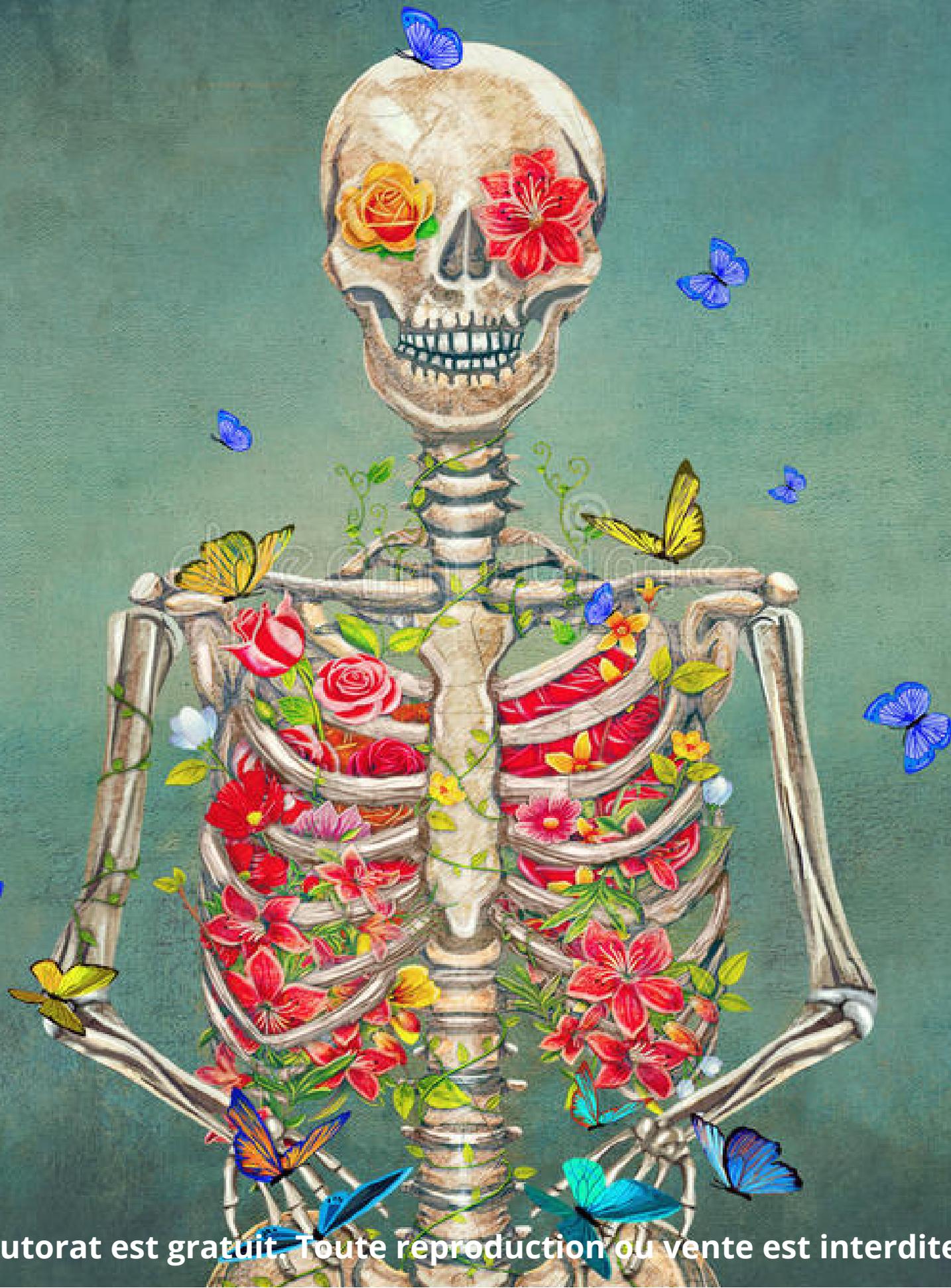


TISSU OSSEUX



Le tissu osseux, kezaoko?

Le tissu osseux est un tissu squelettique de soutien. Sa MEC (matrice extracellulaire) est **solide, minéralisée** (imprégnée de sels minéraux cristallisés qui la rendent rigide et imperméable) et **vascularisée**. Le tissu osseux est composé de deux populations cellulaires qui communiquent de façon **étroite** et **permanente**, réparties au sein de la MEC.

La première population cellulaire est d'origine **mésenchymateuse** et comporte les **ostéoblastes** et les **ostéocytes**.

La deuxième population cellulaire est d'origine **hématopoïétique** (lignée monocytaire/macrophage) et comporte les **ostéoclastes**.

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

Les cellules

Les ostéoblastes

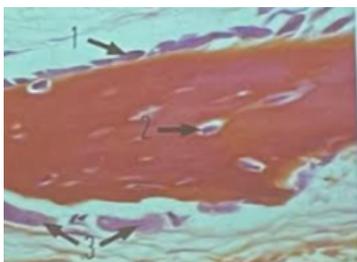


Ils sont apposés sous la forme d'une couche continue à la surface des travées. Leur forme va dépendre de leur état d'activation :

-Au **repos** : les cellules sont dites **bordantes**, elles sont **aplaties** et **allongées**.

-**Activées** : morphologie plus **cubique**, elles vont synthétiser les constituants organiques de la matrice osseuse.

L'ostéoblaste a une forme polyédrique, son noyau est ovalaire, rejeté au pôle **non** sécréteur de la cellule.



1. Ostéoblaste activé

2. Ostéocyte

3. Ostéoclaste

Son pôle **sécréteur** se termine par de fins et courts prolongements cytoplasmiques qui s'enfoncent dans la matrice osseuse.

A leurs extrémités se trouvent des jonctions **communicantes** de type Gap permettant la communication avec les ostéoblastes voisins.

Le cytoplasme est **basophile**, ce qui reflète la richesse en organites impliqués dans la synthèse des protéines de la matrice osseuse, à savoir REG et appareil de Golgi.

Le cytoplasme renferme de très nombreuses mitochondries qui stockent et concentrent les ions **calciums** et **phosphore** sous forme de vésicules matricielles.

L'ostéoblaste assure la **synthèse** et la **minéralisation** de la MEC, cela se fait en **2** temps:

Dans un **premier** temps: Synthèse de la composante **organique** (fibre conjonctive et SF). La matrice **non** minéralisée est appelée **bordure ostéoïde**.

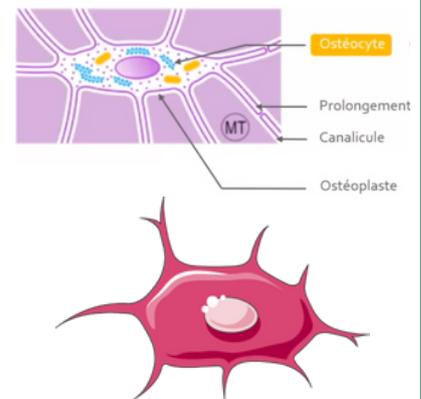
Dans un **second** temps: Minéralisation de la matrice. Il s'agit d'un processus complexe qui aboutit au dépôt des cristaux **d'hydroxyapatite** entre les fibres de collagène de **type I**.

La minéralisation de la bordure ostéoïde emprisonne l'ostéoblaste qui se transforme en **ostéocyte**. Les ostéoblastes s'emprisonnent donc dans la matrice qu'ils élaborent et deviennent des ostéocytes. Les ostéocytes correspondent à la différenciation terminale des ostéoblastes.

Les ostéocytes

Ce sont des cellules **fusiformes** à grand axe parallèle à la surface osseuse, emprisonnées dans des **logettes** dénommées **ostéoplastes**.

Les ostéoplastes sont reliés entre eux par des **canalicules** dans lesquelles cheminent les fins prolongements cytoplasmiques des ostéocytes. Les extrémités de ces derniers sont munies de systèmes de jonctions communicantes de type **Gap** permettant l'interaction avec les ostéocytes voisins et les ostéoblastes en **surface**.



Les ostéocytes ont **deux** fonctions:

-Harmonisation du **remodelage osseux**: Ils sont capables de percevoir les variations de contrainte **mécanique** qui s'exercent sur le tissu osseux.

Ils transmettent cette information aux ostéoblastes, induisant une **augmentation** de la **synthèse** de la matrice osseuse ou au contraire une augmentation de sa **résorption** par les **ostéoclastes**.

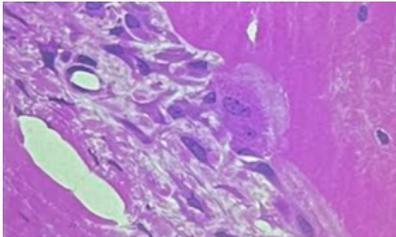
-Participation au maintien de **l'homéostasie phosphocalcique**: Ils peuvent en effet résorber la matrice osseuse péri-ostéocytaire ou au contraire synthétiser de la matrice osseuse. Ils participent ainsi aux échanges permanents de **calcium** et de **phosphore** entre le tissu **osseux** et le **sang**.

Les ostéoclastes



Ce sont des cellules **mobiles** disséminées à la surface des travées osseuses qui détruisent/résorbent le tissu osseux.

C'est une volumineuse cellule **plurinucléée** mesurant jusqu'à 100µm de grand axe (+ *grande qu'un GR*). L'ostéoclaste possède **10 à 15** noyaux disposés en **périphérie** de la cellule.



Son cytoplasme renferme de nombreuses **mitochondries** et **lysosomes** contenant des enzymes. En regard de la chambre de **résorption**, l'ostéoclaste possède une **bordure en brosse** constituée de **microvillosités**.

C'est au niveau de la **base** qu'aura lieu la dégradation de la matrice minéralisée, c'est-à-dire la résorption du TO.

Ces cellules sont **polarisées** avec une différence entre la zone contre la matrice, la base du côté du TO, et celle à l'opposé avec le dôme (aussi appelé région **apicale**) où se trouve le **noyau**.

Le TO est en remodelage : la résorption va donner des **lacunes** creusées en face des ostéoclastes, dans la matrice minéralisée, aboutissant à une dissolution des cristaux d'hydroxyapatite. Ces lacunes de résorption sont appelées **lacunes de Howship**.

Les ostéoclastes assurent la **résorption** de la matrice osseuse: la **pompe à protons** provoque une **diminution** du pH, une **acidification** au niveau de la bordure en brosse entraînant la **dissolution des cristaux d'hydroxyapatite**. Les enzymes **lysosomiales** digèrent le **collagène** et autres protéines de la matrice **organique**.

Le recrutement et l'activité des ostéoclastes sont **contrôlés par les ostéoblastes** grâce à de multiples facteurs de croissance, ce qui assure une coordination entre la synthèse et la dégradation de la matrice osseuse.

Le tissu osseux est en équilibre dynamique entre synthèse (ostéoblastes) et résorption (ostéoclastes). ++++++

La matrice extracellulaire (MEC)

Cette matrice, dénommée matrice osseuse, s'organise sous forme de travées entourant des lacunes de TC vascularisé. Les plus volumineuses de ces lacunes renferment la moelle **osseuse**.

Le tissu osseux est le tissu **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** représente **30%** du poids sec de la MEC.

Elle est constituée de fibres conjonctives, essentiellement des fibres de **collagène I** qui représentent **95%** du poids sec de la MEC organique.

Elle est également constituée de SF, qui est composée de GAG sulfatés et de protéoglycanes(PG) **peu abondants**. Cette **faible** abondance de PG lui confère une **forte** affinité pour les sels de calcium.

De multiples autres protéines telles que des facteurs de croissance et des glycoprotéines (GP) de structure sont présents en faible quantité.

Parmi les GP de structure, **l'ostéopontine** et la **fibronectine** assurent la **liaison** entre la matrice et les cellules tandis que **l'ostéocalcine** et **l'ostéonectine** contribuent à la **minéralisation** en raison de leur forte affinité pour les sels de calcium.

(Mnemo: les filles (fibronectine) traversent le pont (ostéopontine) --> et un pont ça forme des liaisons entre deux éléments :))

Les facteur de croissance participent aux communications entre cellules osseuses et régulent les activités biologiques de ces dernières.

La composante **minérale** est très abondante et représente **70%** du poids sec de la MEC.

Elle est constituée de **cristaux d'hydroxyapatite**, complexe cristallin de calcium et de phosphore qui s'intercalent entre les fibres de collagène.

Le périoste

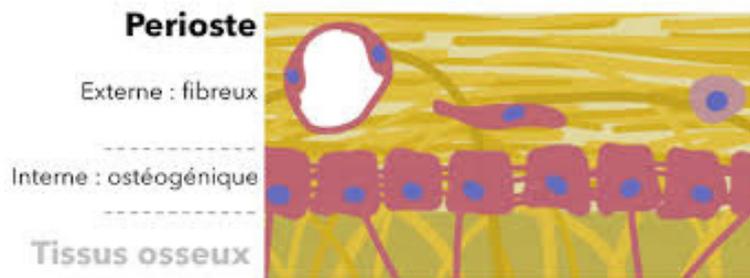
Le périoste est un tissu **conjonctif dense** qui enveloppe la face **externe** des os, à **l'exception** des cartilages **articulaires**.

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

Il est constitué de deux couches: **tendiniforme (fibreuse externe)** et **ostéogène interne**.

La couche **externe (fibreuse externe)** correspond à un tissu conjonctif **dense fibreux** qui est **richement vascularisé**.

Elle assure la **nutrition** de l'os sous-jacent. De plus, des branches des artères périostiques pénètrent dans le tissu osseux sous-jacent, à la différence du tissu cartilagineux, nourri par diffusion.



La couche **interne (ostéogène)** correspond à un tissu conjonctif **lâche** richement **vascularisé**.

Elle participe également 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 rôles du tissu osseux

- Soutien** : Constitue la majeure partie du squelette
- Protection** : Cage thoracique (coeur&poumons), boîte crânienne (encéphale), vertèbres (moelle spinale)
- Mécanique** : support rigide et site d'ancrage des organes (muscles squelettiques qui vont adhérer à l'os) notamment tendons et ligaments essentiels à la locomotion.
- Métabolique** : Tissu adipeux et minéraux -> principale réserve phosphore et calcium.
Homéostasie phosphocalcique : l'organisme stocke les ions ou les libère en fonction des besoins
Hématopoïétique : au niveau du TO spongieux via les cellules souches.

Les variétés du tissu osseux

Il existe deux types de tissu osseux selon l'orientation des fibres de collagène:

-Le tissu osseux **réticulaire (primaire)** : Il est **non orienté**, c'est à dire que les fibres de collagène de type I et les ostéocytes sont disposés sans ordre.

Il est **peu** minéralisé, immature et **transitoire**, ce qui signifie qu'il est remplacé au cours du développement par du tissu osseux lamellaire mieux organisé et plus résistant lors d'un processus appelé **ossification secondaire**.

Chez l'embryon, le fœtus, l'enfant et l'adolescent, il constitue les ébauches osseuses. **Après** la puberté, il ne persiste qu'au niveau des **osselets de l'oreille moyenne**.

-Le tissu osseux **lamellaire (secondaire)** : Il se forme rapidement à partir du tissu osseux primaire. Il est **orienté, très minéralisé** et constitue la **presque** totalité de l'os **adulte**.

Il est **orienté**, c'est à dire que les fibres de collagène I sont disposées **parallèlement** les unes aux autres, réalisant des lamelles superposées entre lesquelles se disposent les ostéocytes.

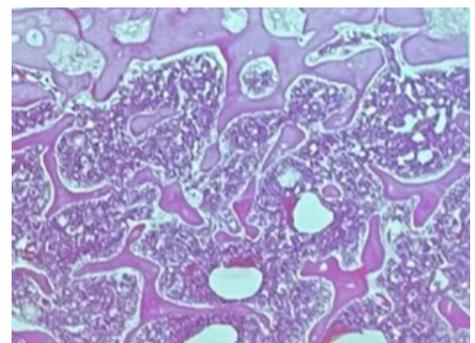
La disposition des lamelles osseuses permet de différencier deux types de tissu osseux lamellaire:

Le tissu **haversien = compact** : Il forme le tissu osseux compact présent au niveau de la partie **externe** des os dénommée **corticale**.

Les lamelles osseuses sont disposées de manière **concentrique** autour de canaux formant les ostéones.

Le tissu osseux **trabéculaire = spongieux** : Au **centre** des os, il est semblable à une éponge. Les lamelles osseuses sont disposées en **travées** séparées par des cavités contenant la moelle osseuse.

= tissu hématopoïétique : réseau labyrinthe avec une alternance de piliers et de travées -> au niveau des épiphyses os longs et des os plats.



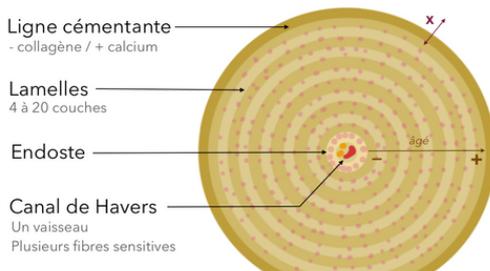
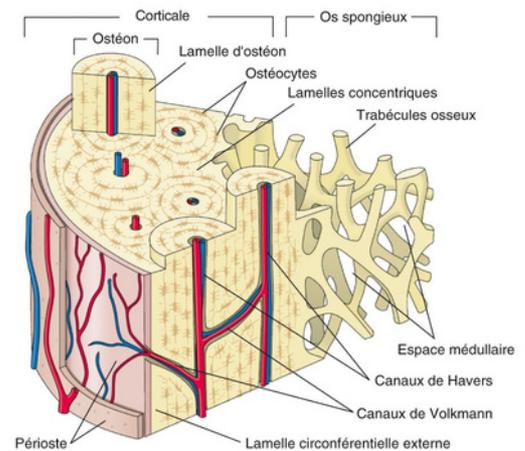
Le tissu osseux lamellaire

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

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

Entre les ostéones se trouvent des systèmes intermédiaires qui correspondent à des restes d'anciens ostéones 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 appelée **système fondamentale externe (SFE)** qui entoure **complètement** l'os sous le périoste. A la face interne de la corticale se trouve une organisation similaire appelé système fondamentale interne (SFI).



Chaque ostéone comprend en son centre un **canal de Havers** qui est une cavité conjonctivo-vasculaire de petite taille (80µm de diamètre) dans laquelle circule un capillaire sanguin et une fibre nerveuse **amyélinique**.

Ce canal est tapissé de cellules bordantes et est entouré de 10 à 15 lamelles osseuses concentriques.

Les fibres de collagène y sont **parallèles** les unes aux autres, disposées de façon **hélicoïdale** par rapport à l'axe de l'ostéone dont l'organisation assure la solidité optimale du tissu osseux. Tout à l'extérieur, la ligne **cimentante** constitue la limite **externe** de l'ostéone. Il s'agit d'une lamelle osseuse **dépourvue d'ostéocytes**.

Les canaux de Havers sont reliés entre eux via les canaux de **Volkman** qui sont des canaux transversaux **dépourvus** de lamelles concentriques.

Ils (Volkman) perforent les lamelles osseuses mais aussi les SFE et SFI. Les canaux de Havers communiquent entre eux, avec la cavité médullaire et avec la surface de l'os.

Les vaisseaux sanguins du tissu lamellaire sont en continuité avec ceux du périoste et de la moelle osseuse.



L'architecture osseuse

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

Les os **longs** comportent une partie médiane rétrécie : la **diaphyse** et deux extrémités plus ou moins élargies : les **épiphyse**. Les deux sont reliées par les **métaphyses**.

La diaphyse est constituée d'os **compact** avec une cavité médullaire centrale contenant de la moelle osseuse **jaune**.

Les métaphyses sont formées d'un tissu osseux **spongieux** entouré d'un tissu osseux compact prolongeant la **corticale** de la diaphyse.

Les épiphyses sont 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** appelé aussi cartilage de **conjugaison**. A la fin de la croissance, les cartilages de croissance disparaissent, les épiphyses et les métaphyses fusionnent.

Les os **courts** sont les os du **tarse** et du **carpe**. Ils ont une structure identique à celle des épiphyses des os longs, c'est à dire du tissu osseux trabéculaire entouré par une mince corticale d'os compact.

Les os **plats** sont les os des **côtes**, de la **voûte crânienne** et les **omoplates**: dans les os du crâne, le tissu osseux spongieux est dénommé **diploé**, l'os compact forme les tables externes et internes.

