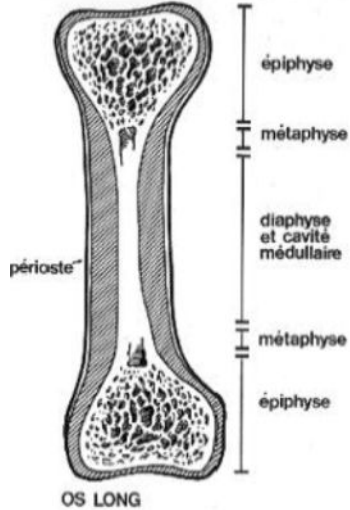


III. Tissu osseux

<p>Caractéristiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ tissu conjonctif spécialisé d'origine mésenchymateuse. ▪ MEC minéralisée et calcifiée → donne un caractère très rigide, dur et imperméable ▪ Est un tissu vivant, dynamique et en perpétuel remaniement ou remodelage : <ul style="list-style-type: none"> ○ permet d'assurer sa pérennité ○ grâce à des phases de croissance et de remodelage. 		
<p>Triple rôle</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonction mécanique : <ul style="list-style-type: none"> ○ soutien de l'organisme ○ support de la locomotion ○ protection des organes vitaux (ex : boîte crânienne pour l'encéphale) ▪ Fonction métabolique importante : <ul style="list-style-type: none"> ○ principal réservoir d'ions minéraux de l'organisme (99% du calcium, 88% du phosphore, 80% des carbonates et 50% du magnésium). ○ Support du métabolisme phosphocalcique ▪ Rôle hématopoïétique : <ul style="list-style-type: none"> ○ grâce aux os spongieux (Formation et différenciation des cellules sanguines) 		
<p>Os</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ est une association fonctionnelle de plusieurs tissus ▪ différents variétés anatomiques : 		
	<p style="text-align: center;">Os longs</p>	<p style="text-align: center;">Os courts</p>	<p style="text-align: center;">Os plats</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tibia, fémur, humérus... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os du carpe, phalanges, vertèbres... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sternum, omoplates, bassin, os du crâne ...
<p>Articulations</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 types : <ul style="list-style-type: none"> ○ fixe (ex : crâne) ○ mobile (ex : bouche) 		
<p>Os longs</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ constitués de : <ul style="list-style-type: none"> ○ 25% de tissu osseux <ul style="list-style-type: none"> - dont 20% de travées osseuses (= matrice + cellules) et 5% d'espaces conjonctivo-vasculaires ○ 60% de moelle et de tissu adipeux ○ 15% de périoste, endoste et cartilage articulaire 		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Différentes structures : <ul style="list-style-type: none"> ○ Diaphyse : <ul style="list-style-type: none"> - partie centrale - constituée de tissu osseux compact - constituée d'une cavité centrale graisseuse = cavité médullaire ○ Épiphyes : <ul style="list-style-type: none"> - deux, une à chaque bout de l'os. - entourées de cartilage articulaire - constituées de tissu osseux spongieux ○ Métaphyses : <ul style="list-style-type: none"> - situées entre la diaphyse et les épiphyses - permet de faire la jonction entre ces deux structures 	 <p style="text-align: center;">OS LONG</p>	

A. Cellules du tissu osseux

Deux catégories de cellules	<ul style="list-style-type: none"> avec des actions antagonistes : formation et destruction du tissu osseux équilibre permettant la pérennisation des pièces osseuses à l'identique (en dehors de toute contrainte) 			
	Lignée ostéoblastique ou ostéoformatrices			Lignée ostéoclastique
	<ul style="list-style-type: none"> Formation du tissu osseux 			<ul style="list-style-type: none"> Destruction du tissu osseux
	<ul style="list-style-type: none"> Origine mésenchymateuse : proviennent de cellules souches à potentialité ostéoformatrice : <ul style="list-style-type: none"> au niveau de la surface des os communes aux fibroblastes et aux adipocytes. 			<ul style="list-style-type: none"> Origine hématopoïétique (lignée des monocytes)
	Cellules bordantes	Ostéoblastes	Ostéocytes	Ostéoclastes
	<ul style="list-style-type: none"> la - différenciée 	<ul style="list-style-type: none"> + - différenciée 	<ul style="list-style-type: none"> la + différenciée 	/
	<ul style="list-style-type: none"> à la surface du tissu osseux minéralisé 	<ul style="list-style-type: none"> apposés à la surface de la MEC en cours de formation 	<ul style="list-style-type: none"> entièrement inclus dans la matrice osseuse à l'intérieur de petites logettes/cavités = ostéoplastes 	<ul style="list-style-type: none"> En regard de la matrice osseuse
Schémas				/

1. Lignée ostéoblastique

a) Cellules bordantes

Origine	<ul style="list-style-type: none"> Mésenchymateuse
Localisation	<ul style="list-style-type: none"> forment une monocouche à la surface du tissu osseux minéralisé : <ul style="list-style-type: none"> Cette couche n'est pas soumise ni à la formation ni à la résorption
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> Cellules plates, fusiformes, peu de cytoplasme et peu d'organites peu actives, repos = cellules quiescentes, c'est-à-dire en phase G0
Rôle	<ul style="list-style-type: none"> peuvent s'activer : <ul style="list-style-type: none"> sous l'influence d'un signal d'activation : contrainte mécanique, cytokines, facteurs de croissance → entraîne leur prolifération puis leur différenciation en ostéoblastes

b) Ostéoblastes	
Origine	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mésenchymateuse
Localisation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Au contact de l'os ▪ Apposé à la surface des travées osseuses en cours d'élaboration (croissance appositionnelle) où ils forment une monocouche (séparés de la travée par une couche de substance pré-osseuse qu'ils ont sécrétés) <ul style="list-style-type: none"> ○ Attention : ils ne sont jamais inclus dans le tissu osseux
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cellules cuboïdes mesurant 20 à 30 micromètres de diamètre ▪ Noyau rond et nucléolé ▪ Contours irréguliers → possèdent de nombreux prolongements cytoplasmiques, qui viennent s'enfoncer dans la MEC ▪ Cytoplasme basophile riche en organites : <ul style="list-style-type: none"> ○ Impliqués dans la synthèse protéique : réticulum endoplasmique granuleux (REG) important ○ appareil de Golgi → juxtanucléaire (situé proche du noyau) ○ Nombreuses mitochondries ○ Nombreux ribosomes libres ○ Lysosomes ▪ Cellules très actives
Rôle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Synthèse de la fraction organique de la matrice osseuse = ostéoïde (substance pré-osseuse : liseré préosseux) ▪ Minéralisation de l'ostéoïde au bout de 10 jours
Devenir	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 possibilités : <ul style="list-style-type: none"> ○ Mise au repos sous forme de cellules bordantes ○ Différenciation en ostéocytes s'il se retrouve entouré de la matrice extracellulaire qu'il secrète (1/40) ○ Entrer en apoptose (Mort)
Schéma	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>Le schéma à gauche illustre les jonctions communicantes (GAP) entre ostéoblastes voisins, entre ostéoblastes et ostéocytes inclus dans la matrice extracellulaire (MEC), et entre ostéocytes eux-mêmes. Le microscopie à droite montre une coupe histologique de ces cellules avec des jonctions communicantes visibles.</p> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jonctions communicantes (GAP) : <ul style="list-style-type: none"> ○ entre ostéoblastes ○ entre ostéocytes ○ ostéoblastes- ostéocytes </div> </div>

c) Ostéocytes	
Origine	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mésenchymateuse
Localisation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entièrement inclus dans la matrice osseuse ▪ à l'intérieur de petites logettes/cavités = ostéoplastes
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forme étoilée ▪ Ne se divisent pas ▪ Durée de vie : longue (plusieurs années) et meurent sur place ▪ Possèdent de nombreux prolongements cytoplasmiques contenus dans des canalicules ▪ Présence de nombreuses jonctions communicantes = Jonctions GAP : <ul style="list-style-type: none"> ○ avec des ostéoblastes ○ mais également avec des ostéocytes
Rôle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maintien de la matrice osseuse (<i>petite activité de synthèse</i>) ▪ Régulation du remodelage osseux (percevoir des contraintes mécaniques via leurs mécanorécepteurs qu'ils vont transmettre aux autres ostéoblastes/ostéocytes par les jonctions communicantes) ▪ Régulation des échanges ioniques (maintien de l'équilibre phosphocalcique)

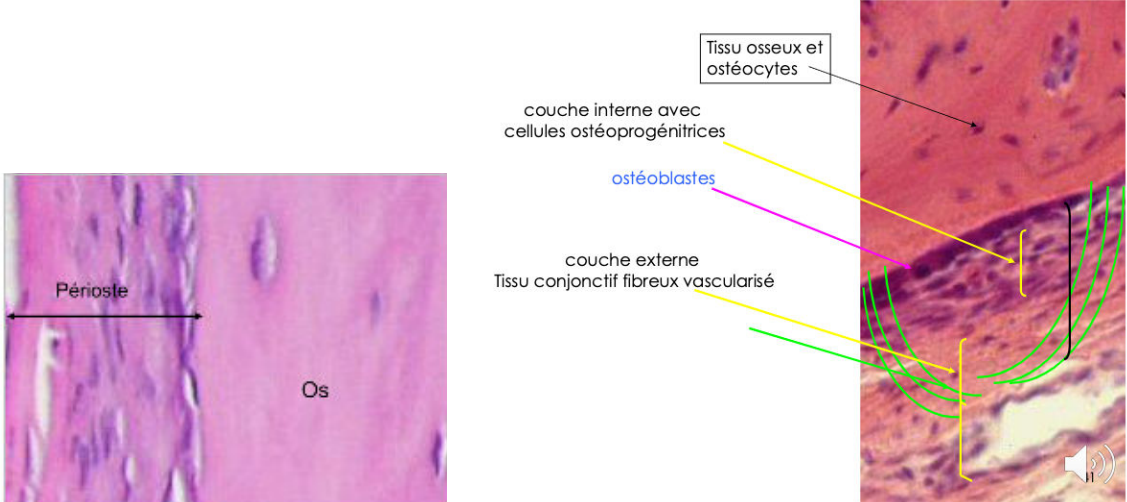
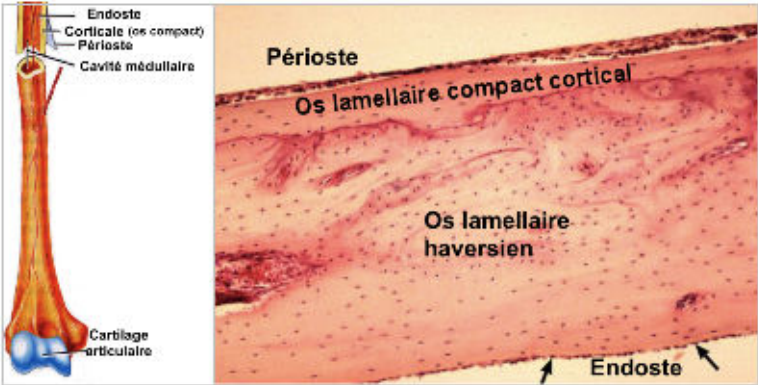
2. Lignée ostéoclastique : Ostéoclaste

<p>Origine</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ D'origine hématopoïétique ○ provient d'un précurseur hématopoïétique commun à la lignée granulocytaire = GM-CFU ○ migre sous l'action de M-CSF (=CSF-1), dans le sang et se différencie en pro-monocyte puis en monocyte. ○ se différencie en pré-ostéoclaste (ou pro-ostéoclaste) en arrivant dans le tissu osseux ○ fusion de plusieurs pré-ostéoclastes donne des ostéoclastes. 	
<p>Caractéristiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Volumineuse. ▪ Environ 50 à 100 µm de diamètre ▪ Multinucléées → 30 à 50 noyaux : <ul style="list-style-type: none"> ○ forme de dôme ▪ nombreux replis de la membrane qui forment une bordure en brosse → en regard de la matrice osseuse minéralisée ▪ Très mobiles. ▪ Durée de vie : 12 jours 	
<p>Rôle</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seules cellules capables de résorber (faire disparaître) la MEC minéralisée (calcifiée). 	
<p>Étapes de la résorption osseuse</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ostéoclaste se lie à la matrice osseuse par l'intermédiaire d'intégrine ○ délimite un anneau périphérique de scellage permettant la création d'une chambre étanche de résorption dans laquelle l'ostéoclaste émet de très nombreuses microvillosités (bordure en brosse). ▪ Acidification de la chambre de résorption grâce à de nombreuses pompes à protons → permet de dissoudre la phase minérale de la matrice extracellulaire, donnant ainsi une lacune => lacune de Howship. ▪ Ostéoclaste va libérer des enzymes protéolytiques lysosomiales (ex : collagénase) → dégrader la matrice organique ○ produits de la dégradation vont ensuite être expulsés vers le pôle opposé de la cellule par transcytose. ▪ Une fois que l'ostéoclaste a creusé une lacune de 40 micromètres de profondeur : <ul style="list-style-type: none"> ○ se déplace pour effectuer une nouvelle phase d'adhésion-résorption-migration ou ○ meurt par apoptose. 	
<p>Schémas</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p style="text-align: center;">50-100µm</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p style="text-align: center;">Liaison avec le cytosquelette par l'intermédiaire d'intégrines</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p style="text-align: center;">40µm</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p style="text-align: center;">Résorption de la matrice osseuse Acidification de la lacune de Howship: pompe à protons Libération d'enzymes lytiques: collagénases, métalloprotéinases, phosphatase acide, catépsine</p> </div> </div>	

B. Matrice extracellulaire du tissu osseux

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vascularisée, Innervée, Minéralisée, Calcifiée ▪ 2 phases : <ul style="list-style-type: none"> ○ organique ou ostéoïde ○ minérale ou calcifiée 	
Phase organique ou ostéoïde	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Non minéralisée ▪ Secrétée par les ostéoblastes 	
	Composition	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fibres de l'ostéoïde (90 à 95% de la phase organique) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Fibres de collagène de type I (80%): <ul style="list-style-type: none"> - organisées en faisceaux ou fibrilles d'orientation variable, qui suivent les lignes de force appliquées à l'os ○ Dépourvue de collagène de type II et de fibres élastiques ▪ Substance fondamentale <ul style="list-style-type: none"> ○ Contient peu d'eau (50%) ○ Forme un gel de : <ul style="list-style-type: none"> - Glycosaminoglycane (chondroïtine sulfate) et - Protéoglycanes (fibromoduline) ○ Contient de nombreuses protéines telles que : <ul style="list-style-type: none"> - Ostéonectine et ostéocalcine → interviennent dans la minéralisation de la matrice osseuse - Ostéopontine → relie les ostéoclastes à matrice osseuse - Enzymes, facteurs de croissance, molécules de signalisation → réguler le remodelage osseux et interviennent dans le métabolisme phospho-calcique
Phase minérale	Composition	<ul style="list-style-type: none"> ▪ constituée de petites aiguilles hexagonales de cristaux d'hydroxyapatite <ul style="list-style-type: none"> ○ formés grâce à la cristallisation du phosphate et du calcium ○ se positionnent sur et entre les fibres de collagène : <ul style="list-style-type: none"> - fibres de collagènes participent par leur périodicité à l'orientation des cristaux. ○ précipitent en regard d'intervalles réguliers séparant les molécules de tropocollagène ○ représentent 70% du poids sec de la matrice minéralisée.
Formation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sécrétion d'une substance pré-osseuse par les ostéoblastes : matrice osseuse = ostéoïde ▪ Formation de vésicules matricielles riche en phosphatase alcaline ▪ Précipitation des ions calcium et phosphate dans ces vésicules → Formation de cristaux d'hydroxyapatite → minéralisation des vésicules → accrétion des vésicules ▪ Confluence progressive des foyers de minéralisation → MEC minéralisée du tissu osseux 	

C. Enveloppes du tissu osseux : périoste et endoste

<p>Rôle</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ces enveloppes jouent un rôle dans la croissance (en épaisseur) et la réparation des os. 	
<p>Périoste = enveloppe externe</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recouvre la surface (externe) de tous les os : <ul style="list-style-type: none"> ○ sauf au niveau des insertions tendineuses, ligamentaires et des cartilages articulaires ▪ est à l'origine du système fondamental externe ▪ Gaine conjonctive formée de 2 couches : 	
	<p style="text-align: center;">Couche interne</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contient des cellules ostéoprogénitrices ▪ apporte les cellules mésenchymateuses à l'origine de la lignée ostéoblastique. 	<p style="text-align: center;">Couche externe</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tissu conjonctif fibreux. ▪ vascularisée et innervée.
		
<p>Endoste = enveloppe interne</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ tapisse les cavités internes : <ul style="list-style-type: none"> ○ cavités médullaires (là où se trouve la moelle) ○ cavités de l'os spongieux. ▪ est un tissu conjonctif lâche ▪ à l'origine du système fondamental interne ▪ Rôles : <ul style="list-style-type: none"> ○ niche des cellules souches ○ apporte également les cellules mésenchymateuses à l'origine de la lignée ostéoblastique ○ dans la croissance de la pièce osseuse ○ dans la réparation des fragments 	