

# Chapitre II :

# Tissu osseux



# **I- Introduction**

**D'un point de vue biologique, l'os est un tissu vivant important qui peut servir à plusieurs fonctions dans le corps humain.**

- 1- Il fournit : - le soutien structurel,  
- la protection des organes.**
- 2- Il représente l'essentiel des réserves du métabolisme des minéraux tels que le calcium.**
- 3- Il est le site principal pour la synthèse des cellules sanguines.**

**4-** Il est capable de maintenir une forme et une structure optimale tout au long de la vie par le biais d'un processus continu de renouvellement. Cela lui permet de répondre à l'évolution de l'environnement mécanique par "remodelage" en maintenir un équilibre optimal entre la forme et la fonction.

Sur un niveau élémentaire, le tissu osseux est composé de la matrice osseuse « **les os** », de **cellules**, de la **moelle osseuse** et du **réseau vasculaire**:

- **L'os** fournit une résistance mécanique et la source des minéraux du corps.
- **Les cellules osseuses** sont responsables du maintien de la structure de la matrice, la régulation de l'oxygène et les nutriments, stockage ou la libération des minéraux en fonction des besoins.
- **La moelle et le réseau vasculaire** sont responsables de la formation de cellules souches, ainsi ils permettent de se communiquer et d'interagir avec le reste du corps.

# II- Différents types d'os du point de vue macroscopique

Le tissu osseux (fig.1-1) se présente sous deux aspects bien distincts: l'os trabéculaire et l'os cortical.

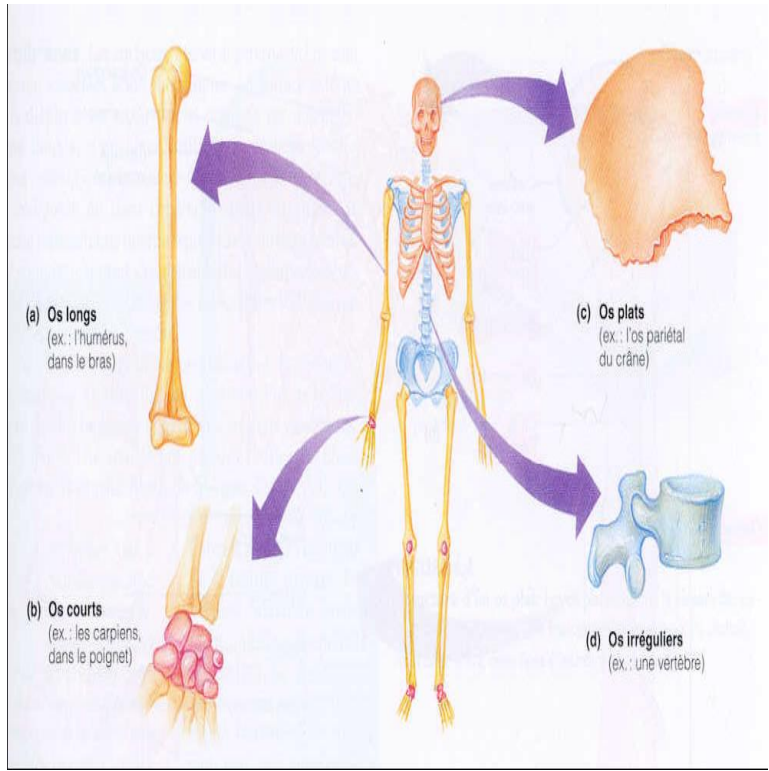
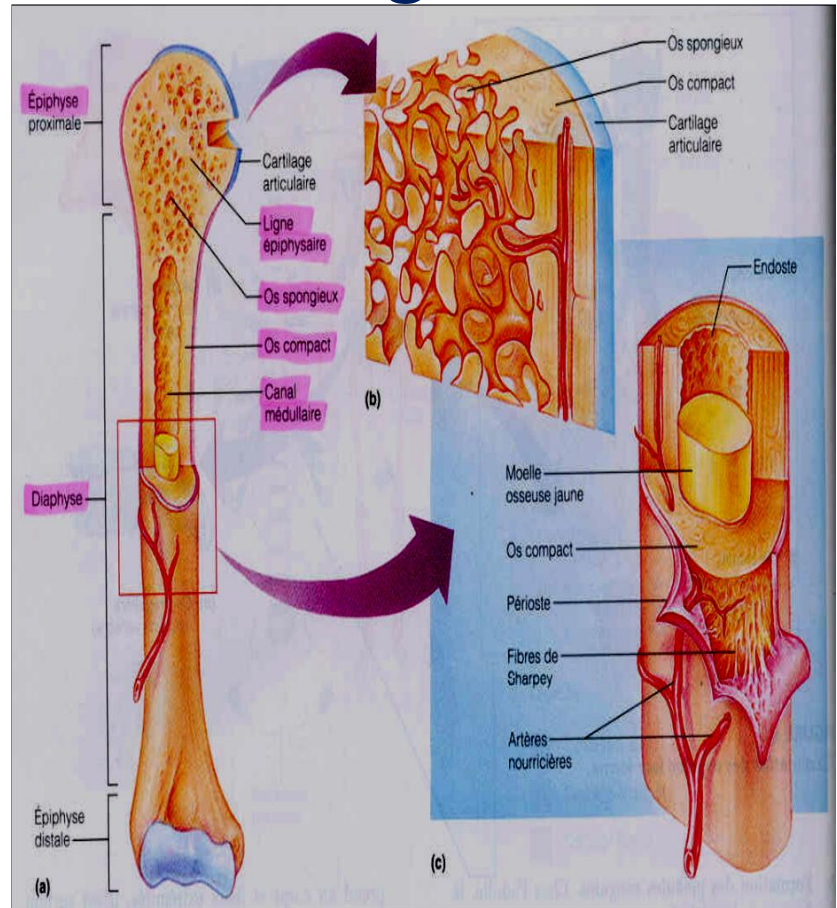
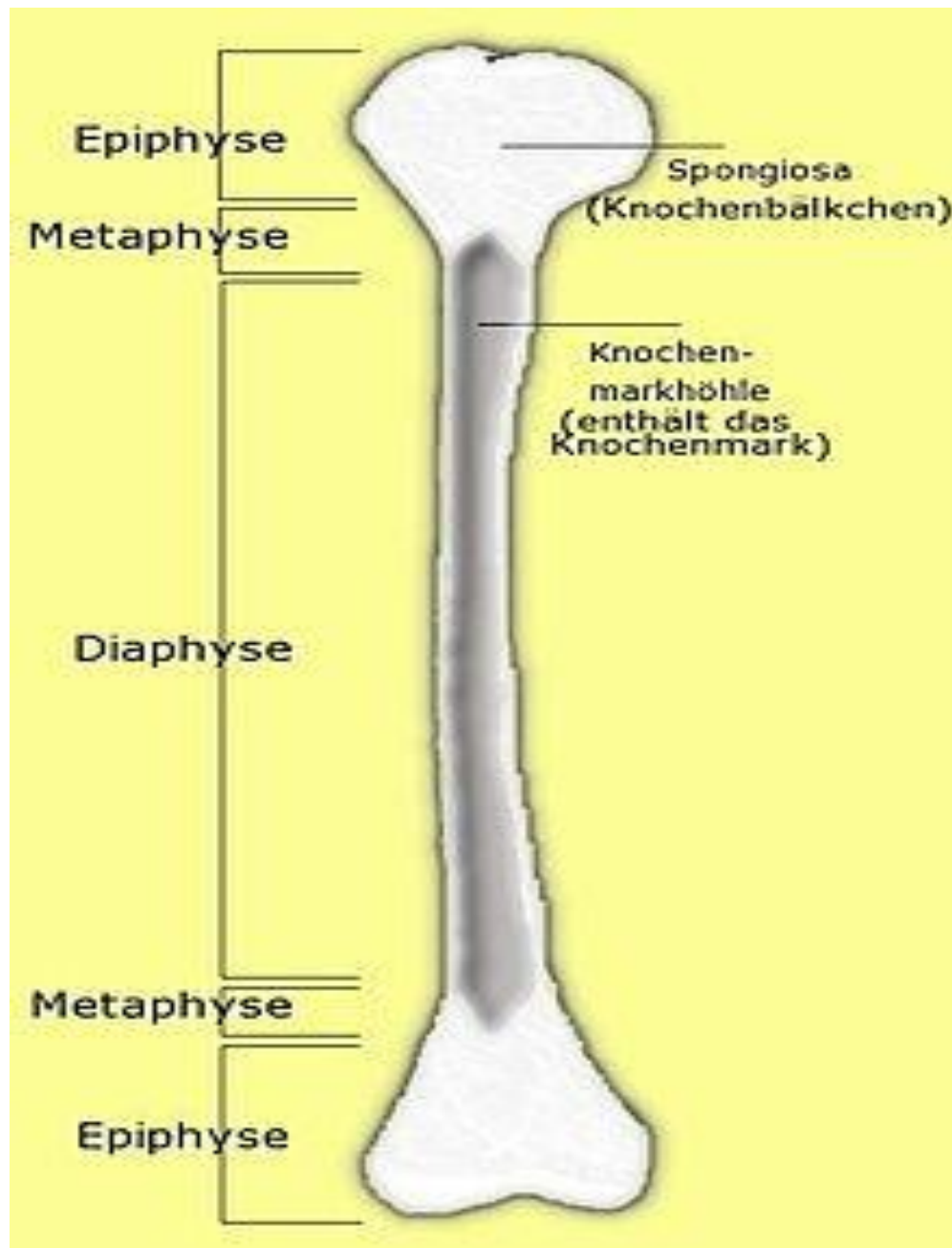


Fig.1-b

Fig.1-a





**Fig.2**

➤ **L'os spongieux** ou **trabéculaire** est présent dans les extrémités des os longs (fig.2): les épiphyses et la métaphyse.

Les travées osseuses formées par les lamelles s'entrecroisent et sont disposées dans le même sens que les forces de pression et de traction exercées sur l'os.

Il occupe la partie la plus volumineuse du tissu mais il ne présente que 20% de sa masse.

Sa structure macroporeuse tridimensionnelle offre une surface d'échange métabolique importante, alors que l'os cortical n'intervient pas dans ces échanges.

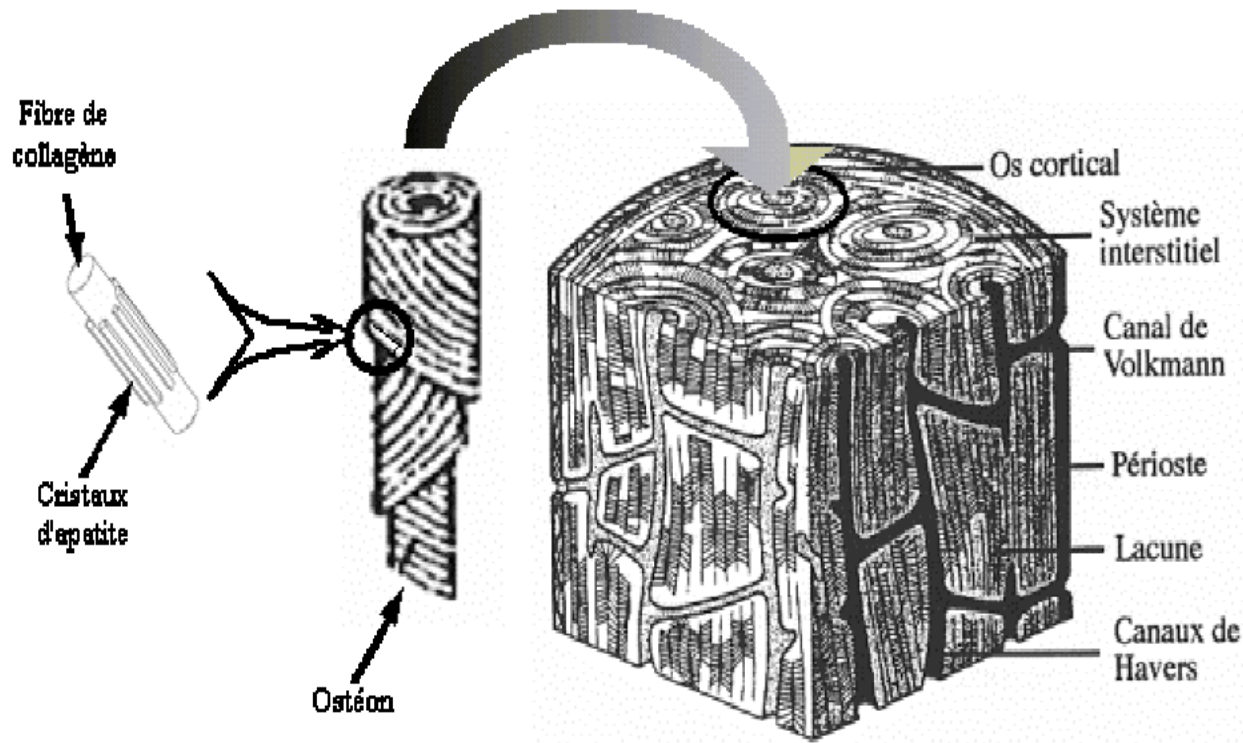
➤ **L'os cortical** occupe le milieu des os longs (fig.2 ), limitant un canal central de forme allongée dans le sens du grand axe de l'os, la cavité médullaire.

Il entre également dans la constitution des os courts et des os plats. L'os cortical représente 80 % de l'os squelettique total, il est un empilement lamellaire compact d'unités de construction appelées ostéons ou système de Havers.



L'ostéon est un canal neurovasculaire dont la paroi est formée de plusieurs couches concentriques (3-7  $\mu\text{m}$ ) de fibres de collagène sur lesquelles se développent les cristaux d'apatite. Ces cristaux s'orientent dans la direction des contraintes appliquées sur l'os (fig.3).

**Fig.3**



**L'architecture de l'os est donc édictée suivant les forces mécaniques auxquelles celui-ci est soumis.**

**Il existe différents canaux permettant la vascularisation et l'innervation du tissu: les canaux de Havers au centre de l'axe de l'ostéon et les canaux de Volkmann, perpendiculaires ou obliques par rapport aux précédents. Ils permettent de relier les canaux de Havers, entre eux, avec la surface extérieure et avec les cavités médullaires.**

**L'os trabéculaire se renouvelle environ cinq fois plus rapidement que l'os cortical.**

# III- Composition de l'os naturel

L'os naturel est approximativement composé de 67% de phase minérale, 21% de phase organique et 12% d'eau.

1 - Phase organique: cellules et matrice organique

## a. Les cellules

Trois types de cellules caractérisent le tissu osseux: les ostéoblastes, les ostéocytes et les ostéoclastes).

➤ **Ostéoblastes:** elles sont situées côte à côte à la surface des os. Elles sont responsables de la synthèse et la calcification de composés organiques de la matrice osseuse. Quand elles sont actives, leur taille varie de 15 à 80  $\mu\text{m}$ . Elles sont des cellules ostéoformatrices.

➤ **Ostéocytes**: Les cellules occupant les lacunes dans la matrice osseuse. Ce sont des cellules longues et minces (30  $\mu\text{m}$  sur 10  $\mu\text{m}$ ).

Elles sont en fait des ostéoblastes transformés en cellules de base du tissu osseux après l'élaboration de la matrice minéralisée.

Elles participent au maintien de la matrice osseuse et à l'homéostasie de la calcémie, alors que leurs capacités de synthèse et de résorption sont limitées.

➤ **Ostéoclastes:** elles sont responsables du processus de résorption osseuse au niveau du tissu osseux vieilli.

La fraction minérale se dissout par un abaissement local du pH au voisinage de 5.

La dégradation de la matrice organique se réalise par clivage enzymatique. Elles sont des cellules ostéoresorbantes.

**a.2- La matrice organique:** elle est composée de fibres collagène et d'une substance fondamentale.

➤ **Les fibres de collagène:** Le collagène représente presque la totalité de la matière organique de l'os (90 %) dépourvu de sa substance lipidique.

L'unité de base du collagène est la molécule de tropocollagène.

Les molécules s'ordonnent parallèlement entre elles selon une organisation précise.

La nucléation des cristaux d'apatite débuterait au niveau des espaces entre les molécules de tropocollagène.

➤ **La substance fondamentale:** elle est composée de lipides et de protéines non collagéniques, qui interviennent dans le processus de minéralisation osseuse en se liant au calcium et en le fixant sur les cristaux d'hydroxyapatite.

## 2.b. Composition minérale

La phase inorganique dans l'os s'apparente à l'hydroxyapatite de formule chimique  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (HA).

L'apatite de l'os est un phosphate de calcium déficient dont le rapport molaire (Ca/P) varie de 1.37 à 1.87.

En plus, elle est caractérisée par un désordre intérieur du cristal et la substitution de différents d'ions en petites quantités comme le Na, Mg et d'autres éléments traces. L'os n'est pas vraiment analogue à l'HA mais plutôt à une apatite carbonatée de type A-B qui contient des éléments majeurs (Ca et P) et d'autres éléments traces qui jouent un rôle important sur sa bioactivité.



**La composition de l'os dépend du site, de l'âge, du régime alimentaire et de la présence des maladies. Dans certains états physiologiques (la vieillesse, la grossesse), quand le métabolisme du calcium est impliqué, les éléments traces se libèrent très rapidement en se transportant par le sang vers d'autres sites.**

### **3- Mécanisme de remodelage osseux**

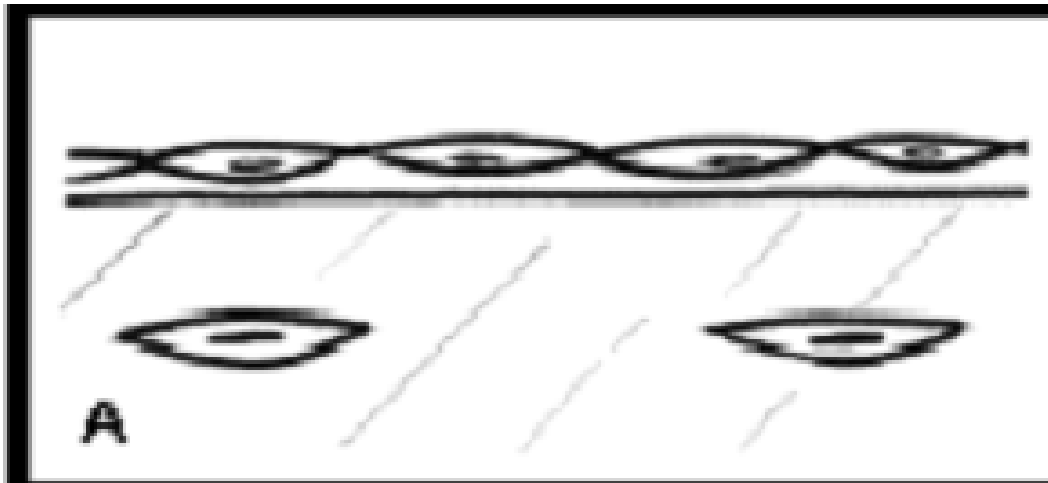
**L'os cortical ou spongieux peut être renouvelé d'une façon continue pour combler la perte de substance osseuse ou pour contrôler le taux de calcium relargué dans l'organisme par échange métabolique.**

**Le remodelage osseux s'effectue par un processus cyclique lié à la résorption du tissu osseux, puis sa reformation, où l'équilibre entre destruction et formation est maintenue par les ostéoclastes et les ostéoblastes.**

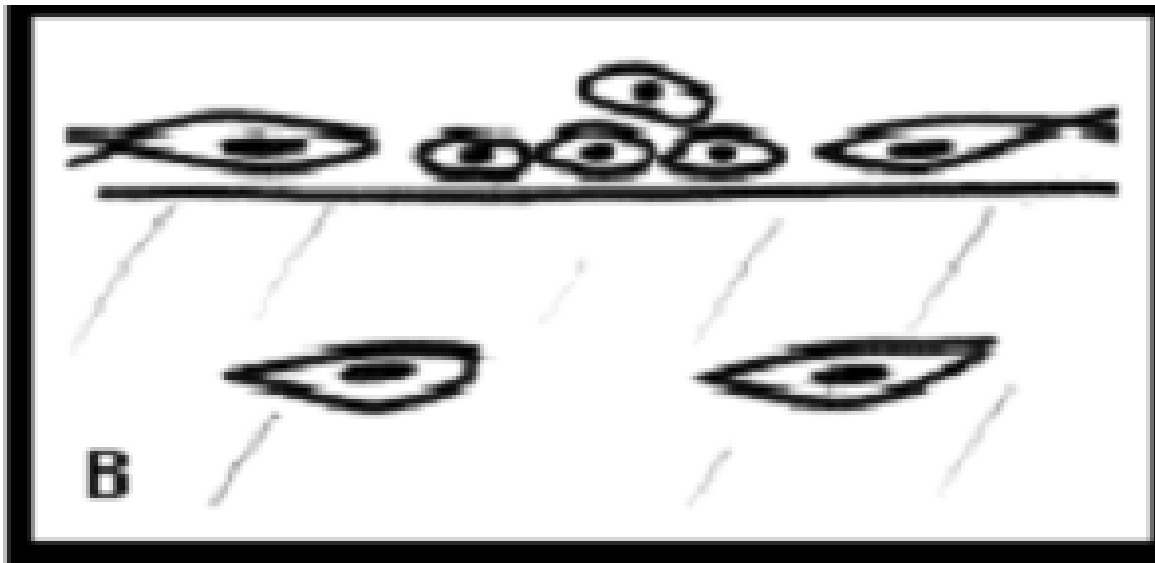
**D'autres facteurs influent sur le remodelage osseux comme les facteurs locaux du microenvironnement (cytokines), les facteurs de croissance, et des hormones.**

L'os se renouvelle en cinq étapes:

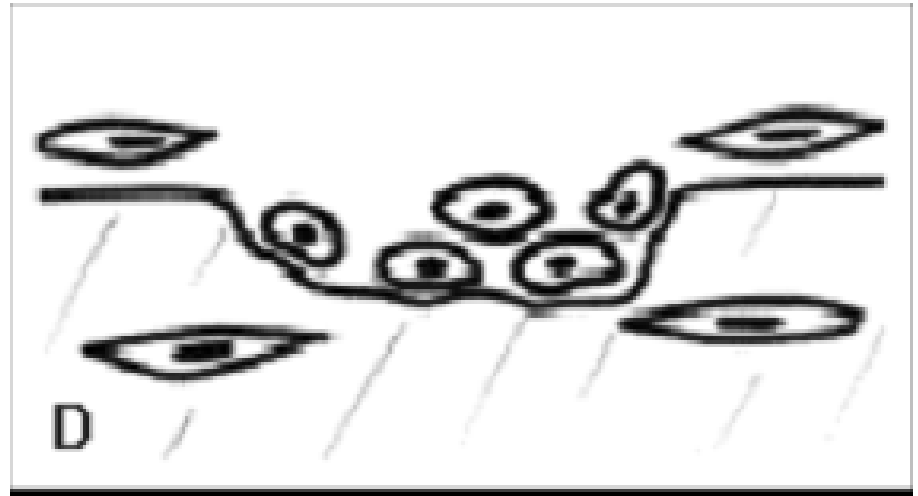
➤ **Phase de quiescence:** au cours de cette phase l'os est en repos, sa surface est recouverte de cellules allongées et très fines « cellules bordantes » (fig.4(a)).



➤ **Phase d'activation:** c'est la phase où les cellules mononucléées coupent les cellules bordantes et se regroupent sur la surface minéralisée de tissu (fig.4(b)).



➤ **Phase de résorption du tissu osseux (1 à 2 semaines)**: les ostéoclastes se repartissent le long du tissu osseux en résorbant un petit volume de l'os et formant une cavité de dimensions bien déterminées. Ensuite, les ostéoclastes sont remplacés par des cellules mononucléées d'origine macrophagique et/ou précurseurs d'ostéoblastes (fig.4(c,d)).



➤ **Phase intermédiaire:** les cellules mononuclées aplanissent la surface de la cavité et engendrent la formation d'un nouveau tissu jeune minéralisé (fig.4(e)).



➤ **Phase de production du tissu osseux (3 mois):** le processus se poursuit jusqu'à que la lacune soit comblé par l'os jeune et les ostéoblastes synthétisent les fibres collagène et les protéines nécessaires à la minéralisation. L'os retourne à l'état inactif jusqu'au cycle suivant (fig.4(F)).

