

# Les Tissus conjonctifs spécialisés

Ce sont embryologiquement et histologiquement des TC  
Avec des types cellulaires et une MEC spécifiques

On étudie 3 **types de TC spécialisés** :

## Le sang

- MEC liquide
- Son rôle est un transit et une homogénéisation rapide du milieu intérieur
- Il est produit par un TC réticulé: la moelle osseuse hématopoïétique

## Le cartilage

## L'os

# Tissu sanguin

## Le sang

Il est formé de **cellules en suspension** dans le plasma

Il est produit par les **organes hématopoïétiques** (varient au cours de la vie)

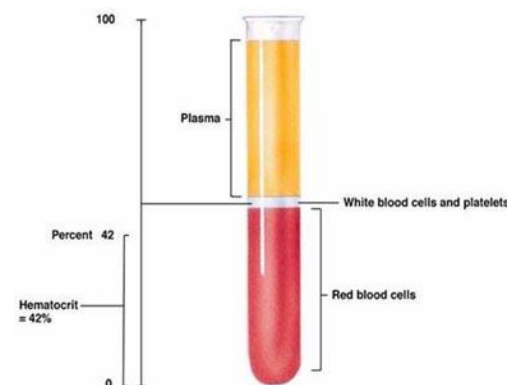
- **Phase vasculaire** de l'hématopoïèse (embryon) : c'est dans les vaisseaux que se forment les cellules sanguines, origine commune entre les cellules endothéliales et les cellules sanguines
- **Phase hépato-splénique** (embryon et fœtus) : apparition de l'ébauche du foie et de la rate qui deviennent les organes hématopoïétiques majeurs
- **Phase médullaire** (fœtus et post-natal) : formation de la moelle osseuse qui prend le relais et devient le lieu majeur de l'hématopoïèse tout au long de la vie

Volume total de sang **chez l'adulte : 4-5 L**

Lors d'une centrifugation du sang, on observe 2 parties :

- **Le plasma** : il est acellulaire et contient de l'eau, des ions et des protéines (dont l'albumine)
- **Les cellules**

$$\text{Hématocrite} = \frac{\text{volume cellulaire}}{\text{volume total}} = 0,45$$



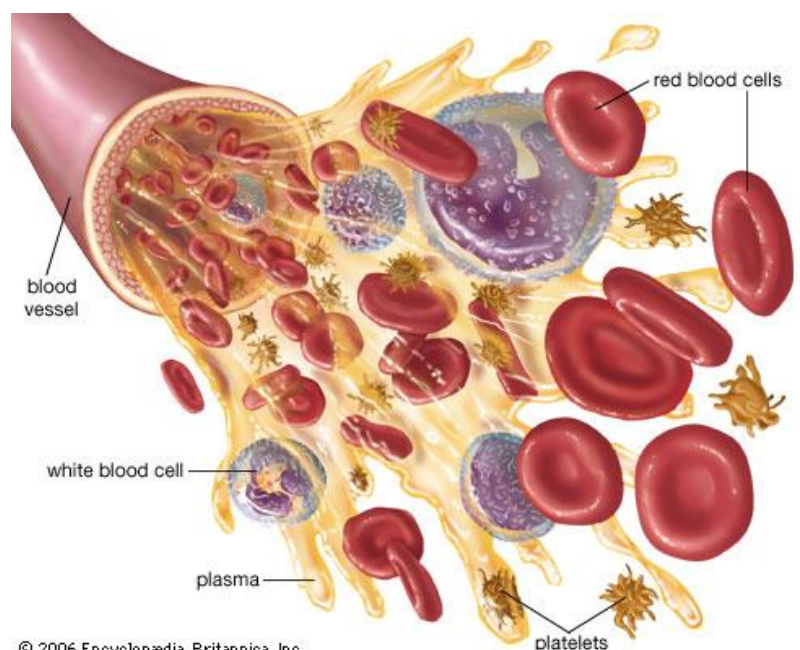
## Les éléments cellulaires

**Globules rouges** ou érythrocytes (les plus abondants)

**Globules blancs** ou leucocytes

- **Polynucléaires**
  - Neutrophiles
  - Éosinophiles
  - Basophiles
- **Lymphocytes**
- **Monocytes**

**Plaquettes** ou thrombocytes (fragments cytoplasmiques et non cellules complètes)



## Les globules rouges

**Disques biconcaves** de 7,5  $\mu\text{m}$  de diamètre (diamètre de référence)

Chez les mammifères, les GR n'ont **pas de noyaux** : elles sont donc incapables de synthèses protéiques et vivent sur leur stock enzymatique

La valeur moyenne du nombre de GR est **de 4-5 millions /  $\text{mm}^3$  de sang**

Ils sont limités par une **membrane plasmique** :

- Structure en bicouche lipidique classique
- Des protéines de structure spécifiques permettent de maintenir la forme des GR
- Déterminants antigéniques des groupes sanguins

On retrouve dans le **cytoplasme** :

- De l'**hémoglobine** sous forme dissoute : 13-15 g/dl de sang
- Des enzymes: glycolyse anaérobie (pas de consommation d'oxygène)
- Peu d'organites (pas de mitochondries...)

**Durée de vie** normale d'un GR : **110-120 jours**

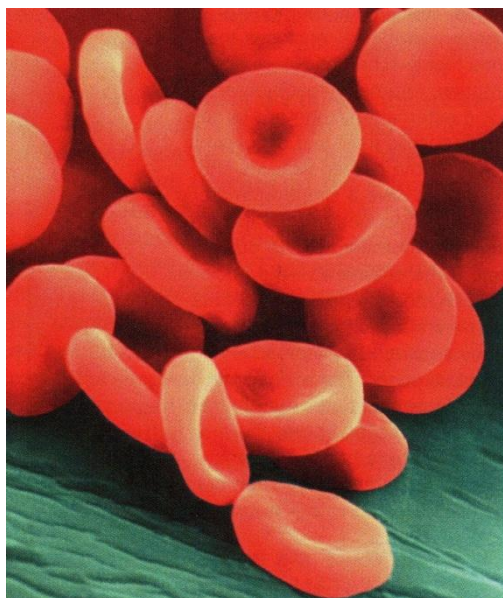
Les GR jeunes (< 48h) sont appelés **réticulocytes** (mis en évidence par coloration)

- Restes d'ARN et de polyribosomes
- Quantité : 100 000 /  $\text{mm}^3$
- Utilité dans le **diagnostic des anémies**
  - **Anémie centrale** : défaut de production des GR → diminution des réticulocytes
  - **Anémie périphérique** : perte ou destruction excessive des GR → augmentation des réticulocytes

Les GR âgés sont **phagocytés par les macrophages** de la moelle osseuse (aussi du foie et de la rate si excès de destruction des GR) et leurs composants sont réutilisés

Les GR ont **3 grandes fonctions** :

- **Transport de l'oxygène** lié à la présence de l'hémoglobine
- **Pouvoir tampon** (faible variation du pH)
- **Transport du  $\text{CO}_2$**



## Les leucocytes (ou GB)

Nombre total : **4000-8000 / mm<sup>3</sup>**

Les **différents types de GB** varient **selon l'âge** :

- **Polynucléose néo-natale** : forte concentration de polynucléaires (notamment neutrophiles)
- Puis **prédominance lymphocytaire** jusqu'à 8-10 ans
- Puis **prédominance polynucléaires** neutrophiles

L'étude cytologique se fait après **coloration au MGG** (May-Grünwald-Giemsa)

Les polynucléaires contiennent :

- Des **granulations primaires** (1<sup>ère</sup> à apparaître, contiennent de la peroxydase) et secondaires (leur contenu varie selon le type de polynucléaire) : structures de type lysosomiale
- **Un seul noyau plurilobé**

**Cellules « mononucléées »** : lymphocytes et monocytes

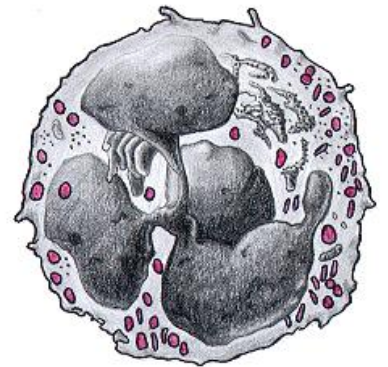
### Les polynucléaires neutrophiles

Ils représentent **60-70% des leucocytes** chez l'adulte

Ils possèdent un **noyau à plusieurs lobes** (2-5)

Les **granulations primaires** sont minoritaires : contiennent de la myéloperoxydase

Les **granulations secondaires** sont beiges au MGG : contiennent de la lactoferrine, de l'élastase, ...



Il est produit au niveau de la moelle osseuse, son transit dans le sang est de 48h puis il **passé dans les tissus** où il a 2 destinées :

- **Transformation en pyocyte** (cellule du pus) après phagocytose d'une proie
- **Disparition par apoptose** s'il ne rencontre pas de proies à phagocyter

### Les polynucléaires éosinophiles

Leur quantité est **< 500 / mm<sup>3</sup>**

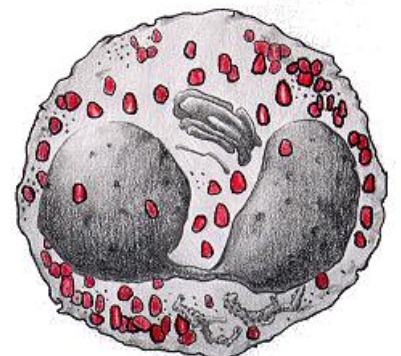
Leur **noyau est bilobé** (2 lobes)

Leurs **granulations secondaires** sont orangées au MGG : contiennent la protéine basique majeure qui peut avoir une toxicité pour les tissus (explique différentes pathologies)

On observe des **granulations microcristallines** en ME

Ils ont **2 rôles principaux** :

- **Défense antiparasitaire** (notamment contre les vers)
- Augmentation dans le **phénomène d'allergie**



## Les polynucléaires basophiles

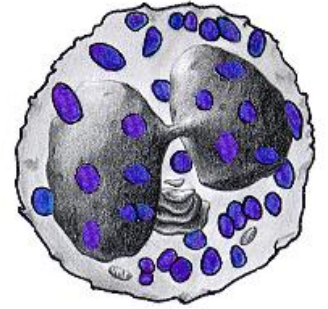
Leur quantité est **< 1-2 % des leucocytes**

Leur **noyau est trilobé** (3 lobes)

Leurs **granulations secondaires sont métachromatiques** (prennent un aspect différent au MGG) et ont un contenu identique aux granulations du mastocyte

Son **rôle est identique à celui du mastocyte** mais avec des nuances :

- Les **précurseurs terminaux sont différents** (production par la moelle osseuse hématopoïétique)
- **Durée de vie brève** dans le tissu
- **Une seule vague de dégranulation** et pas de division dans le tissu



## Les lymphocytes

Leur quantité représente **20-30 % des leucocytes** chez l'adulte

C'est une **petite cellule** de 7  $\mu\text{m}$  de diamètre (10% de grands lymphocytes)

Son noyau occupe l'essentiel du volume cellulaire et son cytoplasme se résume à une **mince frange cytoplasmique** : caractéristiques d'une **cellule au repos** métabolique

Il **peut s'activer** notamment au contact de cellule présentatrice d'antigène pour la plupart

On trouve **3 grands groupes de lymphocytes** :

- **Lymphocytes T** : production dans le thymus
- **Lymphocytes B** : production dans la moelle osseuse
- **Lymphocytes NK**

Ils sont capables de **recirculation** à travers les différents tissus : **durée de vie longue**

## Les monocytes

Leur quantité est **< 1000 / mm<sup>3</sup>**

C'est une **grande cellule** : 15-20  $\mu\text{m}$  de diamètre

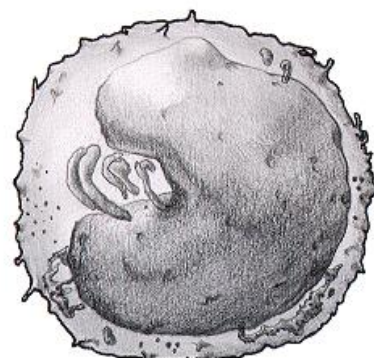
Son **noyau est réniforme** (en forme de rein) **ou dit « en drapeau »** (rectangulaire) avec une chromatine dite « peignée »

Son cytoplasme contient :

- De  **fines granulations** violacées
- De **nombreux lysosomes** contenant notamment des estérases (certaines sont spécifiques de la lignée monocyttaire)

Ils sont **capables de phagocytose**

C'est une cellule en transit dans le sang qui va passer dans les tissus et se transformer en **macrophage**



## Les plaquettes

Elles sont au nombre de **150 000 - 400 000 / mm<sup>3</sup>**

Ce sont des **fragments cellulaires** formés dans la moelle osseuse à partir de la fragmentation des **mégacaryocytes**

Elles sont limitées par une membrane plasmique et son cytoplasme est parcouru par un **réseau de canalicules** en communication avec l'extérieur

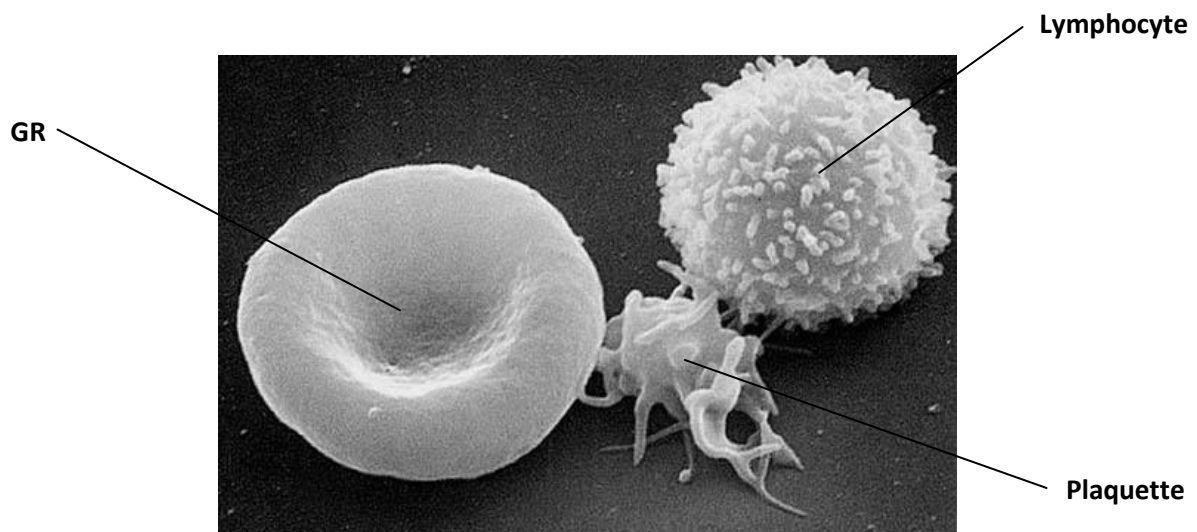
Il y a au centre de la plaquette une accumulation de **granules cytoplasmiques** contenant un certains nombres de médiateurs chimiques

Sa **durée de vie est brève** : 8 jours

Ses différentes **fonctions** sont :

- **Adhésion au collagène sous-endothélial** (récepteur du collagène sur sa MP) si plaie
- **Activation après adhésion au collagène** : libération du contenu de leurs granules dont les médiateurs chimiques qui sont capables d'activer d'autres plaquettes (**recrutement de proche en proche**)
- **Agrégation des plaquettes activées** : formation du clou plaquettaire pour colmater la brèche de l'endothélium

Les plaquettes sont le **1<sup>er</sup> rempart contre l'hémorragie**



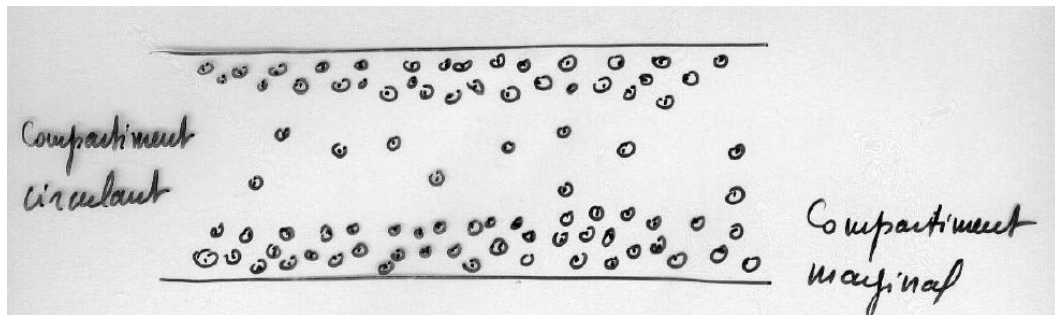
## Rapports des éléments sanguins

### Avec la paroi

L'endothélium **lutte en permanence contre l'activation plaquettaire** (sauf lorsque l'endothélium est lésé)

Les cellules sanguines **traversent l'endothélium** pour aller vers le TC au niveau des **veinules post-capillaires** selon des mécanismes de **reconnaissance cellulaire** (sélectines, intégrines, chimiotactisme)

### Compartiment marginal et compartiment circulant



Les cellules sanguines s'accumulent au voisinage de la paroi : c'est le **compartiment marginal**

Le **compartiment circulant** est dans la région centrale du vaisseau

Lors d'une prise de sang, le sang prélevé est celui du compartiment circulant

L'**adrénaline** et la **cortisone** favorise le phénomène de **démargination** (décollement des GB de la paroi) : les patients sous cortisone ont un nombre de GB plus élevé

## Valeurs normales d'un hémogramme

Hématocrite (Ht)	45%
Globules rouges (ou érythrocytes)	4 000 000 – 5 000 000 / $mm^3$ de sang
Réticulocytes	100 000 / $mm^3$ de sang
Hémoglobine (Hg)	13 – 15 g/dL de sang
Globules blancs (ou leucocytes)	4000 – 8000 / $mm^3$ de sang
- Neutrophiles	60 – 70% soit 3000 – 5000/ $mm^3$
- Eosinophiles	1 – 4% soit 50 – 250/ $mm^3$
- Basophiles	0 – 1% soit 0 – 50/ $mm^3$
- Lymphocytes	20 – 30% soit 1000 – 2000/ $mm^3$
- Monocytes	2 – 10% soit 100 – 600/ $mm^3$
Plaquettes (ou thrombocytes)	150 000 – 400 000/ $mm^3$ de sang



# Le cartilage

**Définition:** TC dense ayant une MEC rigide, non minéralisée et non vascularisée

Les constituants du cartilage sont :

- **Des cellules** : chondrocyte / chondroblaste
- **Des fibres** : collagène de type II ± autres fibres (collagène de type I pour le cartilage fibreux, fibres élastiques pour le cartilage élastique, uniquement collagène de type II pour le cartilage hyalin)
- **Une substance fondamentale rigide, peu hydratée** : beaucoup de GAG sulfatés (chondroïtine sulfate et kératane sulfate)

## Le chondrocyte / chondroblaste

Ce sont **2 formes du même type cellulaire** : les chondroblastes sont métaboliquement plus actifs que les chondrocytes

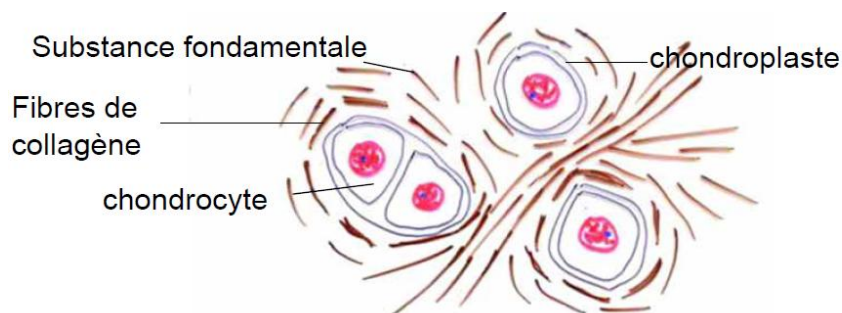
C'est une **cellule ovoïde** qui présente **quelques microvillosités**

Des **dépôts de glycogène et des vacuoles lipidiques** sont présents dans son cytoplasme

Ces cellules sont **enfermées dans le chondroplaste** qui est étroitement lié à la MP

Elles sont **métaboliquement actives** et **élaborent tous les constituants de la MEC**

La **densité cellulaire est inversement proportionnelle à l'épaisseur du cartilage**



## L'organisation du cartilage

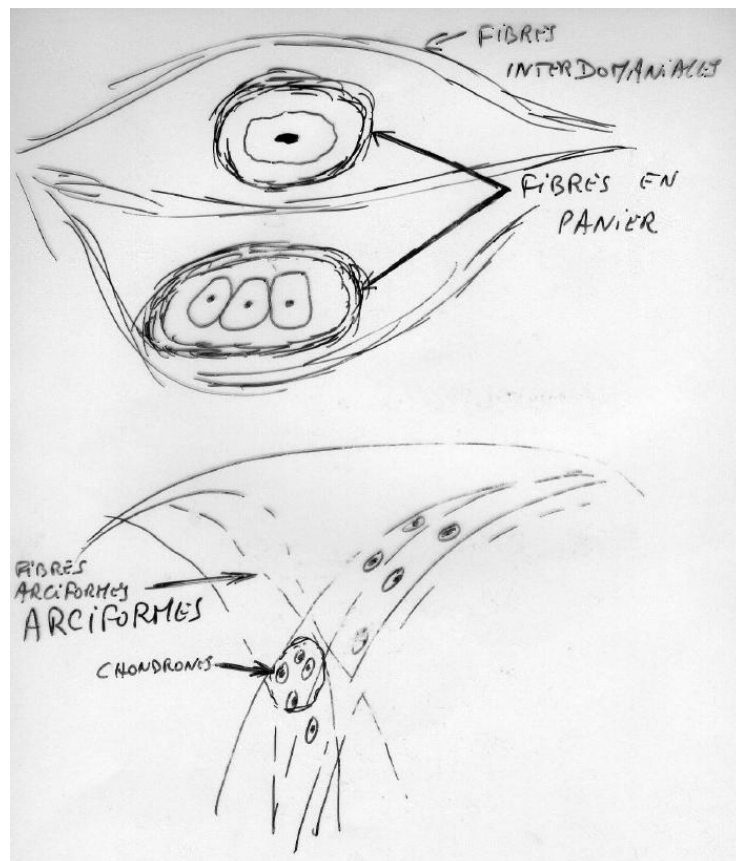
Il contient des **fibres de collagène de type II** (mis en évidence soit par une coloration au rouge Sirius, soit à la lumière polarisée)

Ces fibres peuvent prendre différentes orientations :

- **Fibres en panier** : elles s'enroulent autour d'un chondroplaste et définissent le **chondrone** (unité fonctionnelle du cartilage)
- **Fibres interdomaniales** : fibres plus longues, disposition en fonction des contraintes mécaniques (**orientation selon les lignes de pression**)  
Aussi fibres arciformes

En général, sauf dans les cartilages articulaires, on retrouve autour du cartilage un **TC dense** mais très actif : le **périchondre**

Le cartilage ne possède **pas de vaisseaux** (nutrition par le périchondre sauf pour le cartilage articulaire qui se nourrit à partir du liquide synovial)



## Croissance du cartilage

- **Croissance appositionnelle** (à partir du périchondre)

Les fibroblastes les plus internes du périchondre se transforment en chondroblastes qui élaborent une MEC cartilagineuse : croissance par apposition de plusieurs couches successives

- **Interstitielle** (à partir de l'intérieur du cartilage)

Division des chondroblastes (cellules filles) et élaboration de MEC cartilagineuse

Selon la disposition des cellules filles, on distingue :

- Des **groupes isogéniques coronaire** : disposition des cellules filles en cercle (croissance multidirectionnelle)
- Des **groupes isogéniques axiaux** : disposition des cellules filles de façon alignée (croissance unidirectionnelle)



Groupe isogénique coronaire

Groupe isogénique axial

## Les différents types de cartilage

- **Cartilage hyalin**

Sa MEC contient **essentiellement du collagène de type II**

Cartilage du nez, des bronches et de la trachée, de la partie antérieure des côtes (articulation avec le sternum) et dans les cartilages articulaires

- **Cartilage fibreux**

Sa MEC contient du **collagène de type II + du collagène de type I**

Disque intervertébraux, ménisques, insertion tendon d'Achille

- **Cartilage élastique**

Sa MEC contient du **collagène de type II + des fibres élastiques**

Pavillon du lobe de l'oreille, l'épiglotte

# Le tissu osseux

## L'os

**Définition** : TC spécialisé dont la **MEC est calcifiée** (d'où rigidité et solidité), jouant un rôle mécanique et métabolique (homéostasie calcique).

L'os comprend **4 types cellulaires** :

**Ostéoblastes**  
**Ostéocytes**  
**Cellules bordantes** } cellules conjonctives (formation à partir des fibroblastes)  
**Ostéoclastes** → formation à partir des monocytes (origine sanguine)

Sa MEC est divisée en **2 phases** :

- **Phase minérale** (os déminéralisé = os souple et déformable)
- **Phase organique** (os sans matière organique = os rigide et cassant)

## Les ostéoblastes

Ils sont situés à la **surface de l'os** en couche unicellulaire appelée **couche ostéogène d'Ollier** (pseudo-épithélium car pas de lame basale)

### Grande cellule polygonale

Ce sont des cellules **basophiles**, métaboliquement **très actives**, qui développent des **jonctions communicantes**

Elle est **polarisée** puisqu'elle fonctionne vers l'os

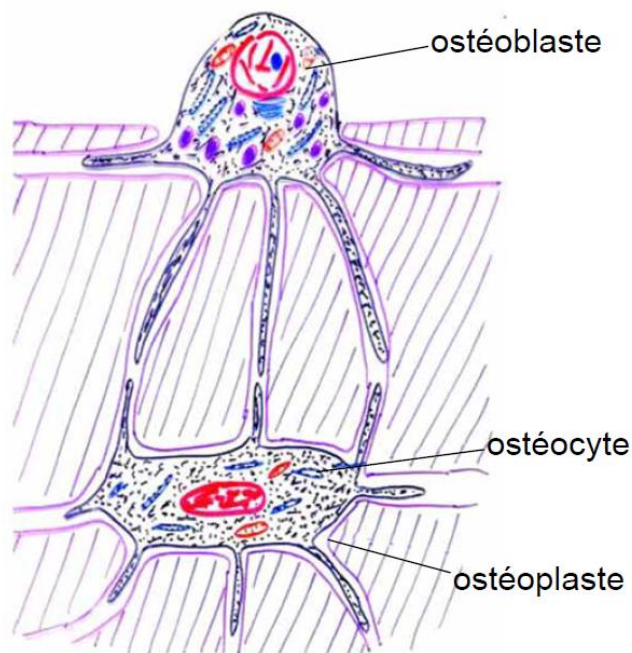
Elles émettent des **prolongements vers la MEC sous-jacente** au contact des ostéocytes

**Elabore tous les constituants de la MEC** (sauf le  $Ca^{++}$  qui viendra une fois la MEC formée)

- Production d'une substance pré-osseuse (MEC sans  $Ca^{++}$ )

10% des ostéoblastes deviennent des **ostéocytes**

Le reste peut disparaître ou se transformer en **cellules bordantes**



## Les ostéocytes

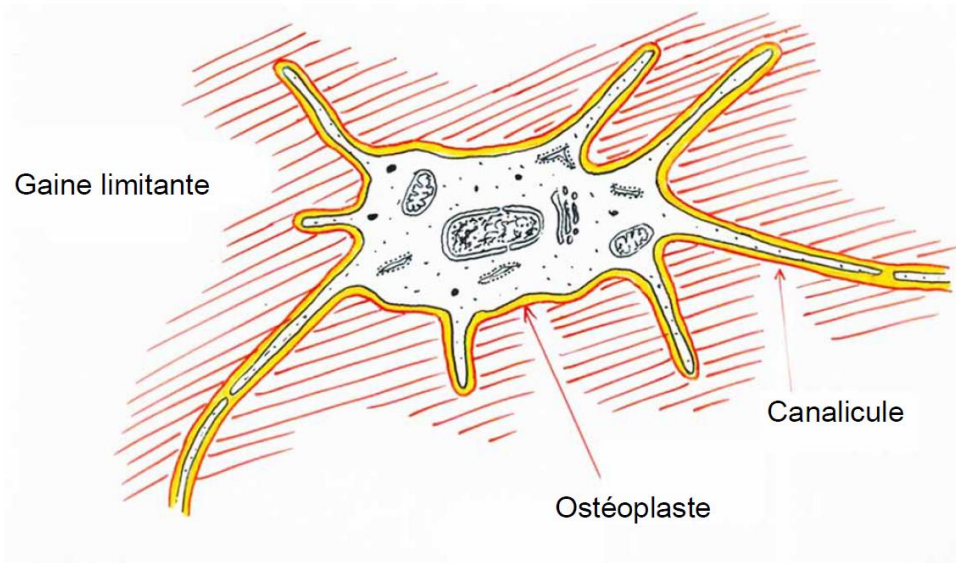
C'est une **cellule terminale**, de durée de vie plutôt longue, **peu active** et qui **ne se divise plus**

Les ostéocytes sont enfermés dans la MEC calcifiée dans une logette appelée **ostéoplaste**

Cellules **d'aspect étoilé** avec des prolongements (certains en contact avec ceux des ostéoblastes et d'autres en contact avec ceux des ostéocytes voisins)

Ces prolongements se trouvent dans les **canalicules de Holmgren**

Des **jonctions communicantes** se trouvent aux extrémités des prolongements



## Les cellules bordantes

Elles **dérivent des ostéoblastes** restés en surface de l'os

Elles sont **peu actives, polarisées**

Possèdent entre elles des **jonctions communicantes**

Elles émettent des prolongements au sein de l'os

Elles forment un **pseudo-épithélium** à la surface de l'os (car pas de lame basale)

Elles jouent **2 grands rôles**

- **Rôle de protection** contre la dégradation de la MEC (attaque des ostéoclastes)
- **Rôle de régulation** de la nutrition de l'os

## Les ostéoclastes

Ils **dérivent des monocytes** (proche parent des macrophages)

Ce sont de **grandes cellules** (50-100  $\mu\text{m}$ )

Ils sont **plurinucléés** et possèdent un équipement lysosomal important

Ils sont **mobiles** et se déplacent en groupe (attaquent les zones découvertes de l'os où soit les cellules bordantes, soit les ostéoblastes sont disjoints)

Ce sont des cellules **polarisés** qui présentent des microvillosités en regard de l'os

Cette région est appelée la **chambre de résorption** limitée par le podosome (intégrines permettant des jonctions étanches avec l'os)

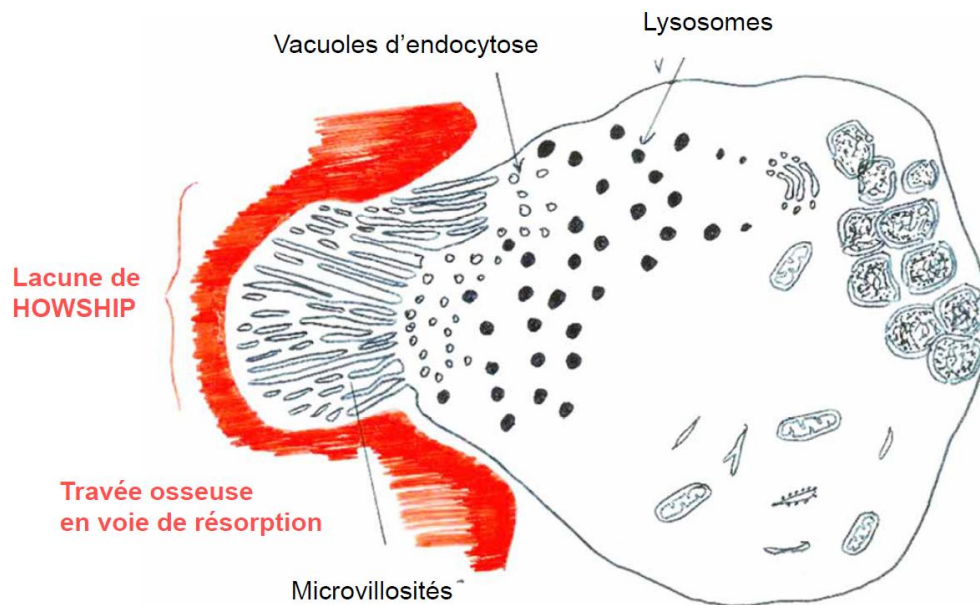
Son attaque de l'os s'effectue par la **sécrétion d' $\text{H}^+$** , grâce à l'anhydrase carbonique, dans la chambre de résorption

- L'acidité attaque la MEC de l'os
- Activation d'enzymes lysosomiales qui vont dégrader l'os

Cette dégradation aboutie à la formation des **lacunes de Howship** (résultat de l'action d'un groupe d'ostéoclaste)

Leur activité est :

- Stimulée par la **parathormone** (hormone peptidique) et la **vitamine D**
- Inhibée par la **calcitonine** (hormone peptidique)



## La MEC

### Phase organique

La fibre essentielle est le **collagène de type I**

La substance fondamentale est de type TC dense : **beaucoup de GAG sulfatés** (SF rigide, peu hydratée)

On retrouve comme **protéines de structure** (colle biologique)

- La **fibronectine**
- Des **protéines spécifiques** à l'os (ostéocalcine, ostéopontine, ostéonectine, sialoprotéine osseuse...) : elles permettent des liens entre la phase minérale, les différentes cellules de l'os et la MEC

On retrouve d'**autres protéines** piégées dans la SF

- Des **facteurs de croissance** des cellules osseuses
- Des **BMPs** (Bone Morphogenic Protein) : rôle dans l'orientation des fibres

Une fois ces protéines rendues solubles par les ostéoclastes, elles agissent sur la régénération de l'os

### Phase minérale

L'ensemble des os contient **98 % du calcium de l'organisme**

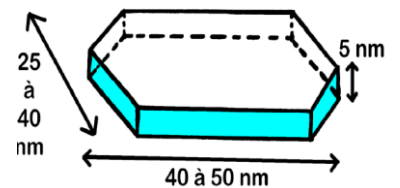
D'autres cations sont minoritaires

Les anions prédominants sont les **phosphates**

Présence de cristaux d'hydroxyapatite = **phosphate tricalcique**

Ces cristaux sont reliés aux éléments de la MEC et aux cellules (notamment les ostéocytes)

La surface du cristal est en **échange permanent avec la phase soluble**



## Les différents types de tissu osseux

- **Os primaire**

Os **non lamellaire** : les fibres de collagène n'ont **pas de direction préférentielle**

Il est le 1<sup>er</sup> à apparaître mais est **quasi-absent chez l'adulte**

- **Os secondaire**

Os **lamellaire** : il est formé de l'emboîtement de lamelles concentriques avec, pour chaque lamelle, une **orientation des fibres homogène**, orientation qui varie entre les lamelles

Il peut prendre deux formes : **Os compact** (partie périphérique) et **Os spongieux** (partie centrale)

### Os compact ou os haversien

Sa structure de base est l'**ostéon** : emboîtement concentrique de lamelles

La partie de l'ostéon est le **canal de Havers** qui est occupé par

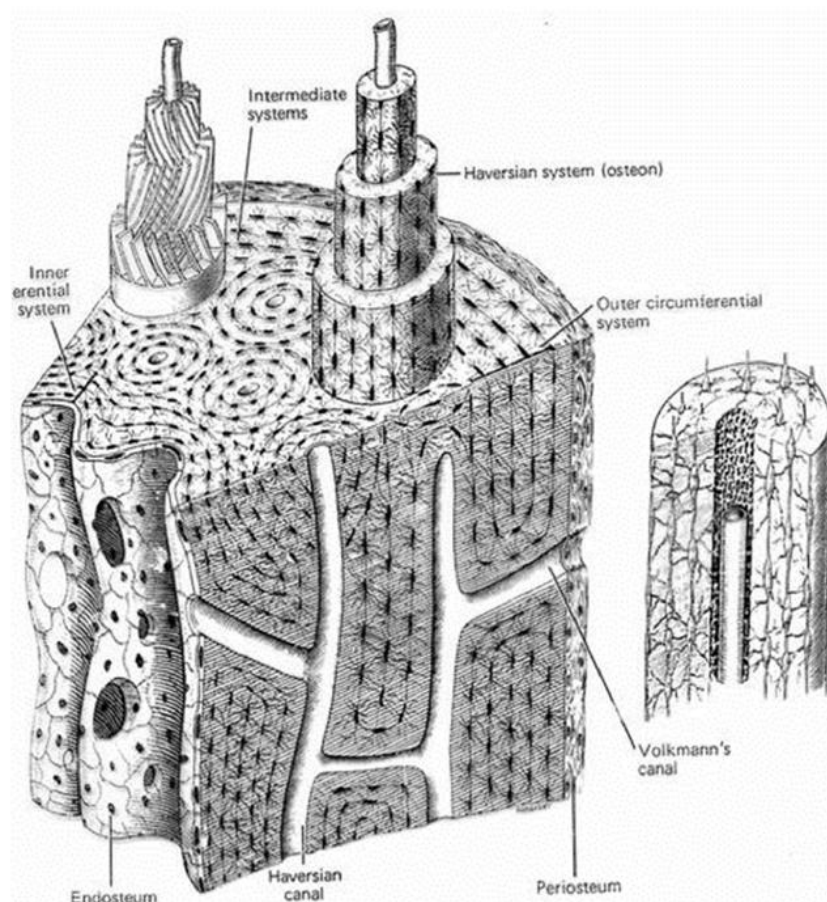
- Un vaisseau (et nerfs)
- TC lâche faisant partie de l'endoste

Les ostéons communiquent entre eux par les **canaux de Volkmann** (communication entre les canaux de Havers)

Autour de la pièce osseuse, on retrouve le **système fondamental externe et interne** (grandes lamelles osseuses)

Autour de l'os, on retrouve du TC dense : le **périoste**

Au centre, on retrouve du TC lâche faisant partie de l'**endoste**





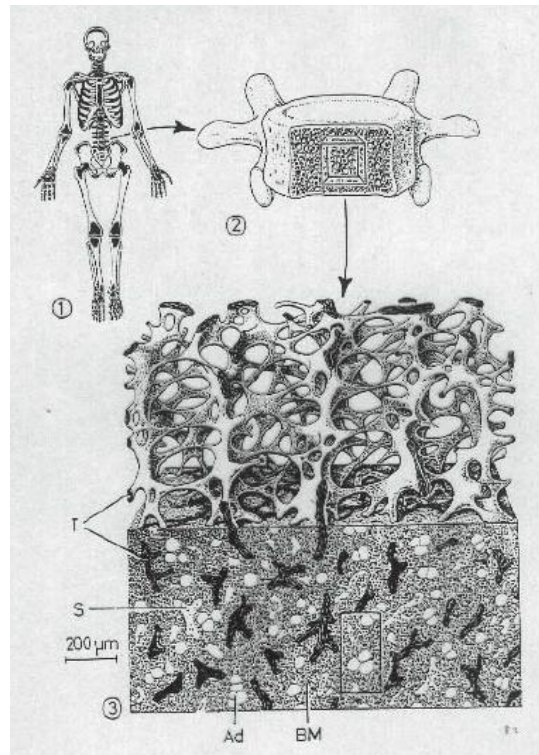
## L'os spongieux ou trabéculaire

Il est situé au centre des pièces osseuses

Il est formé de travées osseuses lamellaires avec entre ces travées, la **moelle osseuse**

Une continuité est possible entre l'os compact (cortical) et l'os spongieux (partie périphérique)

Chez l'adulte, l'os spongieux est très fin voir absent, seule la moelle osseuse est présente.



## Formation du TO : l'ossification

### Ossification endoconjonctive

Elle se fait **à partir du TC** : transformation des fibroblastes en ostéoblastes qui élaborent une MEC pré-osseuse

- Formation d'un os primaire non lamellaire

### Ossification enchondrale (ou endochondrale, ou endocartilagineuse)

Elle se fait **à partir du cartilage**

Mécanisme de l'ossification enchondrale :

- Prolifération des chondroblastes avec fabrication de MEC cartilagineuse puis hypertrophie des chondroblastes (augmentation de taille des chondroplastes)
  - Formation de cartilage hypertrophique (augmentation de volume du cartilage)
  - Amincissement de la MEC (hypertrophie des chondrocytes prépondérante) et calcification de celle-ci
  - Mort des chondrocytes
  - Envahissement par un front d'ostéoclastes qui vont creuser des cavités dans la MEC cartilagineuse calcifiée
  - Formation d'un bourgeon vasculaire entouré d'un TC lâche contenant des fibroblastes et donnant des ostéoblastes
- Formation d'un os primaire non lamellaire

## Formation d'os secondaire

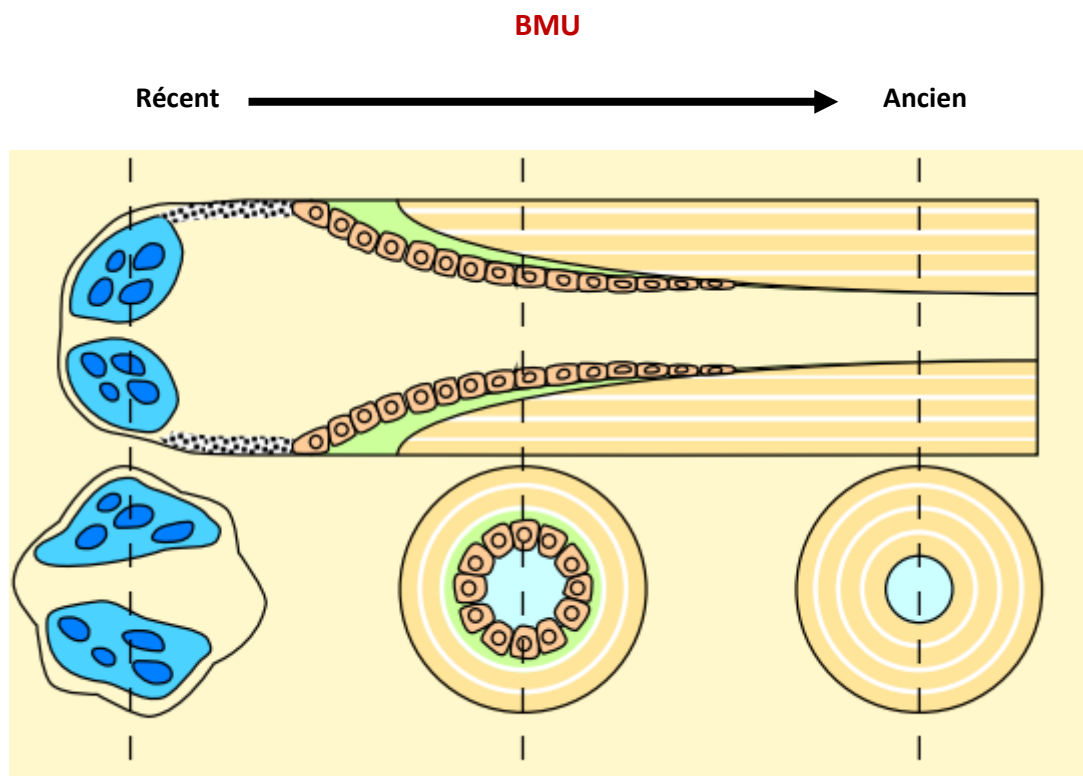
**Attaque d'un front d'ostéoclaste** : destruction de l'os primaire

Puis **formation d'un bourgeon vasculaire** entouré d'un TC lâche contenant des fibroblastes qui vont se transformer en ostéoblastes (production de MEC de type osseuse)

Ces ostéoblastes vont former une lamelle avec des fibres orientées dans une même direction

Plusieurs vagues d'ostéoblastes vont former plusieurs lamelles avec une orientation différente des fibres entre chaque lamelle

Ce mécanisme d'ossification est nommé **BMU** (*basic multicellular unit*) de Frost



## Formation des os

### Os de membrane (os du crâne et du massif facial)

Se forme exclusivement selon une **ossification endoconjonctive**

Aboutit à une corticale (os compact) et une partie centrale (os spongieux)

### Os longs

Son **ébauche est cartilagineuse** : fait de cartilage hyalin

Mécanisme : **succession d'ossification** des différentes zones

- Les zones périphériques se forment par **ossification endoconjonctive**
- Les zones centrales se forment par **ossification endochondrale**

On peut définir un **âge osseux** en fonction de la présence de certains noyaux d'ossification et comparer cet âge avec l'âge réel du sujet

Cet âge osseux est défini par radiographie

#### Etape 1 : Partie périphérique de la diaphyse

L'ossification débute dans la partie périphérique de la diaphyse au niveau du périchondre qui va produire des cellules osseuses (ostéoblastes)

- Ossification endoconjonctive

Le périchondre prend alors le nom de périoste

#### Etape 2 : Zone centrodiaphysaire

Ossification dans la partie centrale de la diaphyse

- Ossification endochondrale

Apparition d'un cartilage hypertrophié qui va se transformer en cartilage calcifié : centre primaire d'ossification centro-diaphysaire

#### Etape 3 : Zone métaphysaire

La partie périphérique de la diaphyse continue à s'ossifier grâce au périoste : production d'un os primaire puis secondaire de type compact.

La partie centrale est envahie par des bourgeons vasculaires qui proviennent de la périphérie (mécanisme de la BMU)

Dans la région métaphysaire, le cartilage hypertrophique va former des groupes isogéniques axiaux

- Formation d'un cartilage sérié : permet la croissance de la pièce osseuse en longueur (ossification enchondrale)

Les épiphyses restent à l'état de cartilage hyalin (la région articulaire ne possède pas de périchondre)

#### Etape 4 : Zone centro-épiphyse proximale

Dans la région diaphysaire, l'ossification endoconjonctive se poursuit pour former de l'os compact

Dans la partie centrale, formation d'un os secondaire de type spongieux qui s'atrophie avec l'âge et devient très mince (prédominance de la moelle osseuse dans cette partie)

La région métaphysaire continue son ossification jusqu'à la fin de la période de croissance

Apparition d'un centre d'ossification primaire dans l'épiphyse proximale : ossification enchondrale

#### Etape 5 : Zone centro-épiphyse distale

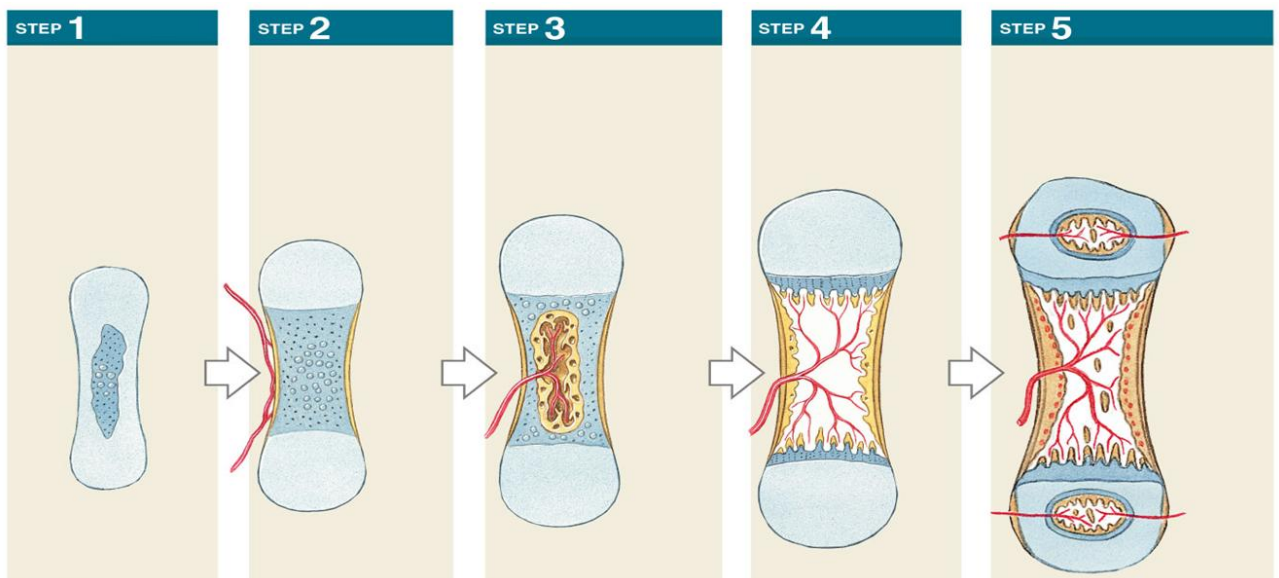
Dans la région métaphysaire, le cartilage calcifié va être envahi par des bourgeons vasculaires qui remontent à partir de la diaphyse

On a donc, dans la région métaphysaire, deux fronts qui se rencontrent : d'une part le bourgeon vasculaire provenant de la diaphyse, d'autre part le cartilage de croissance

- L'os s'allonge tant que la confrontation entre ces deux fronts persiste

Apparition de vaisseaux dans la région centro-épiphyse distale assurant la formation d'un os secondaire

Au niveau de l'épiphyse distale, apparition d'un centre d'ossification



## Croissance des os

**En épaisseur** : à partir du **périoste** (ossification endoconjonctive → formation d'os compact)

### En longueur : cartilage de croissance

Les différentes régions du cartilage de croissance de l'épiphyse vers la diaphyse

- **Zone de réserve** : cellules cartilagineuses au repos
- **Cartilage sérié** : prolifération des cellules cartilagineuses pour former des groupes isogéniques axiaux
- **Cartilage hypertrophique** : issue des groupes isogéniques axiaux
- **Ossification enchondrale** : zone de contact entre la métaphyse et la diaphyse

Ce phénomène est régulé par un certains nombres de facteurs

- **Hormones sexuelles** : stimulent et limitent le nombre de mitoses des cellules cartilagineuses dans la zone de réserve

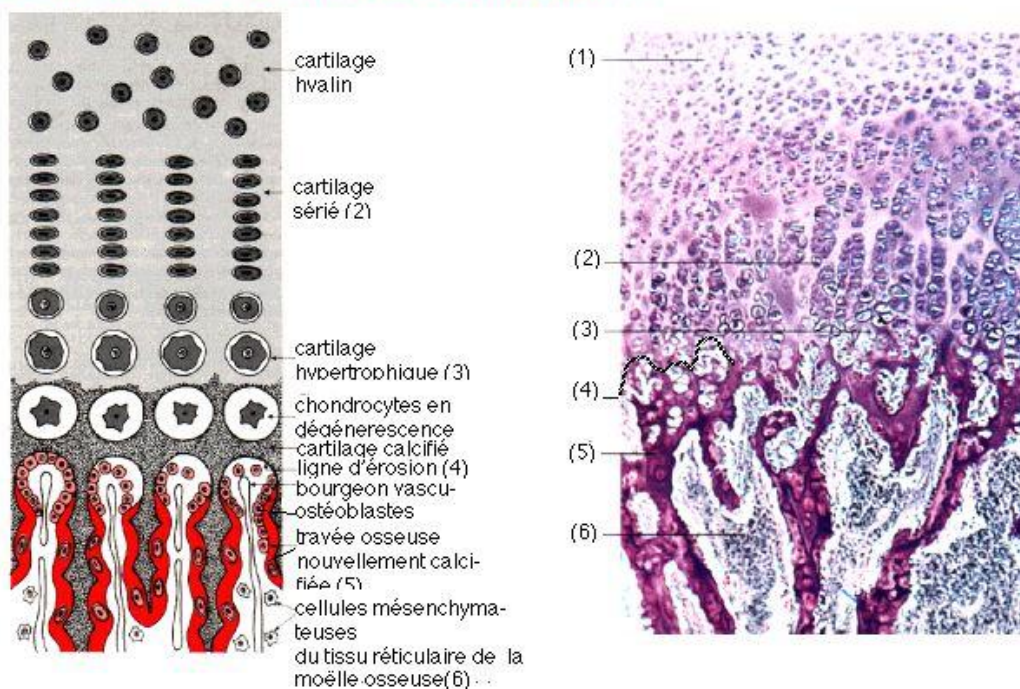
Lorsque le nombre de mitoses possible est atteint par les cellules cartilagineuses, elles arrêtent de se diviser. Les bourgeons vasculaires provenant de la diaphyse vont donc digérer la totalité du cartilage de croissance : on est en fin de croissance

- **Hormone de croissance** : stimule la croissance osseuse sans l'effet limitant des H. sexuelles
- **Hormones thyroïdiennes** : stimulent la croissance osseuse (comme H. de croissance)

Exemples pathologiques

- Puberté précoce : production d'H. sexuelles précoce, disparition précoce du cartilage de croissance et taille finale petite
- Production importante d'H. de croissance pendant la puberté : gigantisme
- Défaut de production d'H. de croissance ou d'H. thyroïdiennes : nanisme
- Production importante d'H. de croissance après la puberté : acromégalie (os épais)

## OSSIFICATION ENDOCHONDRALE



## Remodelage osseux

### Il dure toute la vie

Il permet une **adaptation de l'os** aux contraintes mécaniques

La vitesse de remodelage varie selon la nature de l'os :

- Os spongieux : 25 % / an
- Os compact : 4 % / an

Mécanisme du remodelage osseux :

- Exposition de la MEC osseuse par disjonction des cellules bordantes avec l'âge
- Attaque par les ostéoclastes
- Reconstruction osseuse (mécanisme de la BMU)

La destruction est favorisée par la **parathormone** (PTH) et la **vitamine D**

La reconstruction est favorisée par les **H. sexuelles**

**Normalement équilibre** : équilibre entre la quantité d'os détruite et la quantité d'os reconstruite

### Exemples pathologiques (déséquilibre entre destruction et reconstruction osseuse)

Chez la femme, après la ménopause, la production d'H. sexuelles diminue fortement : la reconstruction osseuse sera diminuée par rapport à la destruction (différence d'autant plus grande que la ménopause a été précoce)

- Diminution de la masse osseuse (os plus fragile)

Cas d'hyperparathyroïdie : production excessive de la parathormone

- Destruction osseuse importante : risque d'hypercalcémie (augmentation de la  $[Ca^{++}]$  dans le sang)

Situation tumorale : les cellules malignes peuvent produire des substances qui favorisent la destruction de l'os

## Fonctions du TO

### Rôle mécanique

Maintien de la forme du corps

Permet le mouvement

### Rôle métabolique

Équilibre phospho-calcique

**Rôle modulateur de l'hématopoïèse** par les cellules osseuse