

LE TISSU OSSEUX



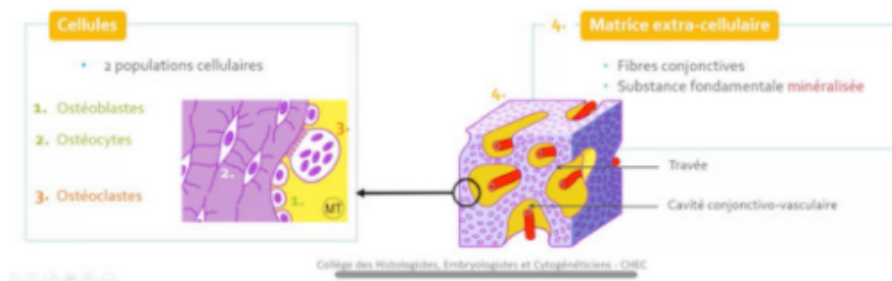
Introduction

Le tissu osseux est un **tissu squelettique de soutien**.

La **MEC** est : **solide, minéralisée** (= imprégnée de sels minéraux rigides qui la rendent perméable et rigide) et **vascularisée** !

On compte **2 populations cellulaires** (des cellules d'origine mésenchymateuse et d'autres d'origine hématopoïétique) qui communiquent de façon étroite et permanente. Elles sont réparties au sein de la MEC.

La croissance de l'os ne peut se faire que par **apposition de matrice**. Son renouvellement implique la **destruction préalable** du tissu osseux. Son aspect résulte d'un **équilibre entre l'activité de ses 2 populations cellulaires**.



Les rôles du tissu osseux

On répartie les rôles du tissu osseux en 4 catégories :

Soutien	Mécanique	Protection des organes	Métabolique
- Constitue la majeure partie du squelette	- Support rigide pour l' insertion des tendons et des ligaments essentiels à la locomotion	- La cage thoracique : protège le cœur et les poumons - La boîte crânienne : pour l'encéphale - Les vertèbres pour la moelle spinale	- Participe à la régulation du métabolisme phosphocalcique : en fonction des besoins l'organisme stocke ses ions dans la fraction minérale de la matrice ou au contraire les libère - Principale réserve de phosphore et de calcium

La MEC

On la dénomme **matrice osseuse**. On rappelle qu'elle est **solide, minéralisée** et **vascularisée** !

Elle s'organise sous forme de **travées** entourant les **lacunes de TC vascularisée** : les plus **volumineuses** de ces lacunes renferme la **moelle osseuse**.

Le tissu osseux est **le moins hydraté** de l'organisme : la **MEC** comporte une **composante organique** sur laquelle se dépose la **composante minérale** formant ainsi une **MEC minéralisée**.

La composante organique

Elle représente **30 %** du poids sec de la MEC.

Elle est composée de :

- Fibres conjonctives : **collagène I** ↔ 95 % du poids sec.
- Une SF composée de **GAG sulfatés** et **protéines peu abondantes** : elles lui confèrent une **forte affinité pour les sels de calcium**.
- **Glycoprotéines de structure** et **facteurs de croissance** (GF) sont présent en faible quantité.
 - Les GF participent à la **communication** entre les cellules osseuses et **régulent** leur activité biologique.
 - Parmi les glycoprotéines de structure : **fibronectine** et **ostéopontine**.
 - Elles assurent la **liaison entre la matrice et les cellules**.
- Protéines de **minéralisation** : **ostéocalcine** et **ostéonectine**.
 - Elles ont une **forte affinité avec les sels de calcium**.

La composante minérale

Elle est très abondante ↔ **70 %** du poids sec

Elle est composée de **cristaux d'hydroxyapatite** complexe cristallin de **calcium** et de **phosphore** s'intercalant **entre les fibres de collagène**.

Les cellules

On compte **2 populations cellulaires** : une première d'origine **mésenchymateuse** : les **ostéoblastes** et les **ostéocytes**, une seconde d'origine **hématopoïétique** (monocytaire) : les **ostéoclastes**.

Ces 2 populations ont des activités différentes et leur équilibre permet le renouvellement et l'aspect du tissu osseux.

Les ostéoblastes

On les retrouve sous forme d'une **couche continue** à la **surface des travées**.

Au repos, on les appelle **cellules bordantes**.

Les ostéoblastes ont une forme **polyédrique** et leur noyau **ovalaire** est rejeté **au pôle non sécréteur** de la cellule.

Le **pôle sécréteur** de la cellule se termine par de **fins et courts prolongements cytoplasmiques** s'enfonçant dans la matrice osseuse. A leurs **extrémités**, on retrouve des **jonctions communicantes** de type **Gap** : ceci permet la **communication avec les ostéoblastes voisins**.

Le cytoplasme est **basophile** reflétant la richesse en organistes impliqués dans la synthèse de protéines de la matrice osseuse : **REG** et **l'appareil de Golgi**. Le cytoplasme est également riche en **mitochondries** qui stocke et concentre les **ions calciums et phosphore** sous forme de vésicules matricielles.

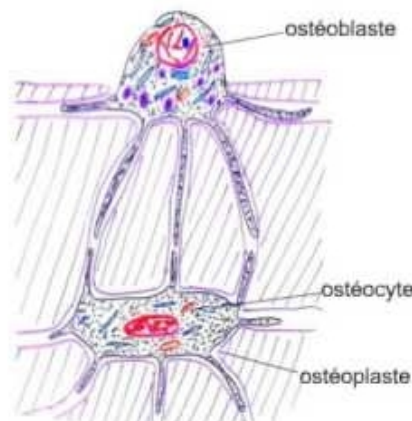
L'ostéoblaste assure la synthèse et la minéralisation de la MEC

La synthèse et la minéralisation de la MEC se font en **2 étapes** :

1. **Synthèse de la composante organique** (fibres conjonctives et SF) : la matrice non minéralisée est appelée **bordure ostéoïde**.
2. **Minéralisation de la matrice** : processus complexe aboutissant au **dépôt des cristaux d'hydroxyapatite** entre les fibres de collagène I.

La minéralisation de la bordure ostéoïde emprisonne l'ostéoblaste qui se transforme en ostéocyte.

= les **ostéoblastes s'emprisonnent** dans la matrice qu'ils élaborent et **deviennent des ostéocytes**.



Les ostéocytes

Ils sont donc issus de l'**état de différenciation terminale des ostéoblastes** !

Ce sont des cellules **fusiformes** à grands axes parallèles à la surface osseuse enfermées dans des logettes = **ostéoplastes**.

Les **ostéoplastes** sont reliés entre eux par des **canalicules** où cheminent les **fin prolongements cytoplasmiques des ostéocytes**. Les extrémités de ces prolongements sont munies de **jonctions communicantes de type Gap** : ceci permet **l'interaction** avec les **ostéocytes voisins** et les **ostéoblastes** de surface.

Les ostéocytes ont **2** fonctions :

- **Harmonisation du remodelage osseux** : les ostéocytes **perçoivent les variations** de contrainte **mécanique** s'exerçant sur le tissu osseux. Ils **transmettent l'information** aux ostéoblastes induisant une **augmentation** de la **synthèse** de la matrice osseuse ou au contraire une augmentation de sa **résorption** par les ostéoclastes.
- **Maintient de l'homéostasie phosphocalcique** : ils sont capables de **résorber** la matrice osseuse périostéocytaire ou au contraire **synthétiser** de la matrice. Ils participent ainsi aux **échanges permanent de calcium et de phosphore** entre le sang et l'os.

Les ostéoclastes

D'origine **HEMATOPOIETIQUE** !!!!

Il s'agit de **cellules mobiles** à la **surface** des travées osseuses.

C'est une **volumineuse cellule plurinucléée** (10 à 15 noyaux en périphérie de la cellule) mesurant jusqu'à **100 µm** de grand axe.

Le cytoplasme renferme de **nombreuses mitochondries** et **nombreux lysosomes** comportant des enzymes.

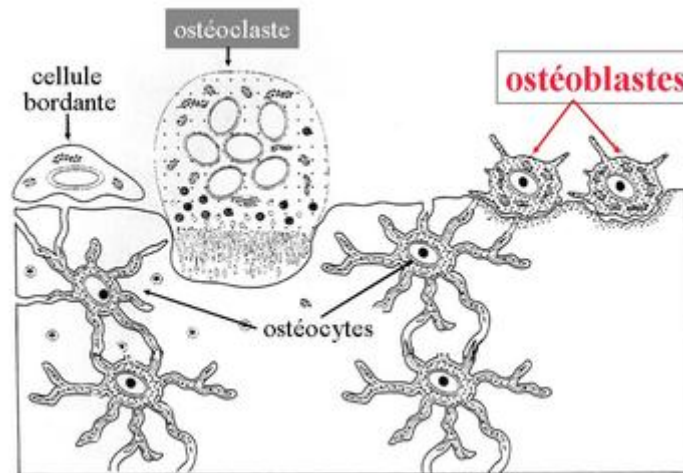
L'ostéoclaste possède une **bordure en brosse** constituée de **microvillosités**.

Les ostéoclastes assurent la **résorption** de la matrice osseuse de différentes manières :

- La **pompe à protons** : permet une **diminution de pH** ce qui entraîne la **dissolution des cristaux d'hydroxyapatite**.
- Les **enzymes lysosomiales** : digèrent les **fibres de collagène** et autres **protéines de la matrice organique**.

Le recrutement et l'activité des **ostéoclastes** sont **contrôlés** par les **ostéoblastes** grâce à de multiples **GF**. Ceci assure une **COORDINATION** entre **synthèse** et **dégradation** de la matrice osseuse.

Récap :



Les **ostéoblastes au repos** sont nommés **cellules bordantes**

La **différenciation terminale** des ostéoblastes donne les **ostéocytes** qui se trouvent des les **ostéoplastes**.

Ostéocytes **communiquent** entre eux et avec les ostéoblastes via **canalicules**.

Les **ostéoblastes synthétisent** la matrice tandis que les **ostéoclastes la résorbent**.

Le tissu osseux est en équilibre entre synthèse (ostéoblastes) et résorption (ostéoclastes) !!

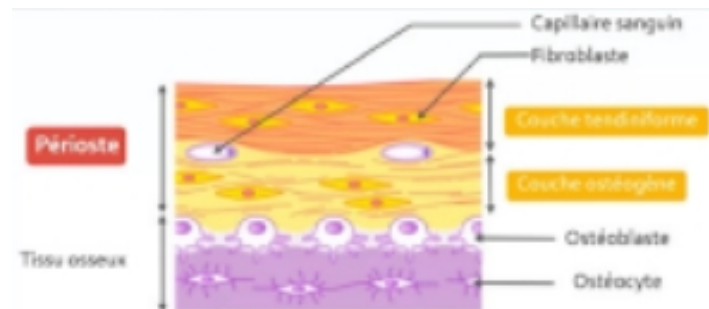
OstéoBlastes → Bâtissent →
Responsables de la SYNTHÈSE
de la matrice

OstéoClastes → Cassent →
Responsables de la
RESORPTION de la matrice

OstéoPlastes → Prison → Ils
enferment les ostéocytes



Le périoste



Le périoste est un **TC dense** bordant la **face externe** des os à l'**exception** des **cartilages articulaires**.

Il se poursuit par des **capsules articulaires** aux extrémités des os et sert **d'insertion** pour les tendons et ligaments.

Il se compose de 2 couches : **tendineuse** (fibreuse externe) et **ostéogène** interne.

- La **couche tendineuse** : **TC dense fibreux**, richement **vascularisée**. Elle assure la **nutrition** de l'os sous-jacent. Des branches des **artères périostiques** pénètrent également dans le tissu osseux.
- La **couche ostéogène interne** : **TC lâche** richement **vascularisée**. Elle participe aussi à la **nutrition** de l'os sous-jacent. Les **cellules** de la couche ostéogène **prolifèrent** et **se différencient en ostéoblastes** participant ainsi à la **croissance** du tissu osseux et à la **réparation des fractures** osseuses.

Les variétés du tissu osseux

On retrouve 2 types de tissu osseux selon l'orientation des fibres de collagène :

- **Tissu osseux réticulaire (primaire) :**
 - **Non orienté** : les fibres de collagène I et les ostéocytes sont disposés sans ordre.
 - **Peu minéralisé et transitoire** : il sera remplacé au cours du développement par du **tissu osseux lamellaire** mieux organisé et plus résistant lors de l'**ossification secondaire**.
 - Chez le **fœtus et l'embryon** ↔ **ébauches** des os.
 - **Après la puberté** : on le retrouve uniquement au niveau de l'**osset de l'oreille**.
- **Tissu osseux lamellaire (secondaire) :**
 - **Formation rapide** à partir du tissu osseux primaire.
 - **Très minéralisé** : il constitue la **presque totalité** du tissu osseux.

- **Orienté** : les fibres de collagène I se disposent **parallèlement**, réalisant des **lamelles superposées** entre lesquelles se trouvent les ostéocytes.
- La **disposition des lamelles** osseuses permet de différencier 2 **types de tissu osseux lamellaire** :

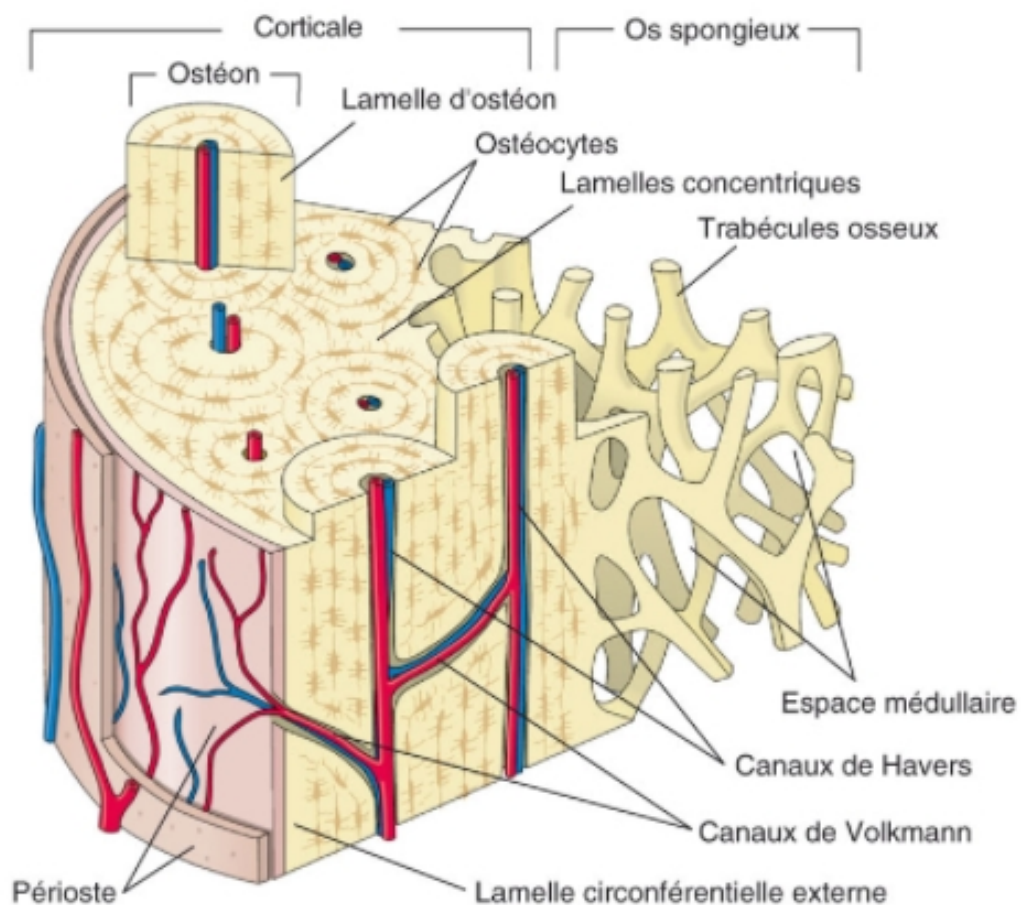
→ **Le tissu haversien = compact**

- Présent au niveau de la **partie externe des os** (corticale).
- Lamelles osseuses disposées de manière **concentrique autour de canaux** formant les **ostéons**.

→ **Le tissu osseux trabéculaire = spongieux**

- Au **centre des os** : semblable à une **éponge**
- **Lamelles** osseuses disposées **en travées** séparées par des **cavités** contenant la **moelle osseuse**.

Le tissu osseux lamellaire



Dans le tissu haversien : chaque **ostéon** correspond à un **cylindre** constitué d'un **canal central** entouré de **lamelles osseuses**.

Les ostéons sont **parallèles** les uns aux autres selon le grand axe central de l'os, leur diamètre varie de **100 μm à 1 mm**, leur longueur peut aller de **quelques mm jusqu'à 1 cm**.

Entre les ostéons, on trouve des **systèmes intermédiaires** qui correspondent à des **restes d'anciens ostéons** partiellement détruits par les remaniements tissulaires permanents.

A la **périphérie de l'os**, se trouve une mince couche de tissu osseux lamellaire compact **dépourvue de vaisseaux** qui entoure complètement l'os sous le périoste = **système fondamentale externe** (*non visible sur le schéma*).

A la **face interne** de la corticale, se trouve un système similaire appelé **système fondamentale interne** (*non visible sur le schéma*).

Chaque ostéon comporte en son **centre** un **canal de Havers**.

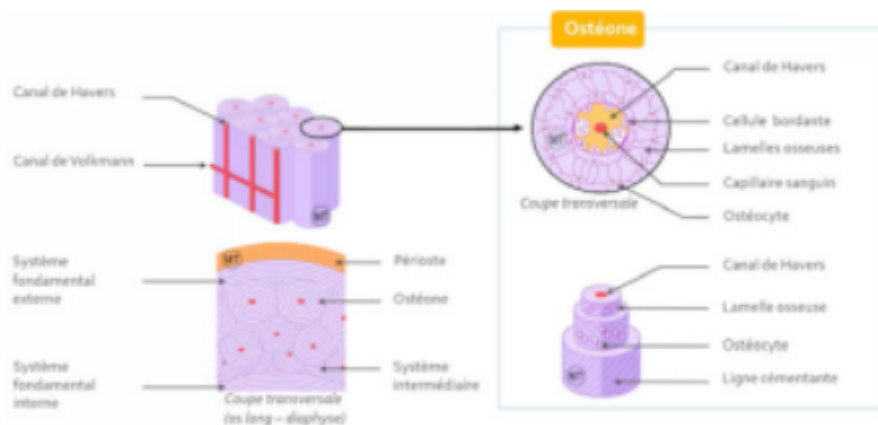
Un canal de Havers est une **cavité conjonctivo-vasculaire** de petite taille (80 μm de diamètre) où circule une **fibre nerveuse amyélinique** avec un **capillaire sanguin**.

Ce canal est tapissé de **cellules bordantes**. Il est entouré de **10 à 15 lamelles osseuses concentriques**. Les fibres de collagène y sont **parallèles** les unes aux autres. Ces fibres sont disposées de manière **hélicoïdale** par rapport à l'axe de l'ostéon dont l'organisation assure la **solidité optimale** du tissu osseux.

Tout à l'extérieur, la **ligne cémentante** constitue la **limite externe** de l'ostéon, il s'agit d'une lamelle osseuse **dépourvue d'ostéocytes**.

Les canaux de Havers sont reliés entre eux via les **canaux de Volkmann**.

Les canaux de Volkmann sont des **canaux transversaux dépourvus de lamelles concentriques**. Ils **perforent** les lamelles osseuses mais aussi les systèmes fondamentaux internes et externes. Les **vaisseaux** sanguins du tissu lamellaire sont **en continuité** avec les vaisseaux sanguins du périoste et de la moelle osseuse.



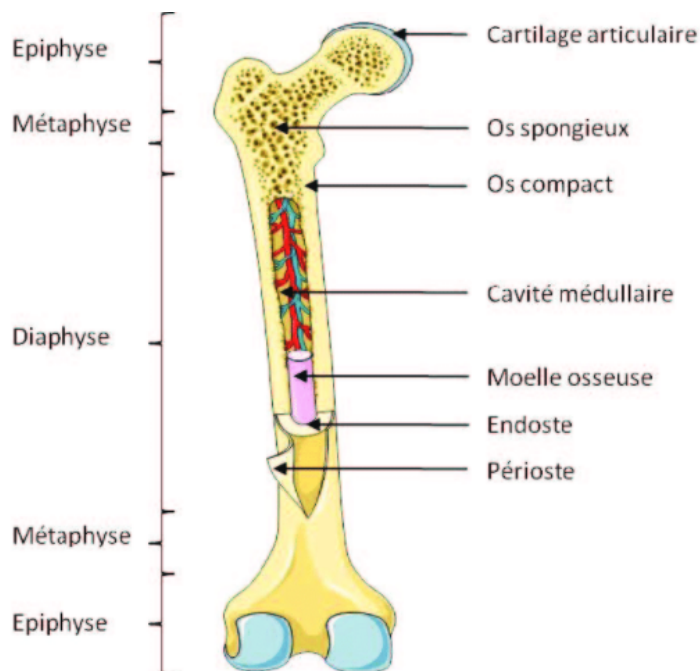
L'architecture osseuse

Les tissus osseux compacts et spongieux s'associent pour former 3 types d'os : les os longs, les os courts et les os plats.

Les os longs

Ils comportent une partie médiane rétrécie : la **diaphyse**, et 2 extrémités plus ou moins élargie : l'**épiphyse**, ces deux parties étant reliées par les **métaphyses**.

- La **diaphyse** : constituée d'os **compact** avec une **cavité médullaire centrale** comportant de la **moelle osseuse jaune**
- Les **métaphyses** : formées d'un tissu osseux **spongieux** entouré d'un tissu osseux **compact** prolongeant la corticale.
- Les **épiphyses** : constituées d'os **spongieux** entouré de tissu osseux **compact** qui s'amincit et se termine au contact du cartilage articulaire

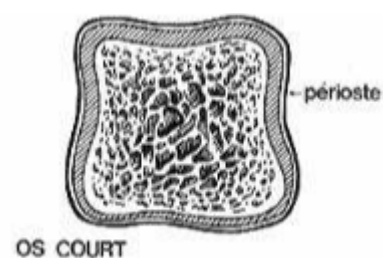


Chez l'enfant : les épiphyses sont **séparées** des métaphyses par du **cartilage de croissance** = **cartilage de conjugaison**. A la fin de la croissance, les cartilages de croissance **disparaissent**, les épiphyses et les métaphyses fusionnent

Les os courts

Ce sont les os du **tarse** et du **carpe**.

Leur structure est identique à celle des épiphyses des os longs : on a du tissu osseux **trabéculaire** (spongieux) entouré par une **mince corticale d'os compact**.



Les os plats

On les retrouve au niveau des **côtes**, de la **boîte crânienne** et de la **scapula**.

Dans les os du crâne, le tissu osseux spongieux est dénommé **diploé**, l'os compact forme les **tables externes et internes**.

