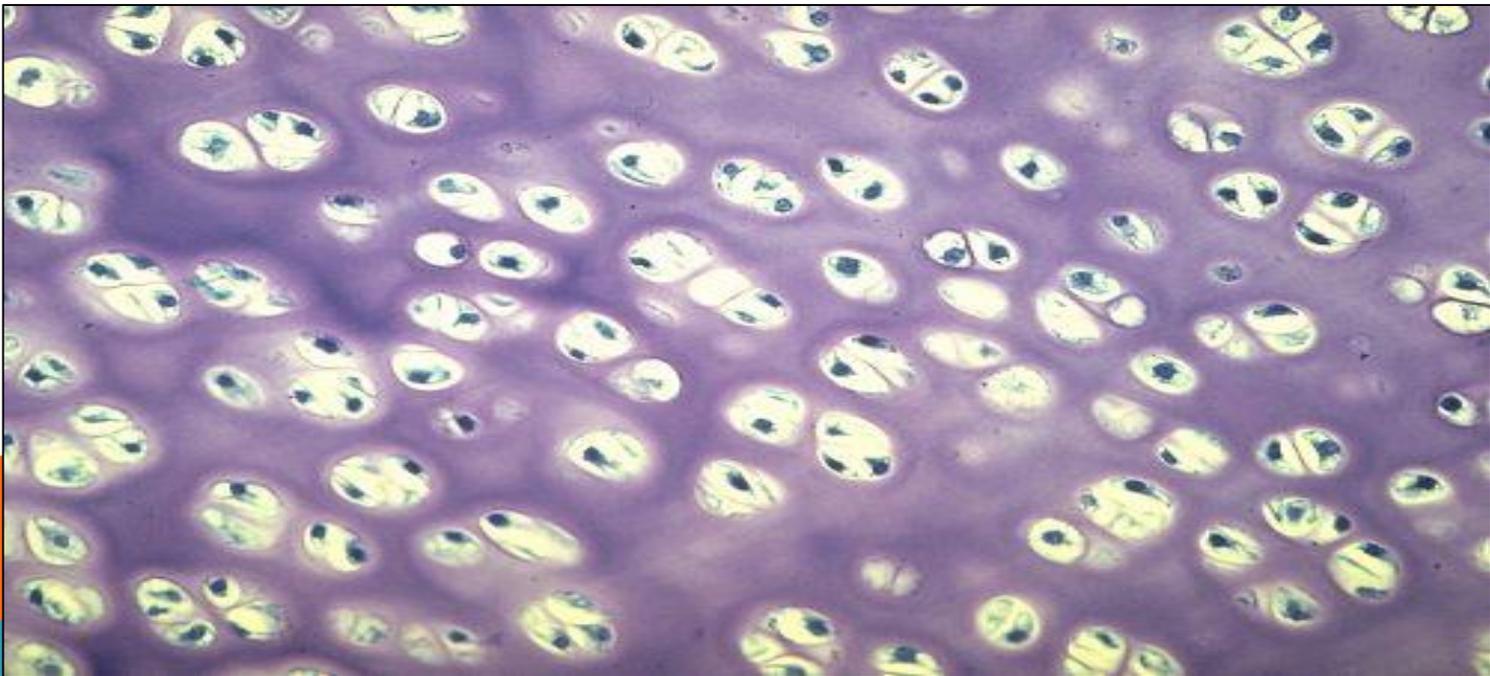
# LE TISSU OSSEUX ET CARTILAGINEUX



# TISSU CARTILAGINEUX

## Caractéristiques du tissu :

- Matrice Extra-cellulaire riche en microfibrilles de réticuline et de collagène
- Cellule : **Chondroblaste** et **chondrocytes**
- **Tissu conjonctif spécialisé**

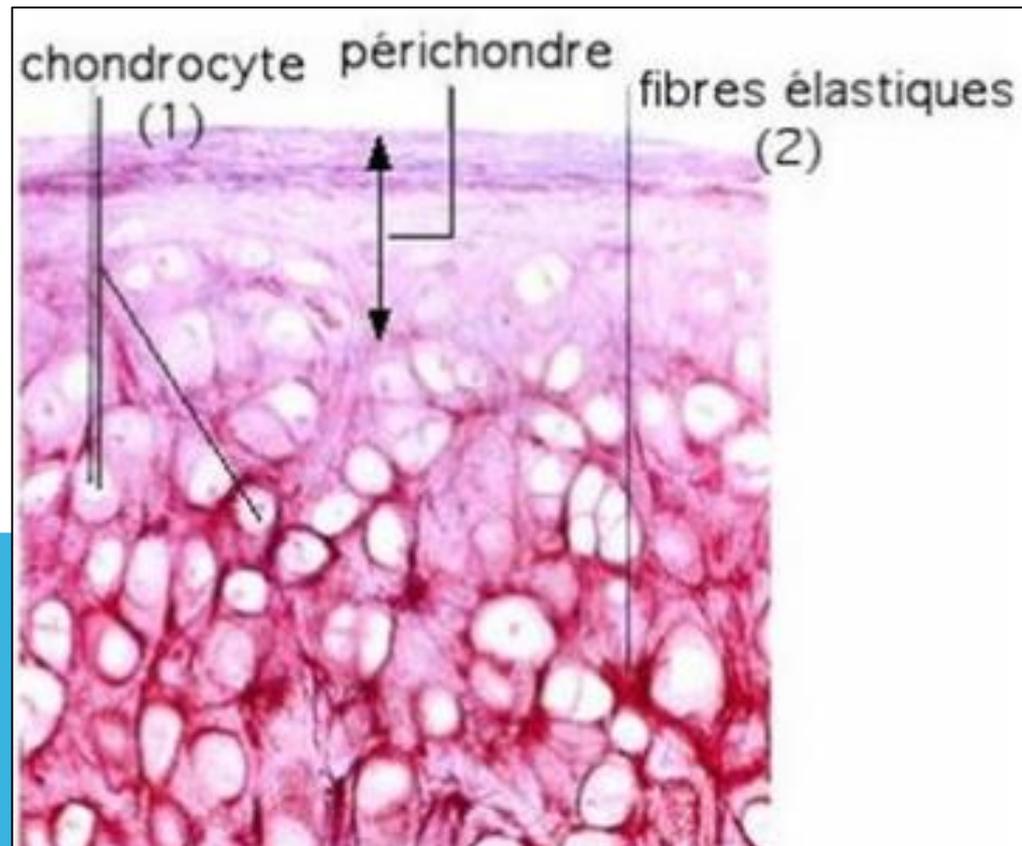


# Formation du tissu cartilagineux

Dérive du **mésoderme** selon une **voie bidirectionnelle** : la **Cellule Souche Mésoenchymateuse** va donner :

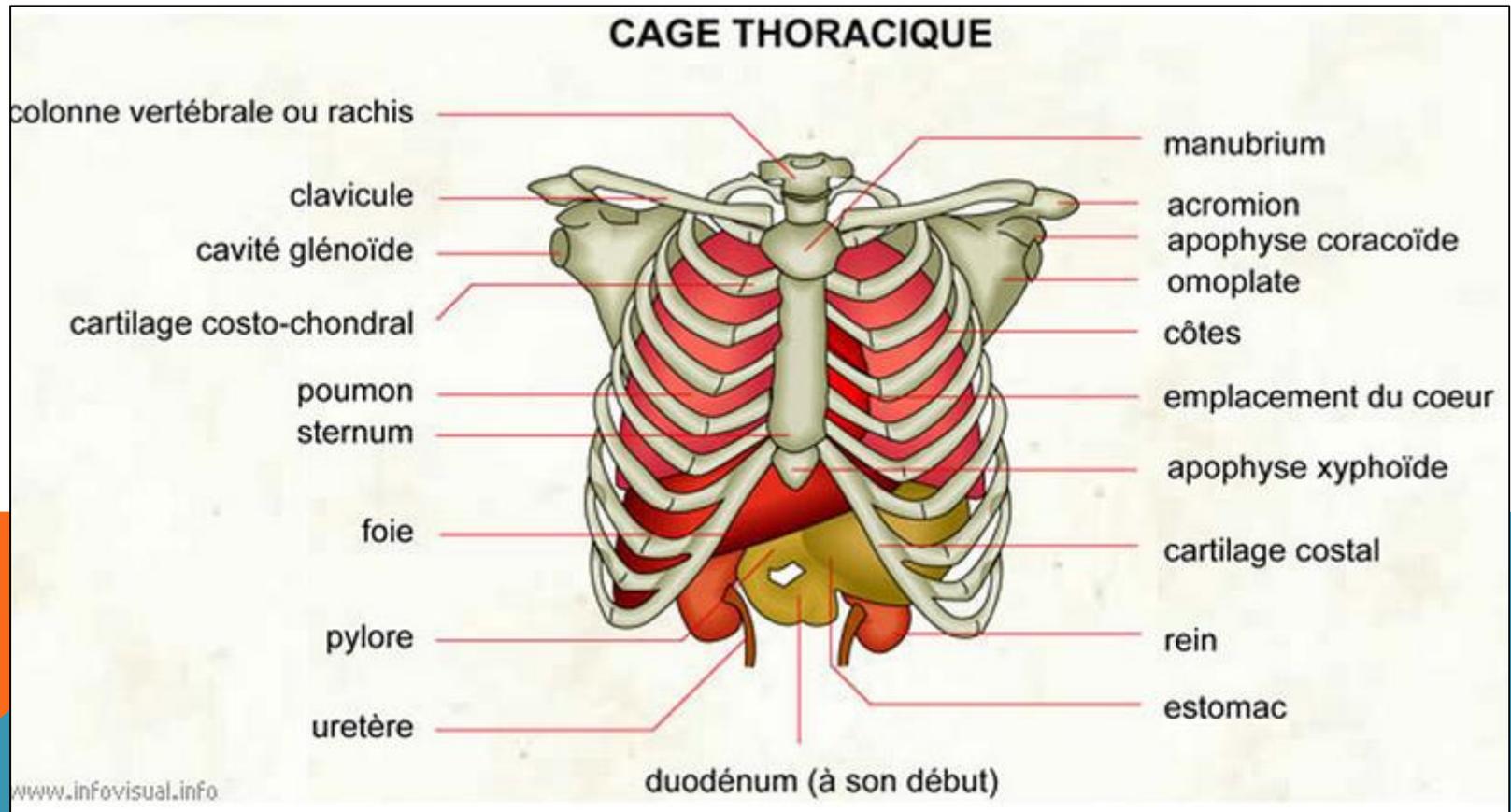
- Le **périchondre** à l'extérieur
- Le **tissu cartilagineux** à l'intérieur

Ces deux voies sont **unidirectionnelles, simultanées et parallèles**, conditionnées par le **microenvironnement**.



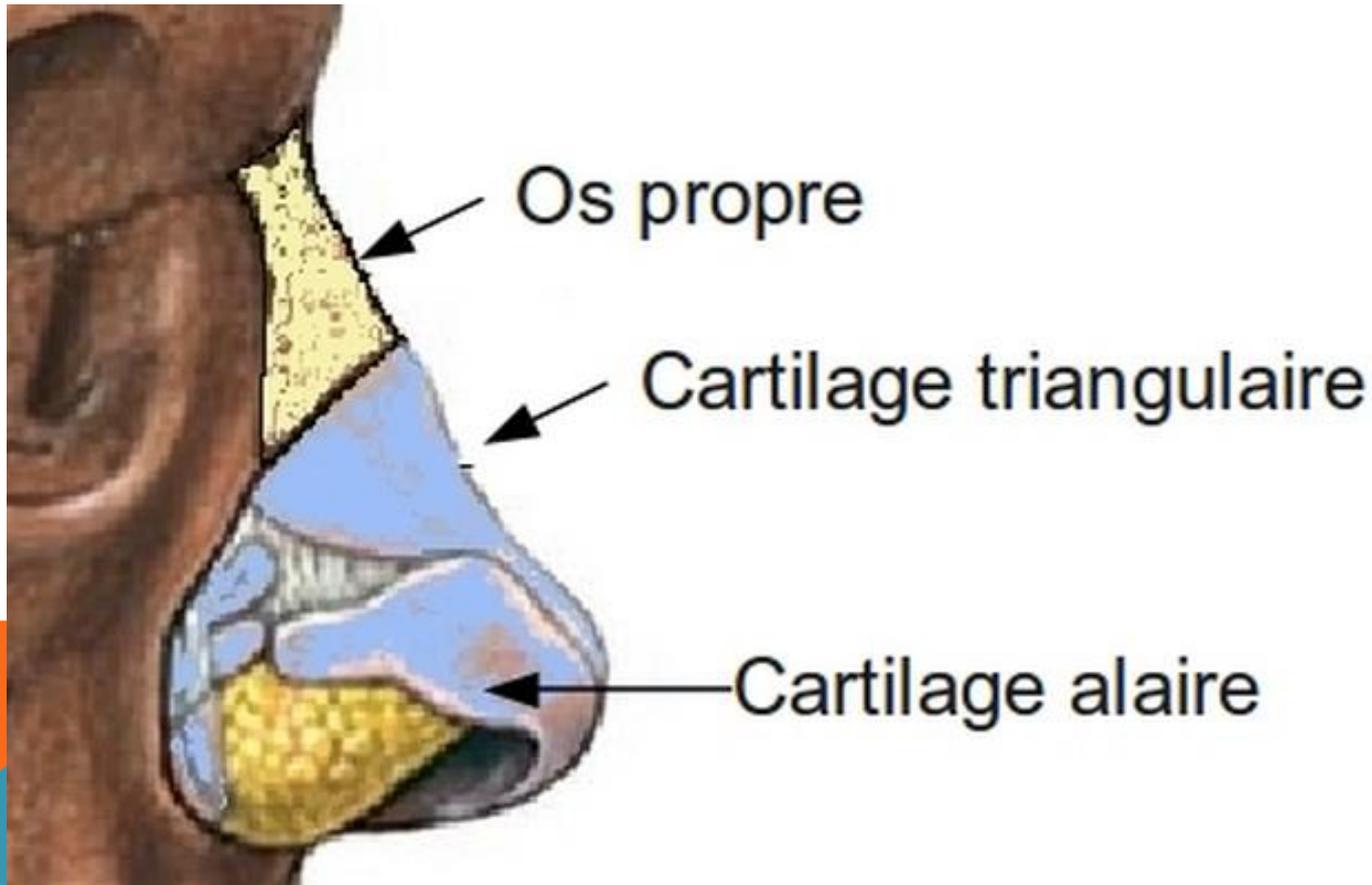
# Structure et Fonction

- L'os est une réserve de **calcium**.
- Le tissu osseux est la structure de l'appareil locomoteur.
- Il a une fonction **hématopoïétique**
- Et une fonction de **protection** de plusieurs organes. Par exemple: cage thoracique, crâne, bassin etc...



## Localisation du tissu cartilagineux

-> Certaines zones ne se calcifient pas et restent cartilagineuses chez l'adulte : oreilles, nez, larynx, trachée, bronches et **surfaces articulaires** (cartilage hyalin pour ces dernières).



# LES MODES DE CROISSANCE DU CARTILAGE

## Croissance axiale

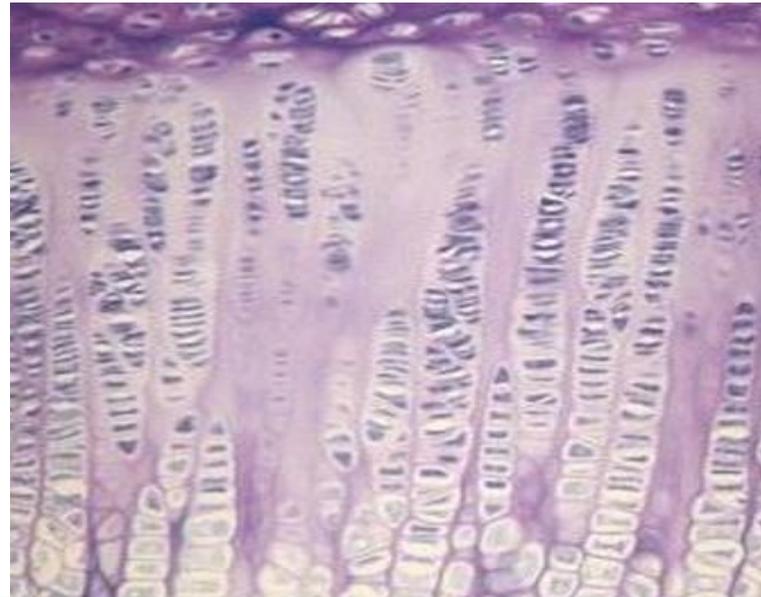
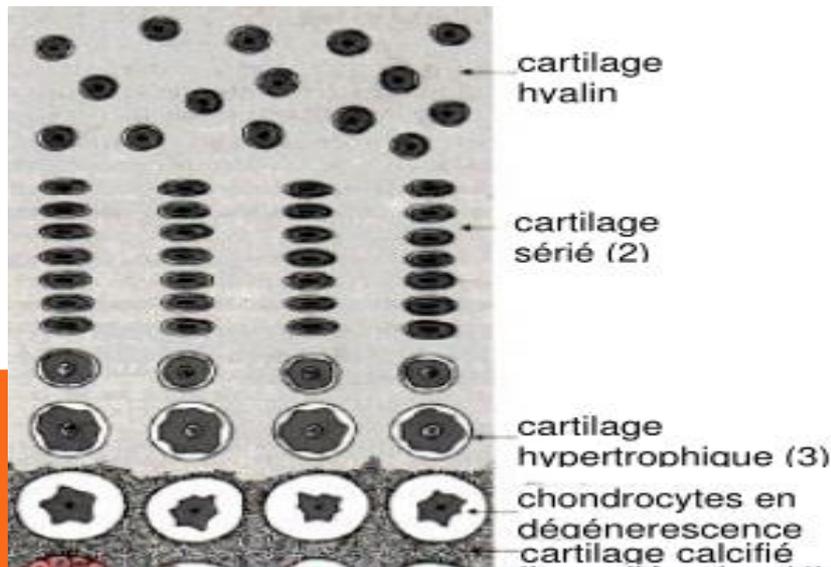
-> la croissance axiale se fait grâce aux **groupes isogéniques axiaux**.

-> Le cartilage de croissance est constitué de haut en bas :

- **cartilage hyalin** : réserve de cellules souches progénitrices.

- **cartilage sérié** : zone de prolifération.

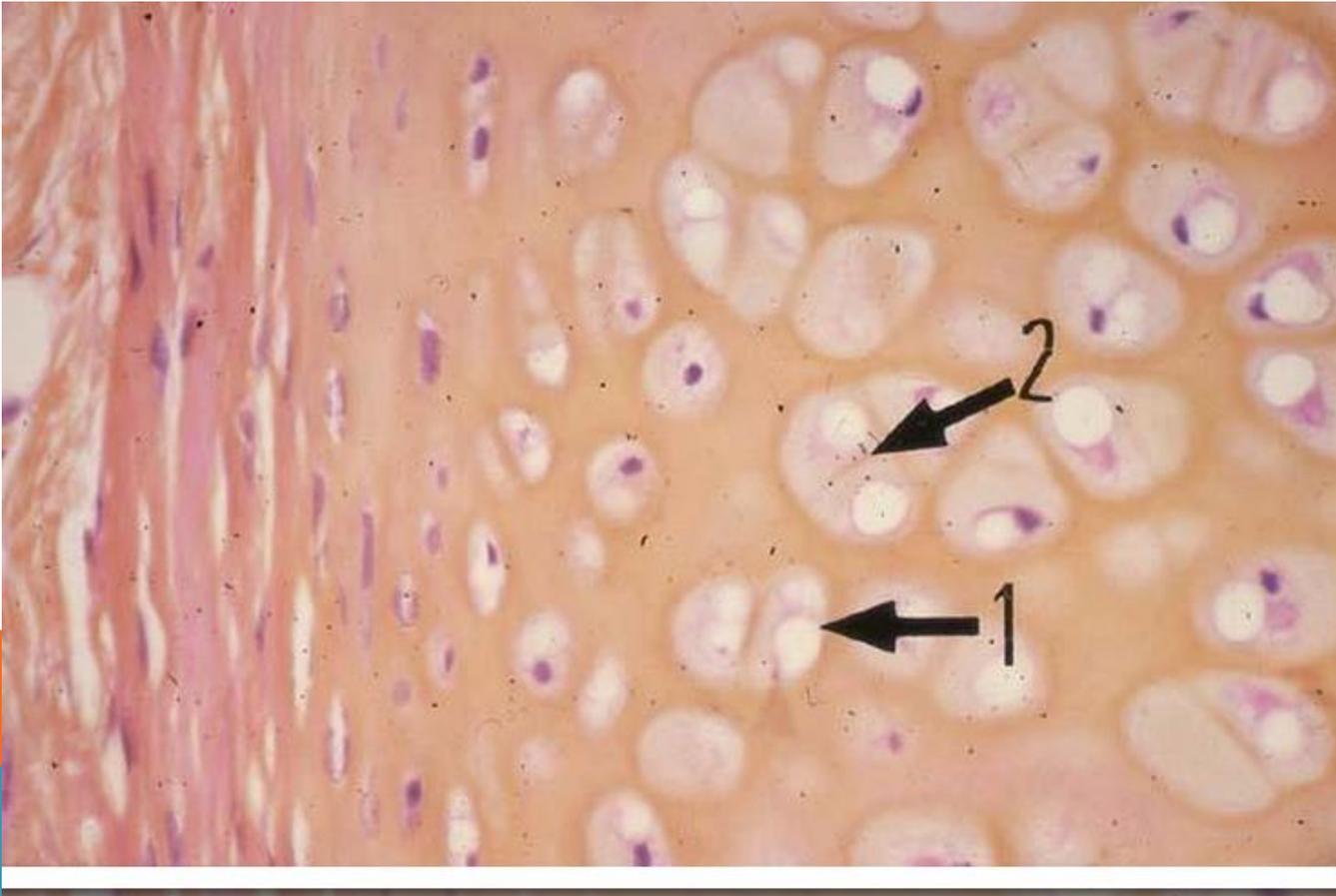
- **cartilage hypertrophique** : Les cellules différenciées meurent laissant le chondroplaste vide et qui va être envahi par les vaisseaux sanguins.



## Croissance coronaire

Permet le développement à 360° des extrémités : les épiphyses.

-> le **cartilage hypertrophique** sera retrouvé au centre et les **cellules souches** en périphérie (++)).



# LE TISSU OSSEUX

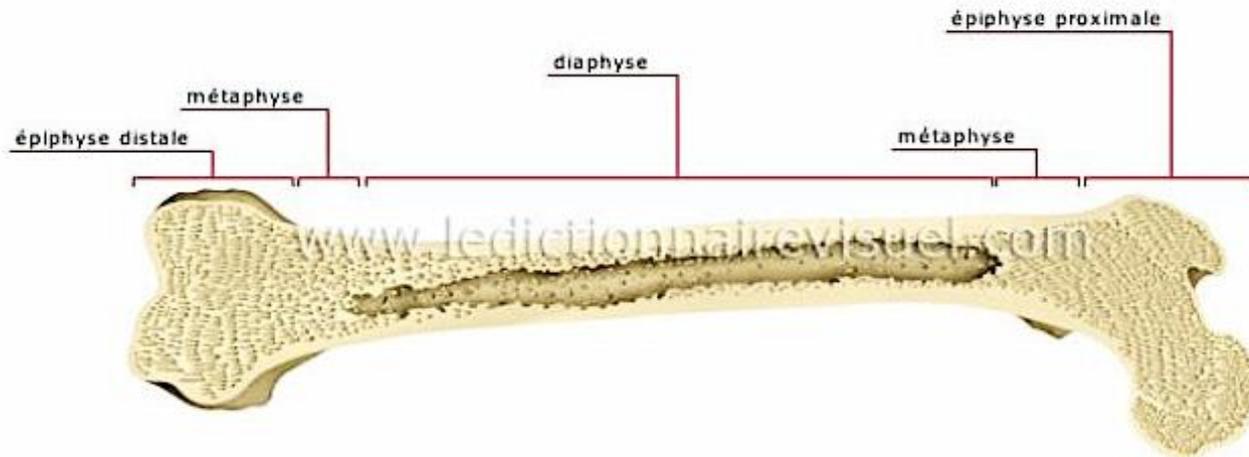
## Aspect et structure

- Les **ostéoblastes** et **ostéocytes** se trouvent dans les **ostéoplastes** formés de lamelles osseuses.
- La **matrice extracellulaire (MEC)** possède une composante protéique et minérale.
- Les **ostéoclastes** permettent l'auto-renouvellement de l'os en complément avec les ostéoblastes qui le régénèrent.



# Structure de l'os

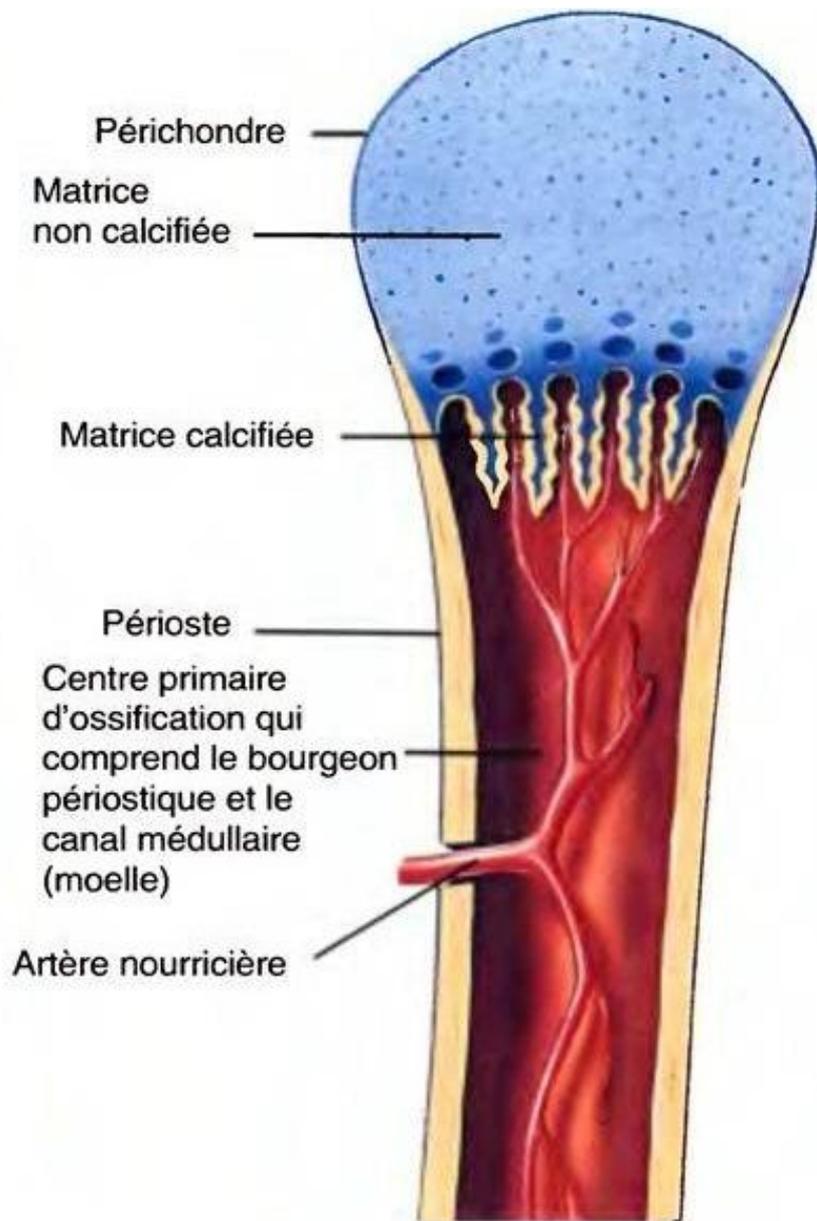
- la corticale
- le canal médullaire
- les épiphyses
- les métaphyses
- les diaphyses



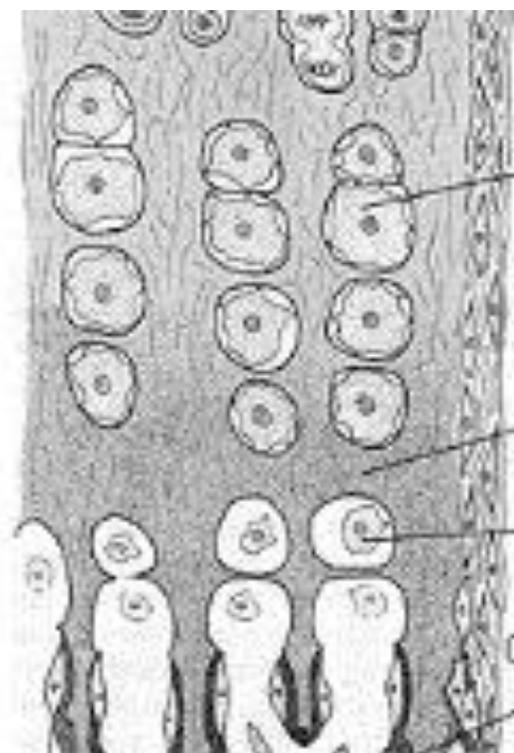
# L'ossification

## 3 types de supports pour produire de l'os

Support utilisé	Type d'ossification	Spécificité
Tissu mésenchymateux	<b>Ossification Endoconjonctive</b> ou <b>endomembraneuse</b> à partir du périchondre.	Production de la <b>corticale</b> de l'os (périphérie) des os plats et longs.
Cartilage	<b>Ossification Endochondrale</b> Ossification à partir d'une ébauche cartilagineuse qui grandit lors que l'os se forme.	Production de l'os <b>alvéolaire</b> et <b>trabéculaire</b> .
Matrice osseuse	Remaniement de l'os.	Destruction puis régénération.



c) Le centre primaire d'ossification et le canal médullaire se forment avec le développement du bourgeon périostique



Hypertrophie des chondrocytes

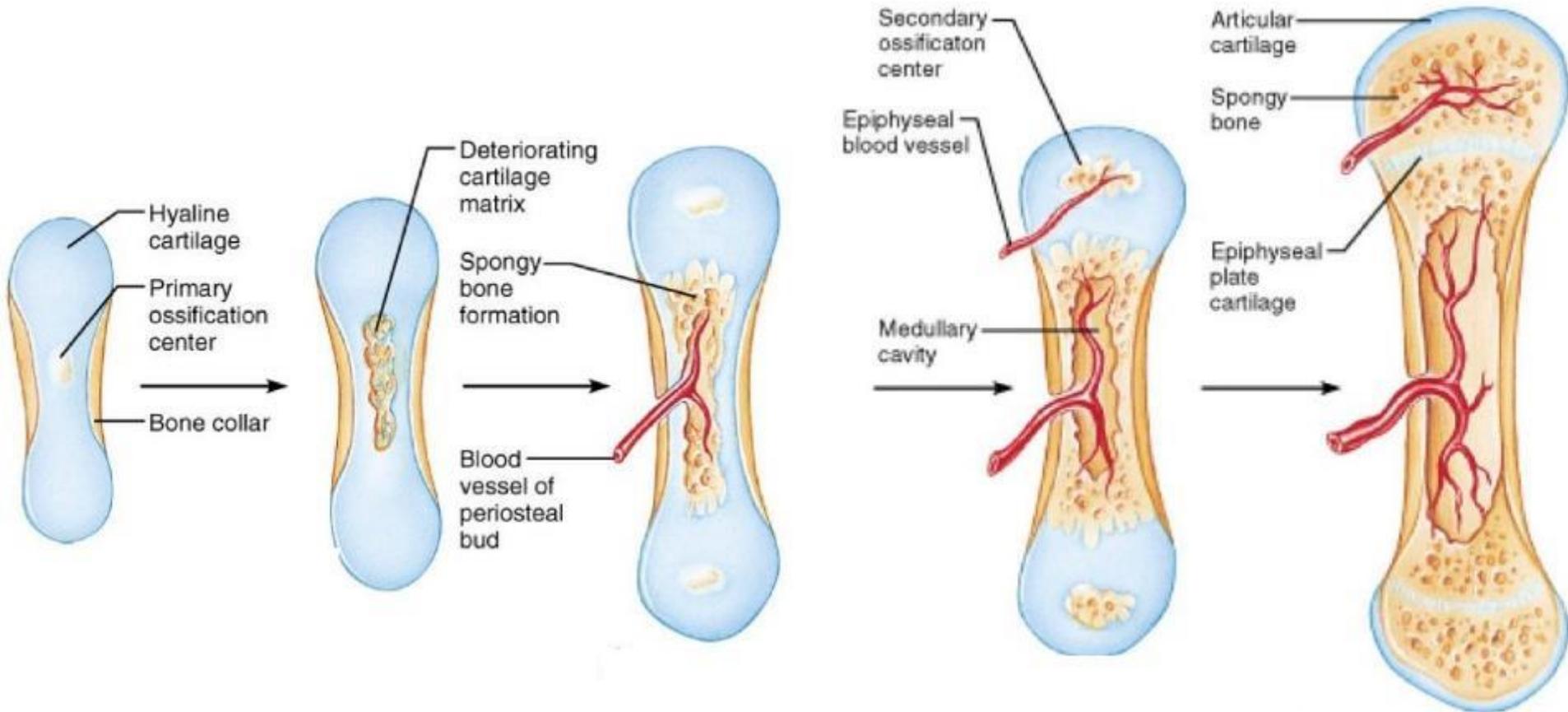
Zone d'allongement de l'os

Minéralisation du cartilage

Mort des chondrocytes emmurés et apparition  
de cryptes par désagrégation du cartilage

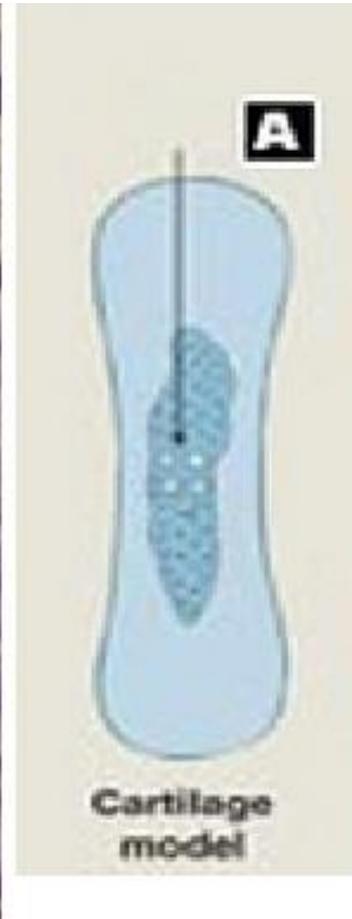
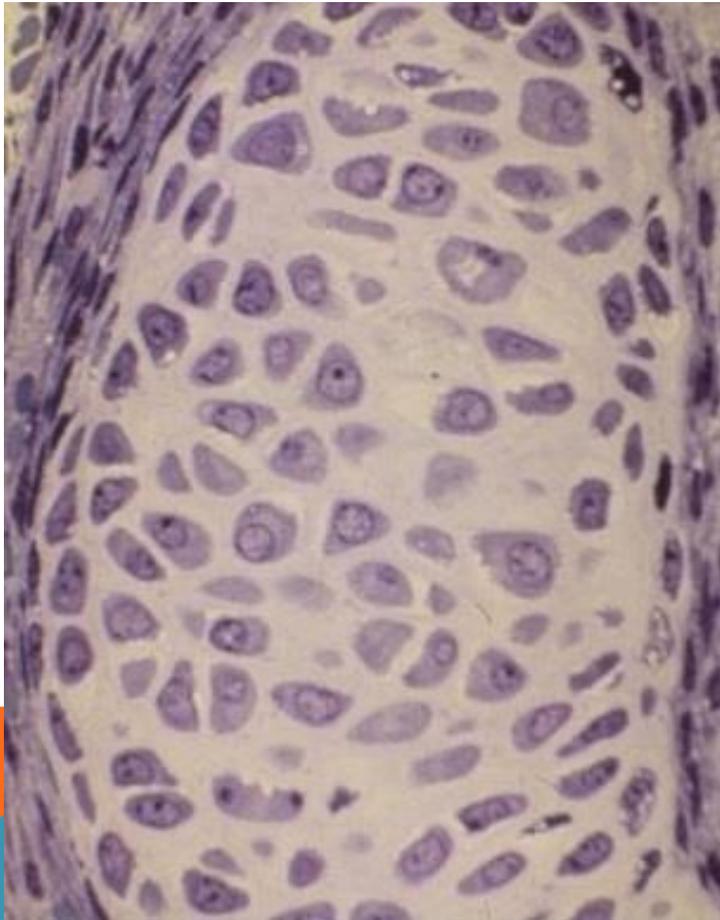
Ostéoblastes envahissant les cryptes et déposant  
de façon centripète de la matière osseuse

# L'OSSIFICATION DES OS LONGS EN ÉTAPES



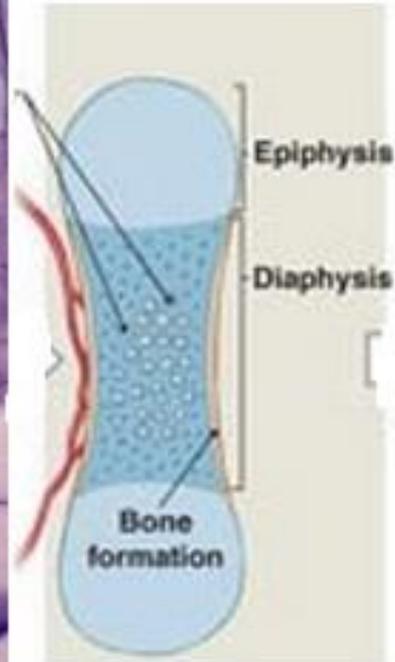
# Etape 1 : Cartilage

La pièce de **cartilage hyalin** est entourée de **périchondre**



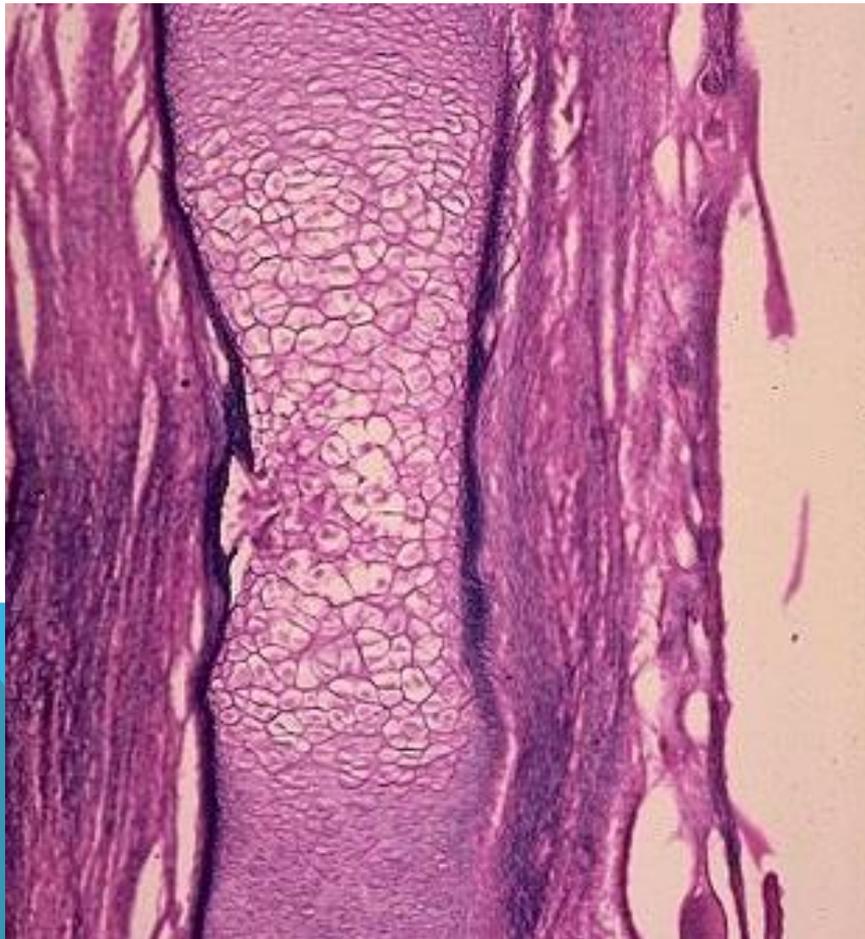
## Etape 2 : Apparition d'un cartilage hypertrophique calcifié

- Formation des **groupes isogéniques axiaux**
- **Minéralisation**
- Croissance longueur



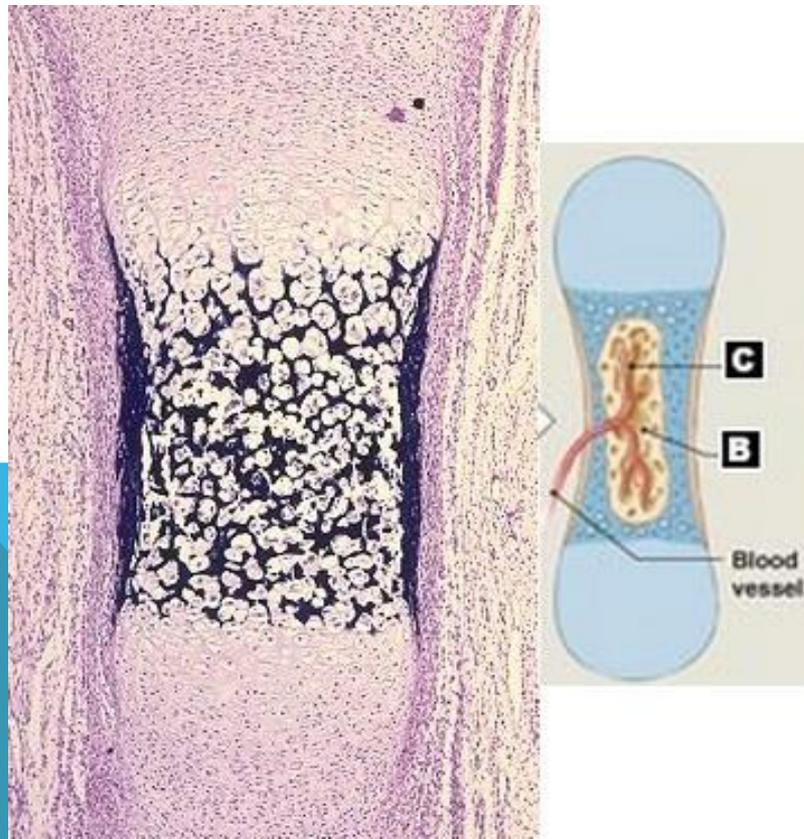
## Etape 3 : Initiation de l'ossification endoconjonctive

- Le **cartilage hypertrophique** atteint le manchon périchondral
- Formation de lamelles osseuses non minéralisés
- **L'ossification endoconjonctive** (ou membraneuse) se fait en mode **centrifuge**.
- Les **cellules mésenchymateuses** déposent des lamelles osseuses sur la face externe de la première lamelle.



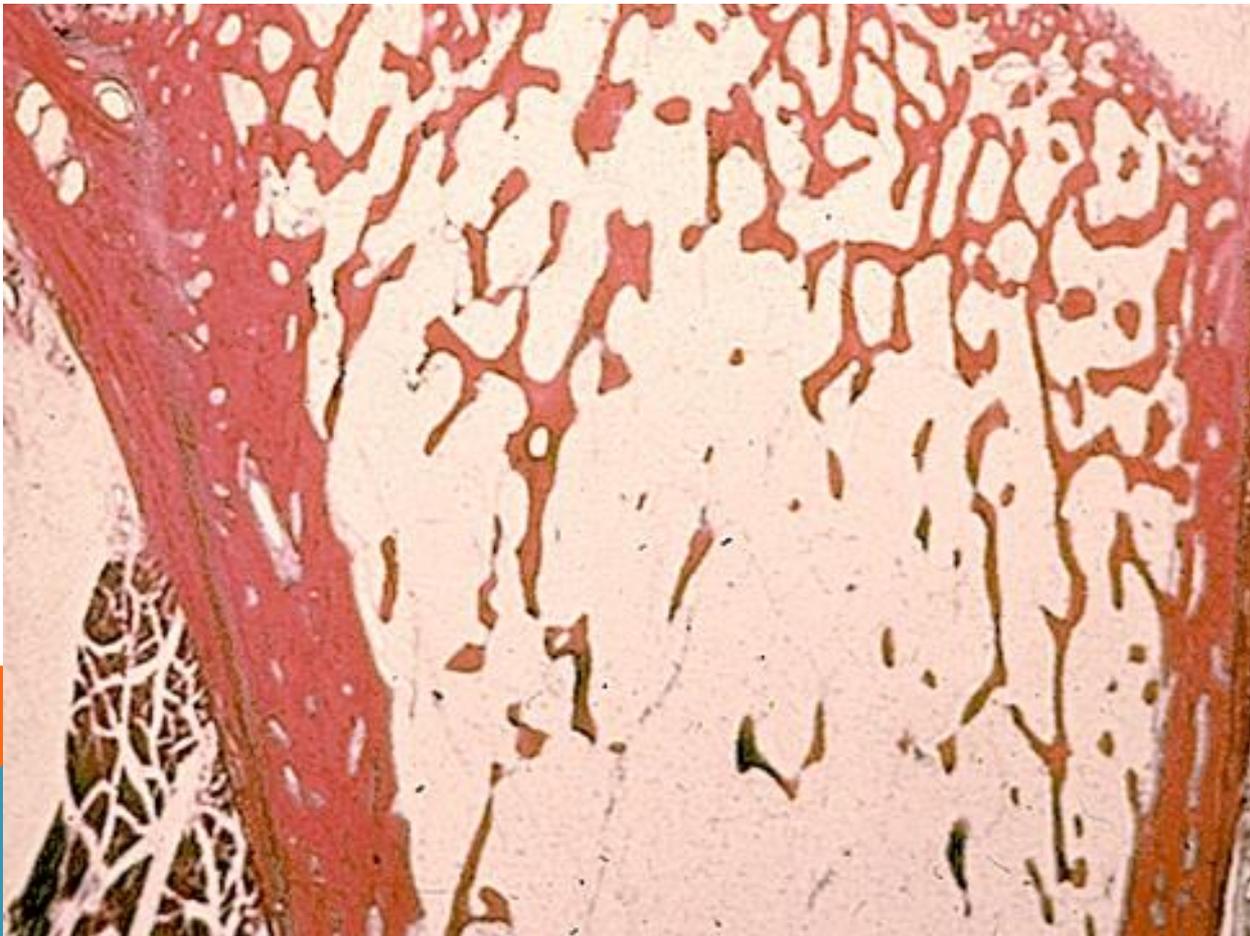
## Etape 4 : Invasion conjonctivo-vasculaire

- Les **capillaires** venant du périoste (périchondre ossifié) traversent la couche osseuse
- Les **monocytes** traversent le **périchondre non minéralisé** suivies de bourgeons vasculaires
- Les monocytes attaquent les **cloisons** entre les chondroplastes
- Une lignée de **Cellule Souche Mésoenchymateuse** vont fournir
  - des **progéniteurs ostéoblastiques**
  - des **progéniteurs hématopoïétiques**



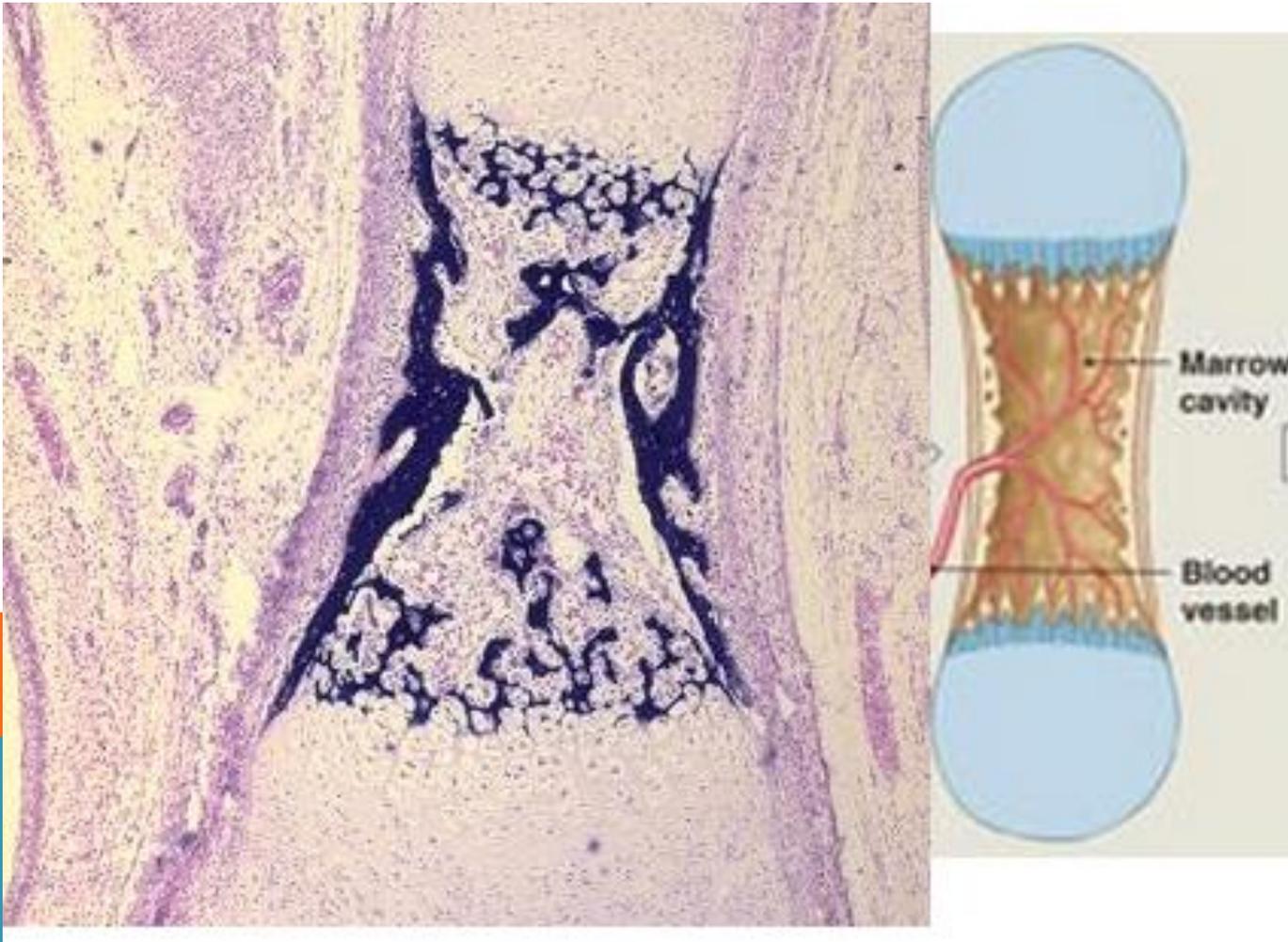
## Etape 5 : Initiation de l'ossification endochondrale

- Le manchon osseux s'épaissit
- Les **ostéoblastes** deviennent ostéocytes
- Les ostéoblastes produisent une lamelle osseuse : la **trabécule osseuse**



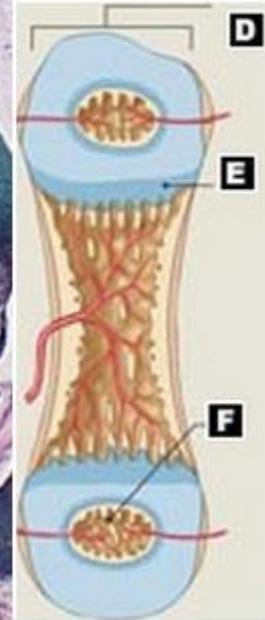
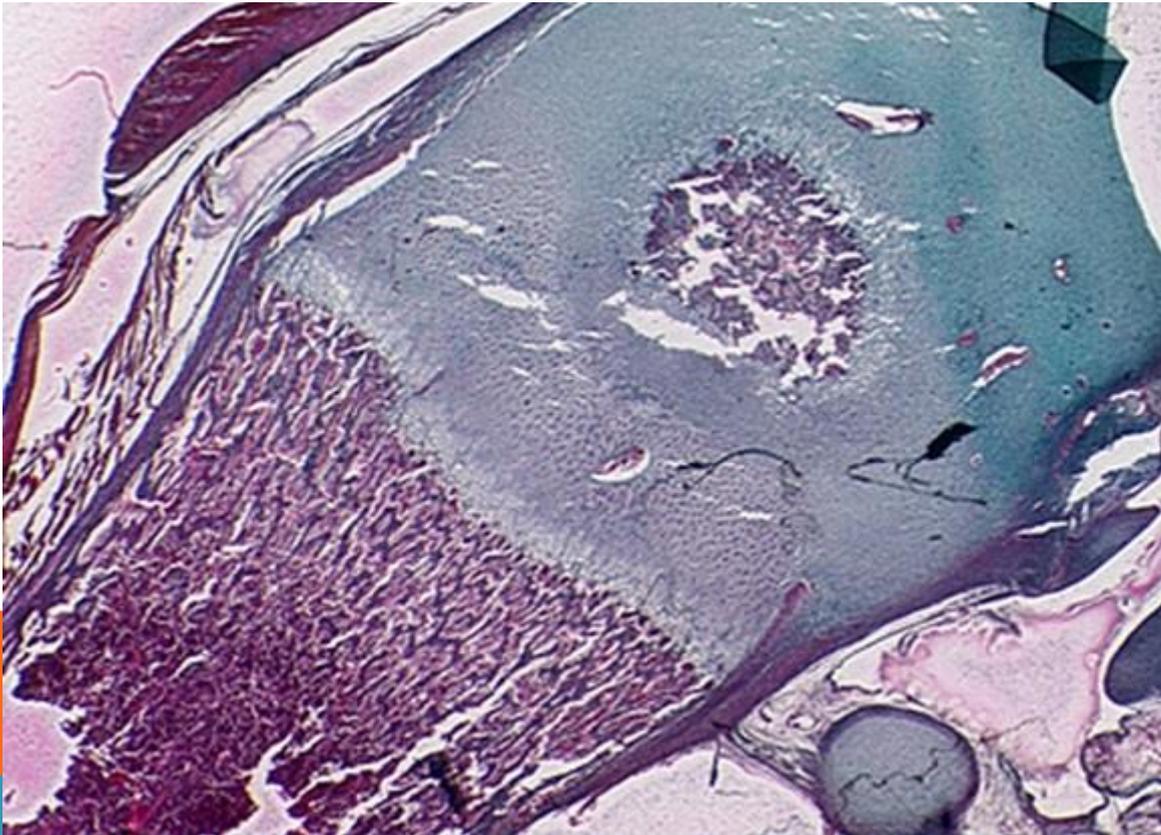
## Etape 6 : Formation du canal médullaire

- Formation du **canal médullaire** grâce aux ostéoclastes.
- Les cellules souches mésenchymateuses donnent des progéniteurs/ précurseurs **hématopoïétiques**
- La **moelle** s'installe en premier dans la diaphyse puis dans les épiphyses.



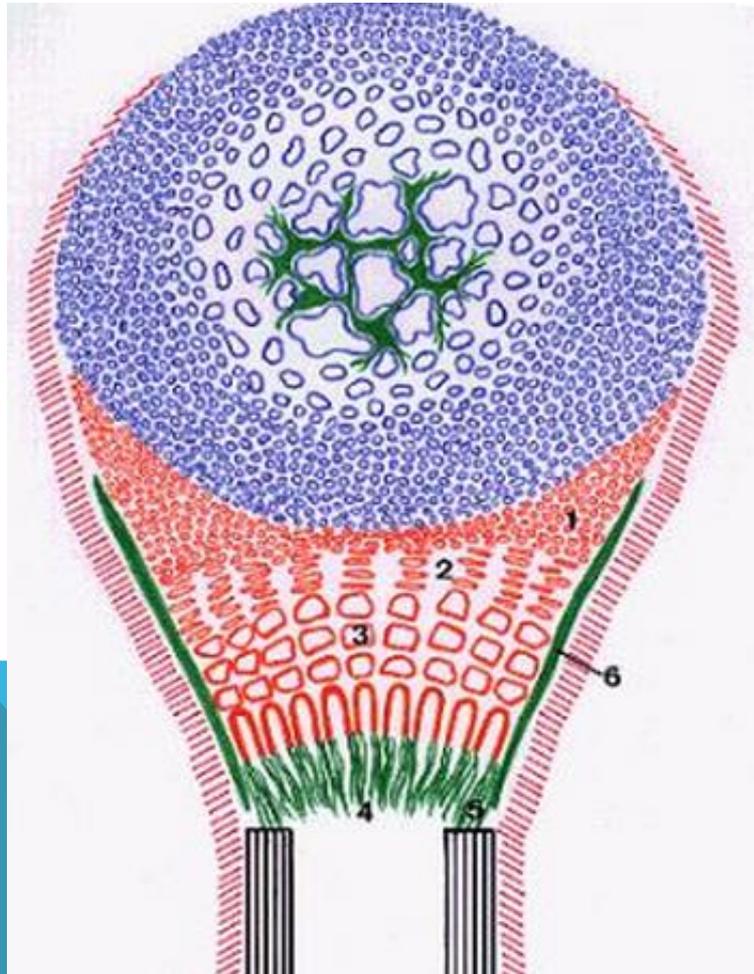
## Etape 7 : Formation et ossification de l'épiphyse

- L'épiphyse présente un centre d'ossification : des **groupes isogéniques coronaires**
- Le centre d'ossification épiphysaire apparaît plus tardivement que dans la diaphyse
- Les **alvéoles épiphysaires** se forment grâce aux ostéoblastes.



## Etape 8 : Augmentation du volume épiphysaire

- Croissance en volume des épiphyses
- L'axe de la diaphyse et épiphyse s'élargit.
- Le **périchondre** subsiste dans la zone du cartilage articulaire.

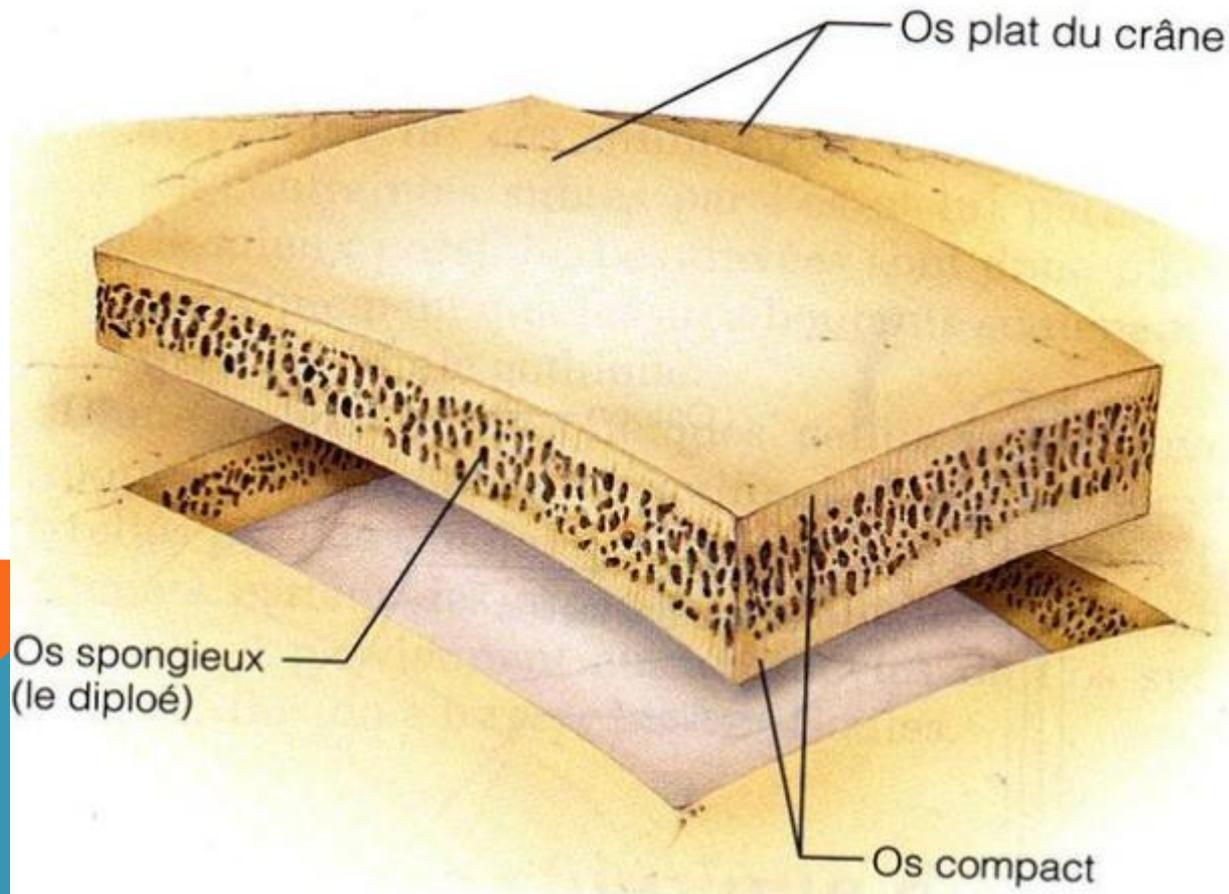


## SYNTHÈSE

- Le **canal médullaire** est constitué par une pièce cartilagineuse initialement.
- Le **périchondre** est remplacé par le périoste autour.
- **L'ossification endoconjonctive** se développe **parallèlement** au front d'ossification diaphysaire.
- **L'ossification endochondrale** se fait par dépôts des lamelles osseuses par les ostéoblastes amenés par le sang.
- L'ossification des os longs se fait donc par **ossification endomembraneuse** et **endochondrale**, de façon **simultanée** et **progressive**.

## OSSIFICATION DES OS PLATS

- Uniquement par **ossification endoconjonctive**.
- Petites **trabécules osseuses** au niveau central et aspect pseudo-alvéolaire
- Zone la plus riche pour l'hématopoïèse.



# STRUCTURES MICROSCOPIQUES

## La Matrice Extra-Cellulaire de l'os

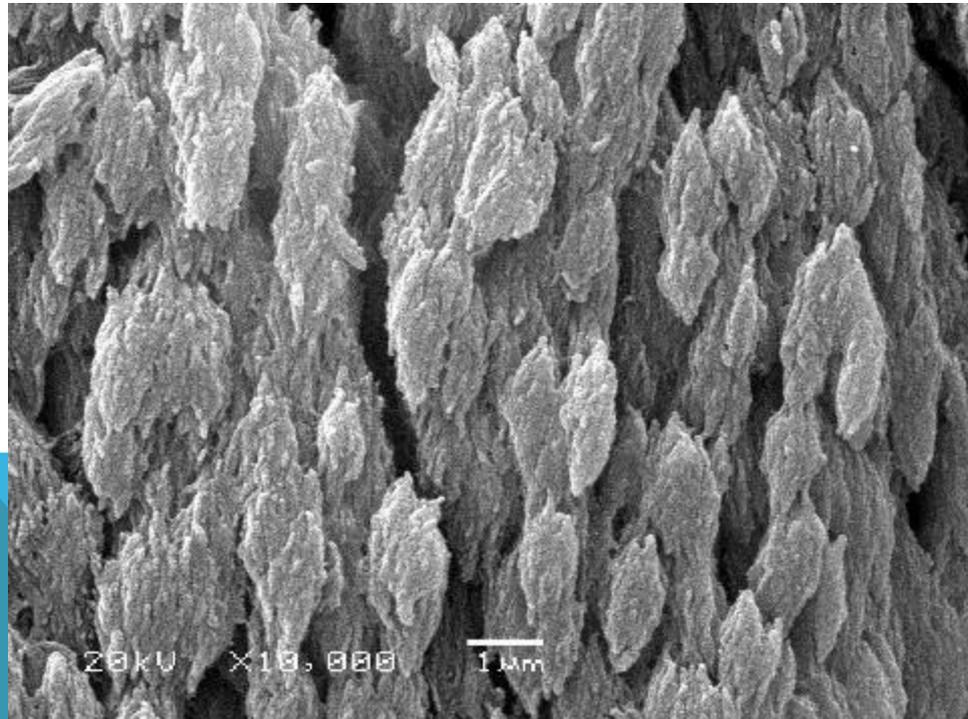
Composée de 2 phases :

- à 35% par la **phase organique** : composée de

- 90% de **fibres de collagène**

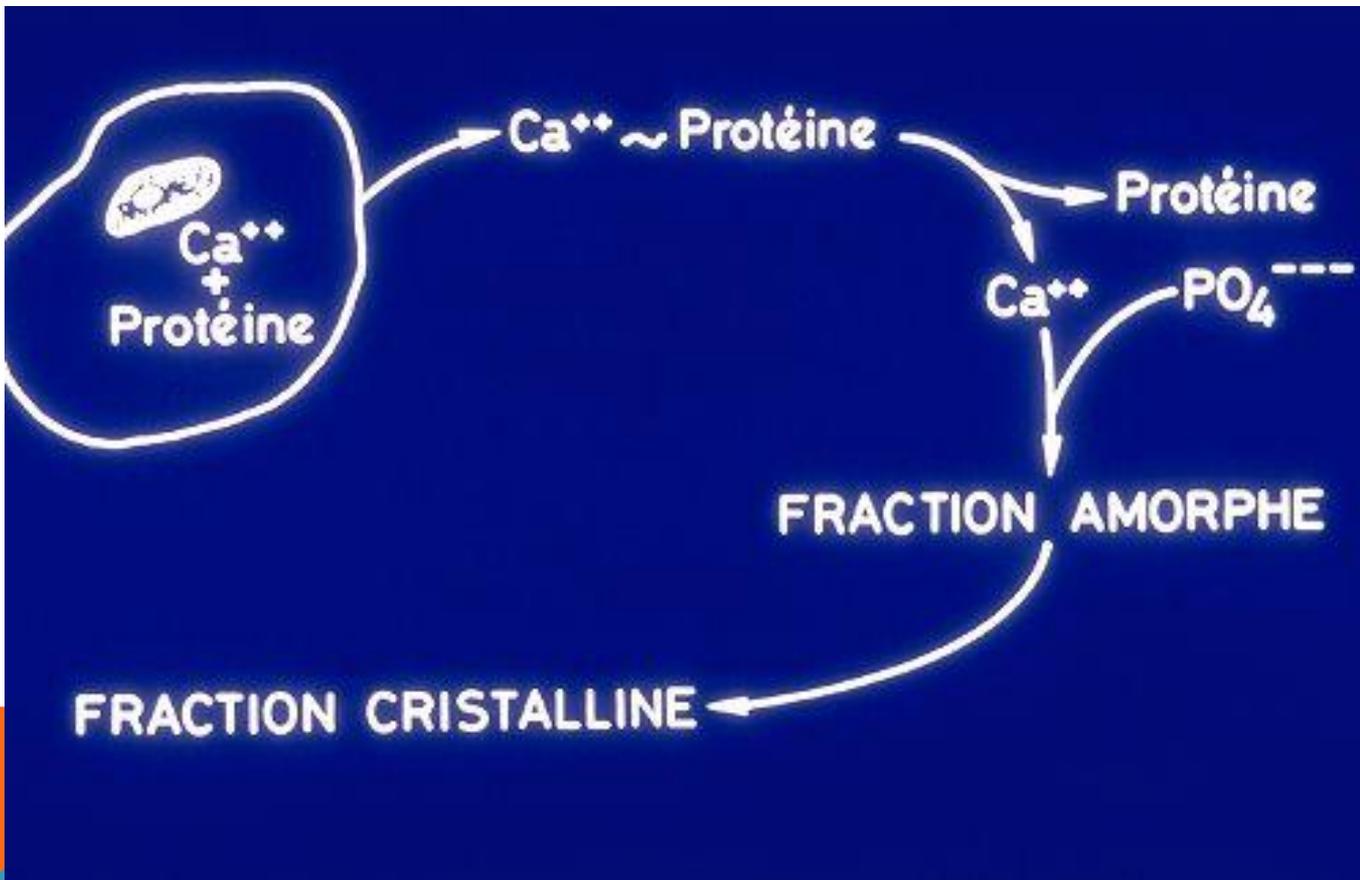
- 10% de **substance fondamentale**

-à 65% par une **matrice minérale** de cristaux d'hydroxyapatite.



La **phase minérale** est composée de 2 fractions :

- La **phase amorphe** : stockage de calcium brut prêt à être assimilé en cristaux.
- La **phase cristalline** : calcium sous forme de cristaux d'hydroxyapatite.



# Association des cristaux d'hydroxyapatite

1/ **Nucléation** : formation de la première structure hexagonale

2/ **Accrétion** : formation de mailles autour.

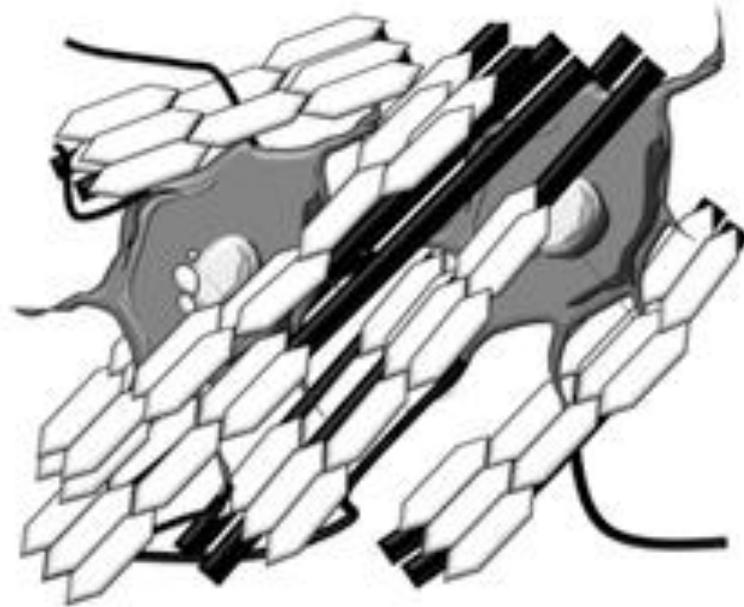
NB : l'eau constitue 50% du poids de l'os.

Fibre de collagène 1

Cristaux d'hydroxyapatite

Ostéocytes

Dr Patrick PHILIP-2011



**ATTENTION !**  
**POINT DÉFINITIONS**

**+++**

- **Minéralisation** : simple présence de minéraux dans la MEC
- **Calcification** : précipitation des minéraux de calcium sous forme d'un dépôt et sans organisation précise
- **Cristallisation** : dépôt de calcium organisé en cristaux
- **Ossification** : formation d'os par calcification puis par cristallisation.

# LES CELLULES DE L'OS

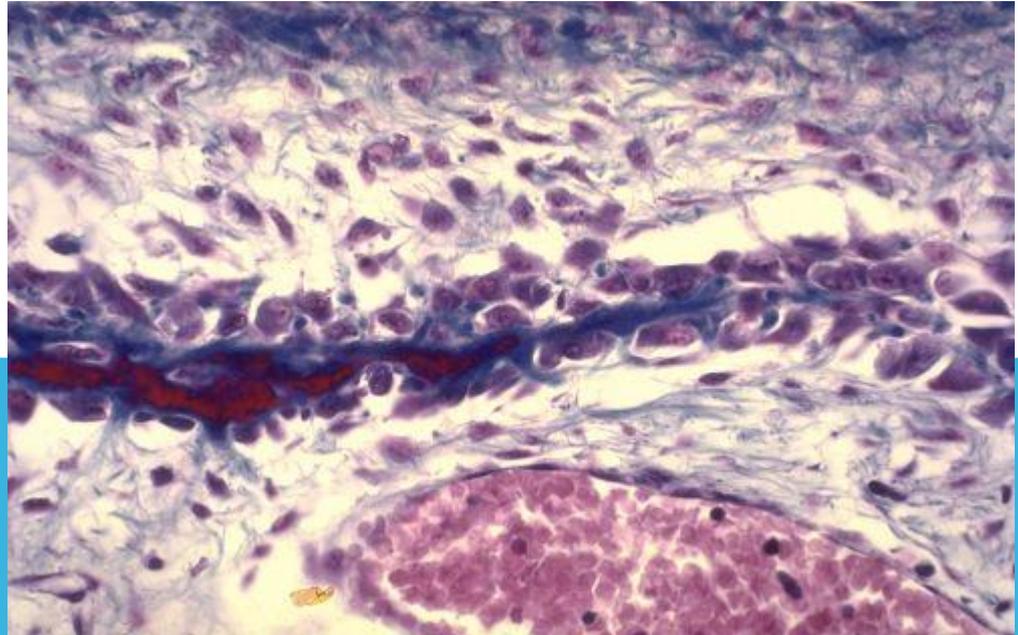
## L'ostéoblaste

### Rôle de synthèse important :

- **Réticulum endoplasmique granuleux** très actif
- Plusieurs nucléoles, mitochondries et appareil de golgi développés
- Vacuoles.

### Fonction de l'ostéoblastes

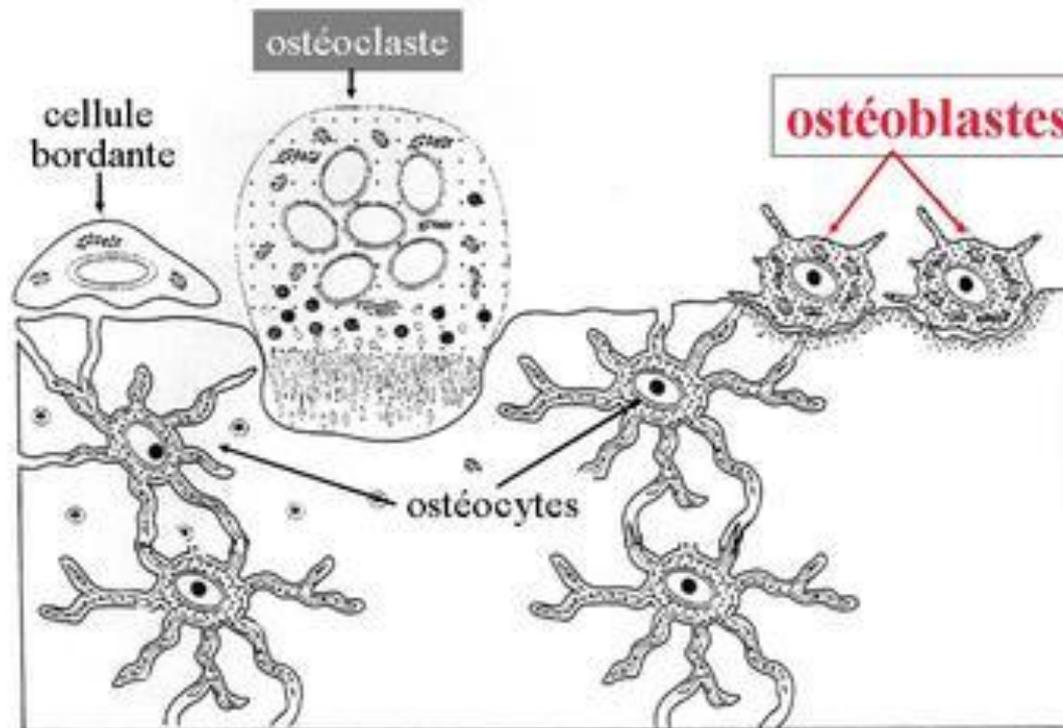
- Production de la phase organique
- Régulation de l'ostéolyse
- Migration de l'ostéoclaste
- Lyse de l'ostéoplaste
- Production d'enzymes



# L'ostéocyte

- **Ostéoblaste** différencié qui présente des expansions cytoplasmiques.
- Cellule sensible à la **mécanotransduction**

*Un os en bonne santé est un os qui subit des contraintes régulières !*



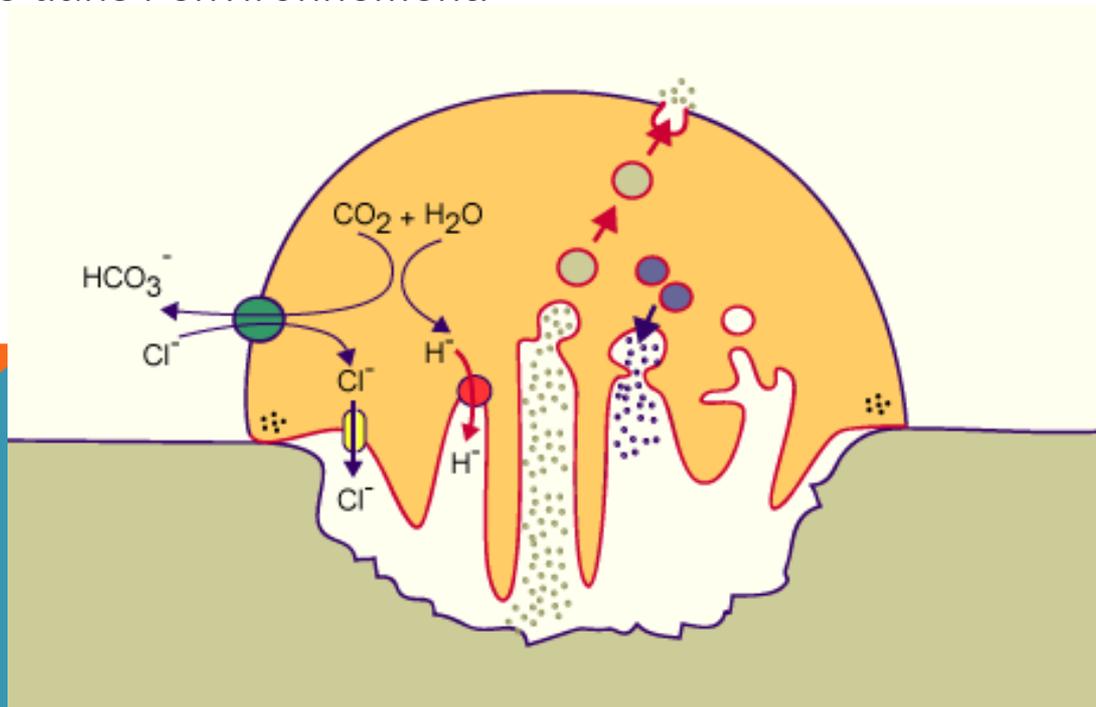
# L'ostéoclaste

## Aspect

- Cellule de grande taille et **multinucléée**
- Présente d'un pôle avec une **membrane en brosse**
- Présence de nombreuses **vacuoles** et **lysosomes**

## Dégradation

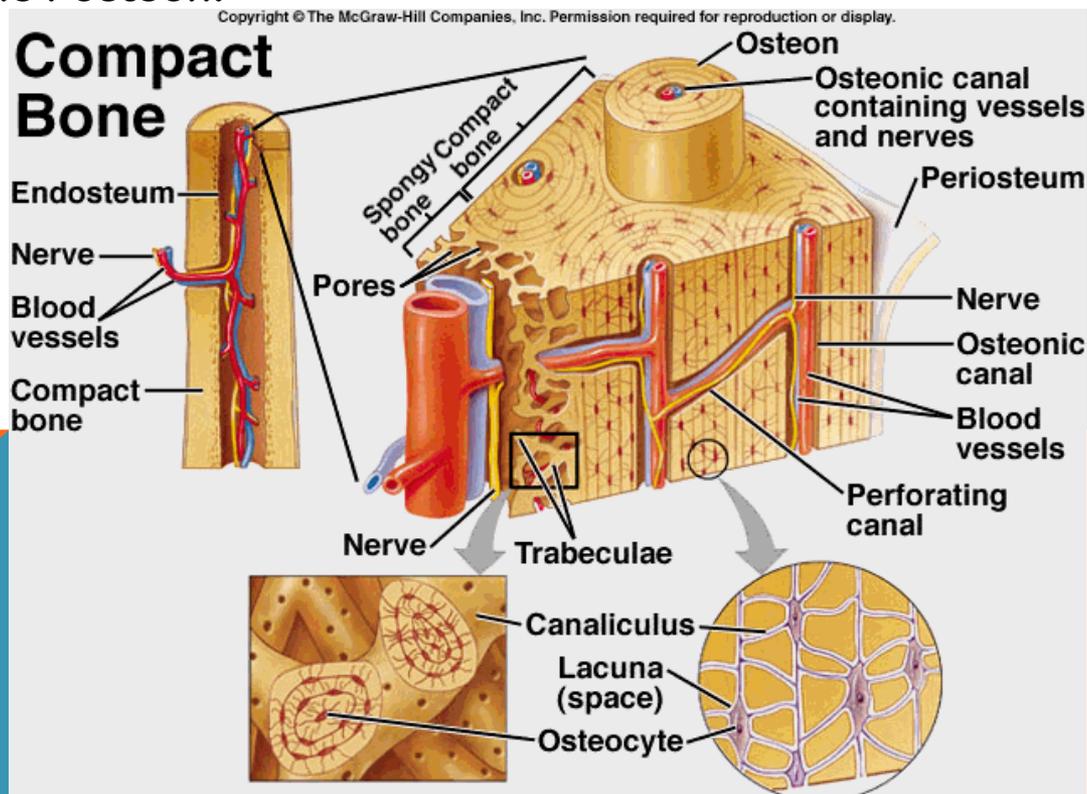
- **acidifie** la chambre
- utilise des **enzymes de digestion**.
- **recycle** le calcium et facteurs de croissance piégés dans la matrice, relargués dans l'environnement.



# OSSIFICATION PRIMAIRE

## Remaniement de l'os cortical lamellaire en os haversien

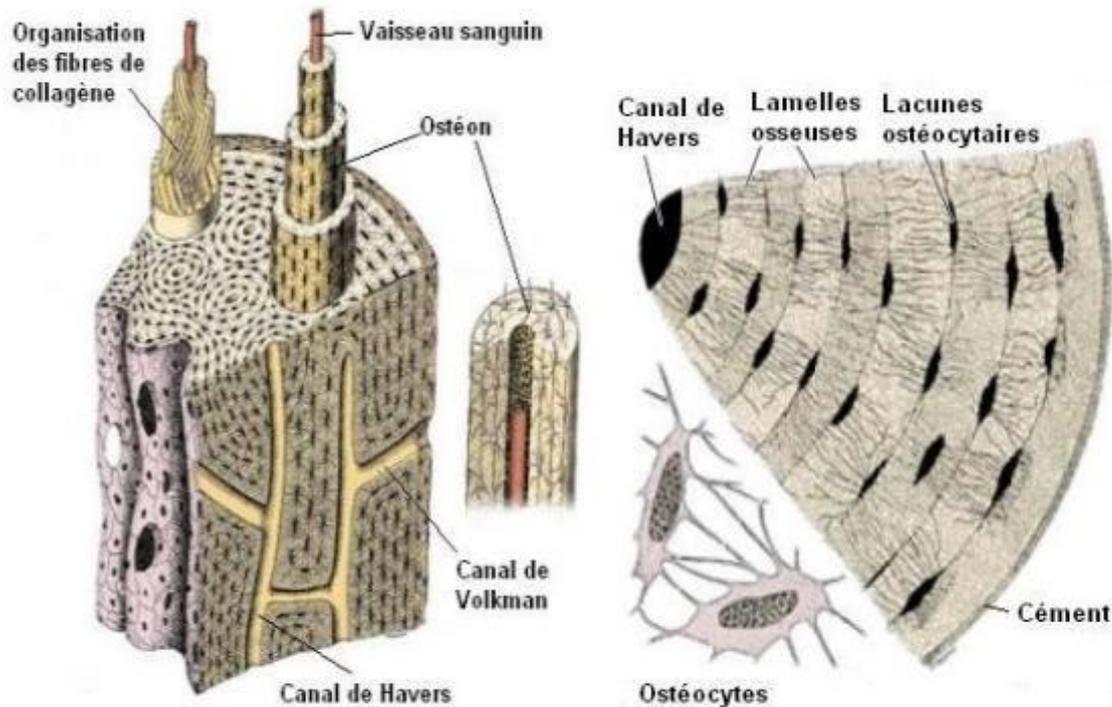
- 1/ Les **ostéoclastes** viennent de la moelle osseuse et attaquent perpendiculairement la corticale lamellaire.
- 2/ L'ostéoclaste suit **l'axe longitudinal** et creuse un canal suivant les lignes de forces.
- 3/ Un **bourgeon vasculaire** se forme derrière et contient des cellules mésenchymateuses.
- 4/ Les **cellules mésenchymateuse** donnent des ostéoblastes.
- 5/ Constitution de l'ostéon.



# OSSIFICATION SECONDAIRE

## Remaniement de l'os cortical haversien

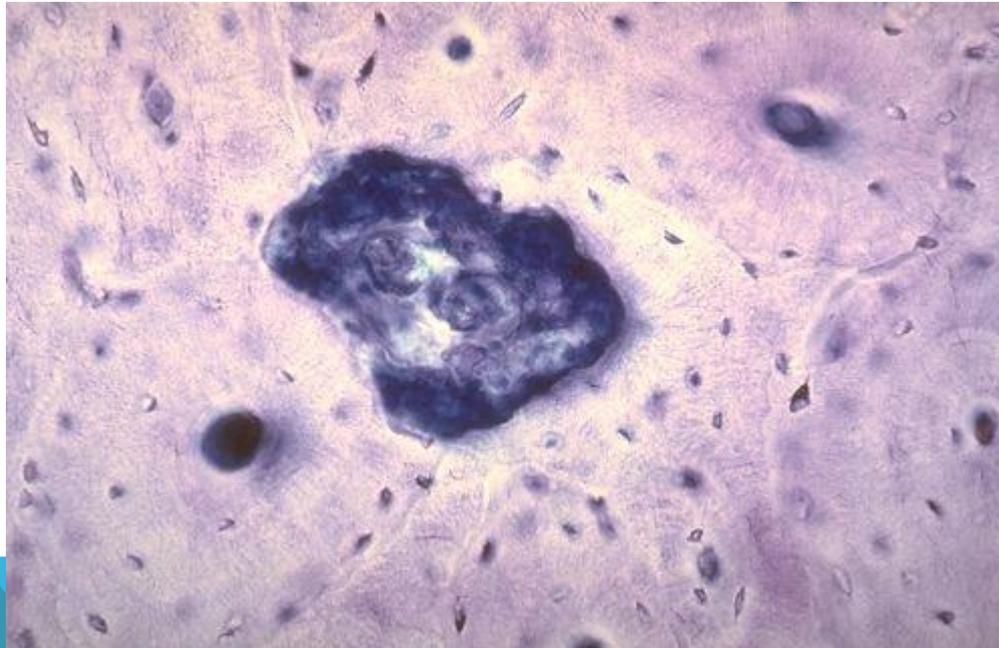
- 1/ Les **ostéoclastes** creuses de nouvelles galeries dans les ostéons rebouchés.
- 2/ Attaque de la paroi selon un axe longitudinal.
- 3/ Les vaisseaux sanguins suivent et apportent des cellules souches.
- 4/ Les **canaux de Volkman**, perpendiculaire à l'axe, sont creusés pour rejoindre d'autres canaux de Havers.



# LES OSTÉONS ET LEUR FORMATION : COUPES HISTOLOGIQUES

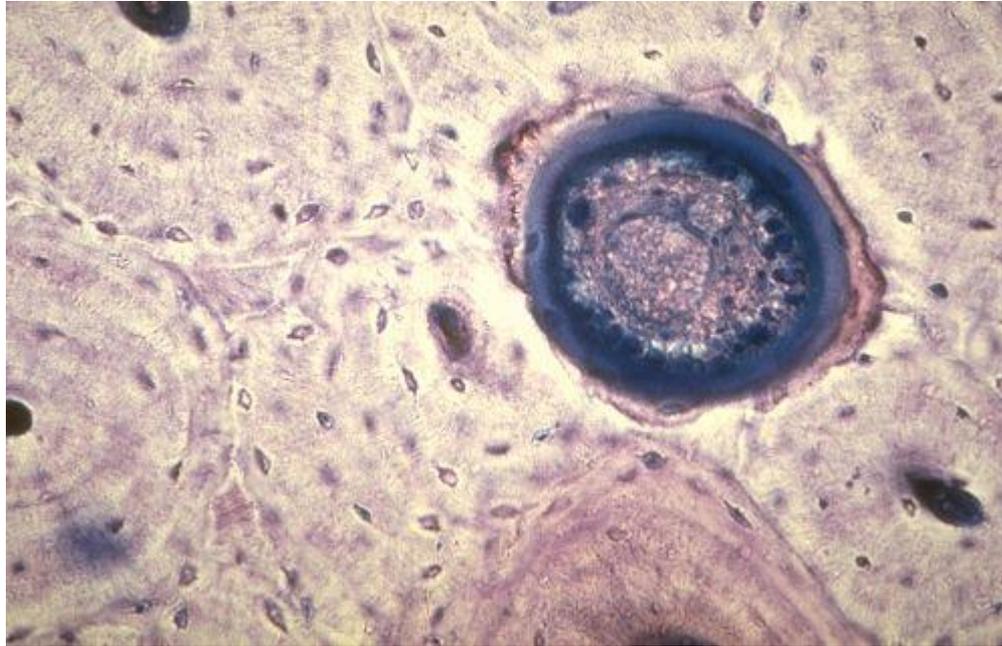
## 1/ Cavité de résorption

- Tunnel creusé par un ostéoclaste provenant de la cavité médullaire.
- Bords irréguliers.
- **Cellules mésenchymateuses** avec noyau bleu au centre.



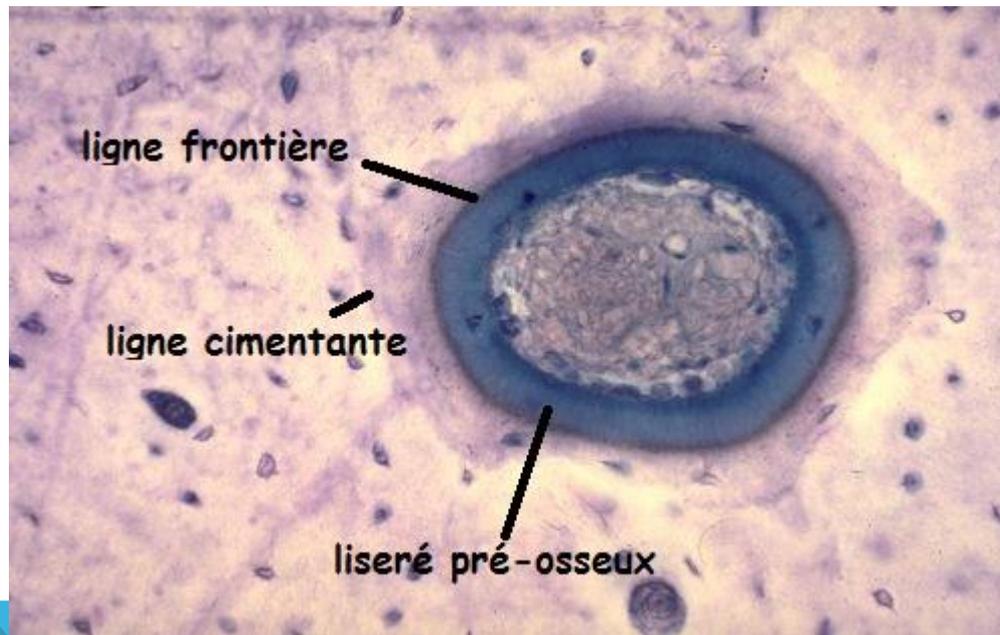
## 2/ Ostéon débutant

- Quelques lamelles
- La **ligne cimentante** est sinueuse
- Lumière large



### 3/ Ostéon avancé

- Plusieurs lamelles en périphérie d'aspect blanc.
- Le **liseré pré-osseux** est coloré en bleu.
- La **ligne frontière** est la limite entre le liseré pré-osseux et la première lamelle calcifiée.
- Le canal est occupé par les ostéoblastes.



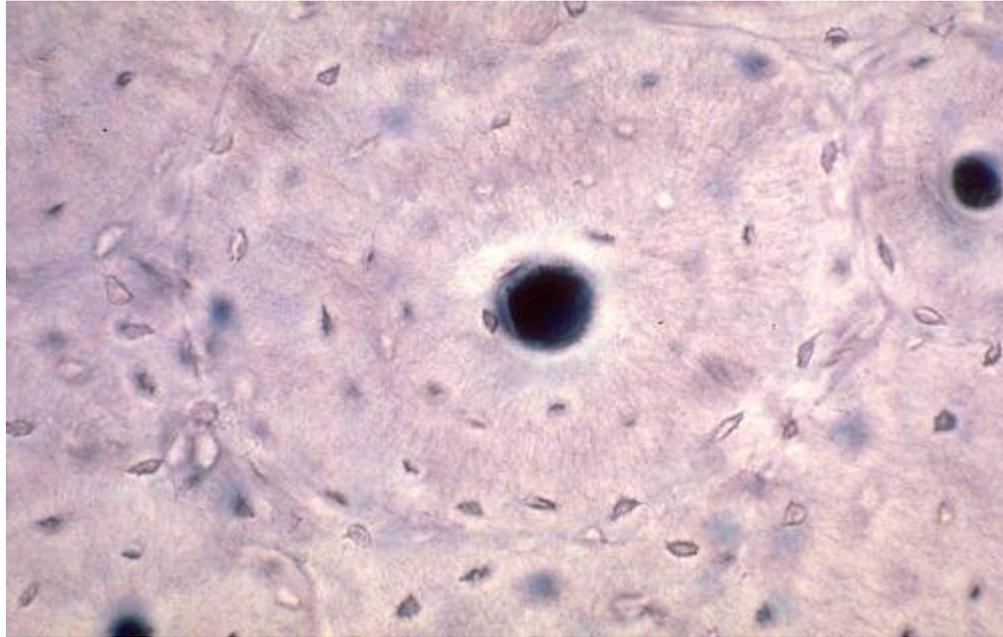
## 4/ Ostéon très avancé

- Canal réduit.
- Liseré pré-osseux encore présent.



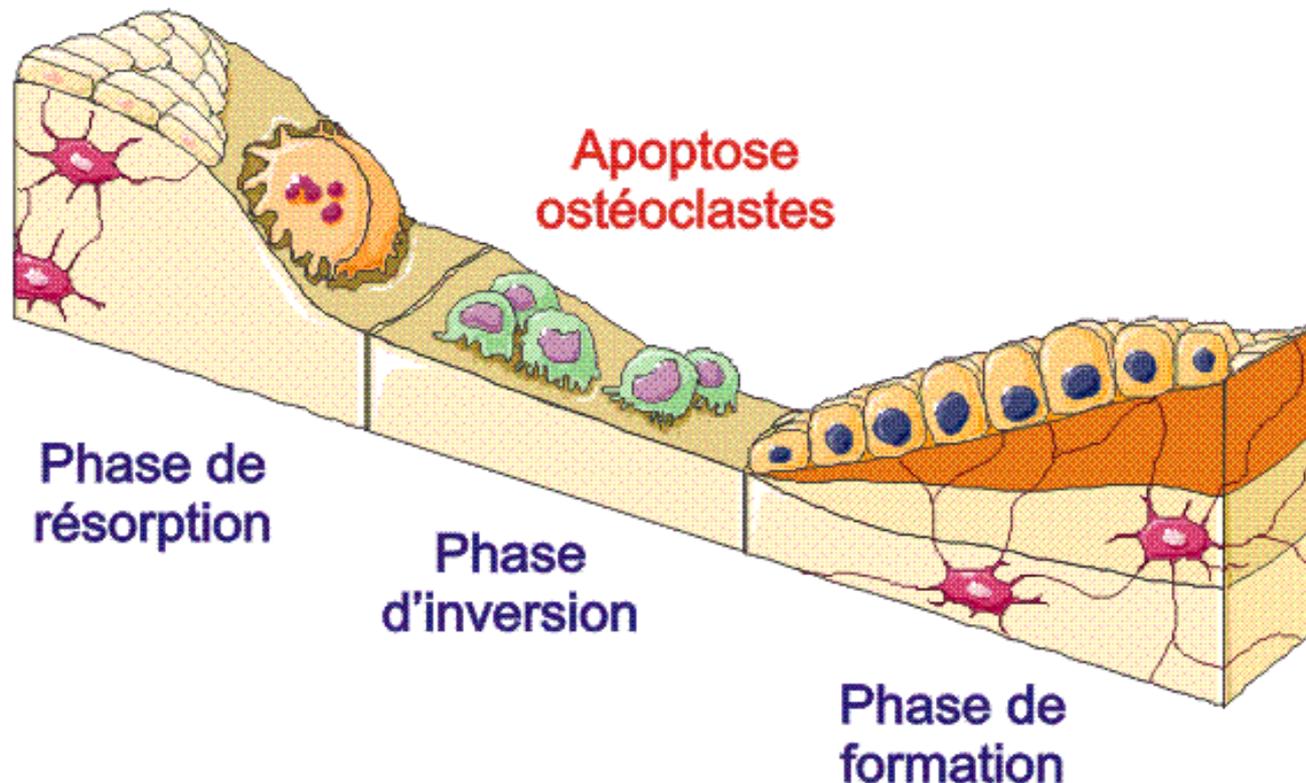
## 5/ Ostéon achevé

- Plus de liseré pré-osseux.
- L'ostéon est séparé du tissu voisin par la **ligne cimentante**.
- Le **canal de Havers** est présent.



# REMANIEMENT DE L'OS ALVÉOLAIRE/TRABÉCULAIRE

- 1/ **RESORPTION** : l'ostéoclaste dissout les cristaux d'hydroxyapatite en surface. Le collagène est mis à nu.
- 2/ **INVERSION** : les filaments de collagène sont nettoyés par les monocytes.
- 3/ **FORMATION** : les cellules souches donnent des ostéoblastes qui vont produire une phase minérale nouvelle.
- 4/ **QUIESCENCE** : l'ostéoblaste entre en quiescence en attendant d'être activé par des facteurs.



# QCM

## 1. Quelques généralités sur le tissu osseux.

- A) Le tissu osseux et le tissu cartilagineux sont des tissus conjonctifs spécialisés.
- B) Le tissu cartilagineux subit une métaplasie : il s'ossifie formant le tissu osseux.
- C) Au sein d'un os mature, on peut retrouver des ostéoblastes dans leur ostéoplastes.
- D) On ne retrouve plus de cartilage chez l'adulte, celui-ci ayant servi à la formation du tissu osseux.
- E) toutes les propositions sont incorrectes.

# CORRECTION

A) Vrai .

B) Faux : il n'y a pas de métaplasie au sein du tissu osseux. Le tissu cartilagineux sert de matrice pour l'ossification, il sera remplacé par du tissu osseux.

C) Vrai.

D) Faux : On retrouve du tissu cartilagineux chez l'adulte : le nez, les oreilles, la trachée, les cartilages articulaires etc...

# QCM

## 2. Concernant les fonctions du tissu osseux

- A) Il constitue la 1<sup>ère</sup> réserve de calcium chez le mammifère.
- B) Il permet la production de cellules du sang : en effet, les os longs sont le principal lieu de l'hématopoïèse.
- C) Tout os se régénèrera intégralement plusieurs fois au cours de la vie d'un individu.
- D) Les contraintes sur un os sont nécessaire à sa physiologie et lui permettent de se renforcer : on parlera de mécanotransduction.
- E) Toutes les propositions sont incorrectes.

# CORRECTION

A) Vrai.

B) Faux : l'hématopoïèse se fait essentiellement dans les os plats.

C) Vrai.

D) Vrai.

## QCM

3. Concernant le mode de croissance du cartilage et de l'ossification, donnez les propositions correctes.

- A) Au niveau des groupes isogéniques axiaux, on retrouve successivement, de haut en bas : le cartilage sérié, hyalin puis hypertrophique.
- B) Les macrophages peuvent détruire les cloisons ossifiées entre les chondroplastes vides.
- C) l'ossification endochondrale permet la formation de la corticale osseuse.
- D) Au sein d'un groupe isogénique axial, on retrouve les cellules les plus immatures le plus proche du centre de la diaphyse.
- E) Toutes les propositions sont incorrectes.

# CORRECTION

A) Faux : de haut en bas on retrouve les cartilages hyalin, série puis hypertrophiques.

B) Faux : les macrophages peuvent uniquement attaquer les cloisons formées de matrice cartilagineuse non ossifié, ce sont les ostéoClastes qui peuvent détruire les lamelles osseuse.

C) Faux : la corticale osseuse se forme par ossification endomembraneuse ou endoconjonctive.

D) Faux : Les cellules souches sont proche de la métaphyse et les cellules matures au centre de la diaphyse.

# QCM

4. Concernant ces définitions, donnez les propositions exactes :
- A) la minéralisation est un phénomène visible uniquement lors de la formation d'un os.
  - B) La calcification est le dépôt de calcium selon une organisation cristalline.
  - C) L'ossification est un phénomène de calcification suivi d'une cristallisation.
  - D) Contrairement à la calcification, la minéralisation n'est pas visible en microscopie.
  - E) Toutes les propositions sont incorrectes.
- 

# CORRECTION

- A) faux : on retrouve des minéralisations dans certains phénomènes pathologiques comme le dépôt de cholestérol et de minéraux dans les artères, conduisant à leur obstruction.
- B) Faux : il n'y a pas d'organisation précise dans un phénomène de calcification.
- C) Vrai.
- D) Vrai : en effet, la minéralisation est la seule présence de minéraux dans un tissu alors que la calcification est un dépôt, elle sera donc visible en microscopie.

# QCM

5. Concernant le remaniement de l'os alvéolaire, donnez les propositions correctes.

A) La résorption fait intervenir des macrophages nettoyant les fragments de collagènes.

B) La phase de Formation est une phase où les ostéoblastes vont reformer une phase minérale.

C) La phase de Formation est suivie d'une phase de quiescence jusqu'à ce que les ostéoclastes dégradent de nouveau des lamelles osseuses.

D) Lorsque les ostéoplastes dégradent la matrice osseuse, ils libèrent des facteurs qui stimulent les ostéoblastes.

E) Toutes les propositions sont incorrectes.

# CORRECTION

- A) Faux : c'est la phase d'inversion où les macrophages nettoient.
  - B) Vrai.
  - C) Vrai.
  - D) Faux : c'est l'ostéoClaste et non l'ostéoPlaste.
- 

**MERCI DE VOTRE ATTENTION 😊**

**Le tutorat d'histo vous souhaite bon courage pour cette semaine de révisions et vous attend nombreux pour le premier concours blanc de l'année !**

**L'histo, c'est booooww**

# SOURCES

**[http://www.google.fr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fimg.allodocteurs.fr%2Fupload%2Farticle%2F9829-don\\_os.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.allodocteurs.fr%2Factualite-sante-don-de-tissus-osseux-pensez-y--9829.asp%3F1%3D1&h=450&w=600&tbnid=OWo5Lw5ssQK-KM%3A&zoom=1&docid=qmRqLZHqZWA1wM&ei=5EvOU8yRMLGy7Aa2p4GYAg&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=311&page=4&start=32&ndsp=12&ved=0CKoBEK0DMck](http://www.google.fr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fimg.allodocteurs.fr%2Fupload%2Farticle%2F9829-don_os.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.allodocteurs.fr%2Factualite-sante-don-de-tissus-osseux-pensez-y--9829.asp%3F1%3D1&h=450&w=600&tbnid=OWo5Lw5ssQK-KM%3A&zoom=1&docid=qmRqLZHqZWA1wM&ei=5EvOU8yRMLGy7Aa2p4GYAg&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=311&page=4&start=32&ndsp=12&ved=0CKoBEK0DMck)**

**<http://www.isto.ucl.ac.be/>**

