

Chapitre 4: **Les tissus cartilagineux**

Dr. Anne McLEER

-

Pr. Olivier David COHEN

Dr. Julie MONDET

Introduction sur les tissus squelettiques

- Formes **spécialisées de tissus conjonctifs** → **origine mésenchymateuse**
 - **Tissu osseux** : composition de l'os ; fonctions mécaniques et métaboliques
 - **Tissu cartilagineux** : support semi-rigide ; étape initiale de la constitution de l'os
 - **Articulations** : structures composites réunissant les os du squelette
 - **Ligaments** : stabilité des articulations ; fixation des organes
 - **Tendons** : connexions entre les muscles et les os
- Différences fonctionnelles liées à **nature** et **proportions** de la substance fondamentale et des fibres de la matrice extracellulaire

Les tissus cartilagineux

- Généralités
- Constitution
- Le cartilage hyalin
- Le cartilage élastique
- Le cartilage fibreux
- Histophysiologie
- Physiopathologie

Généralités

- Elastique et solide, déformable dans certaines limites
- **Non calcifié** sauf ossification ou pathologie
- Tissu de soutien structural (trachée, pavillon oreille,...)
- Facilite mouvements des os dans articulations
- Rôle primordial dans l'ossification
- **Dépourvu de vascularisation et d'innervation**
- Localisation variable selon l'âge
 - **foetus** : plus grande partie du squelette
 - **enfant** : ↓ importance quantitative
 - **adulte** : variété tissulaire la moins répandue

Les tissus cartilagineux

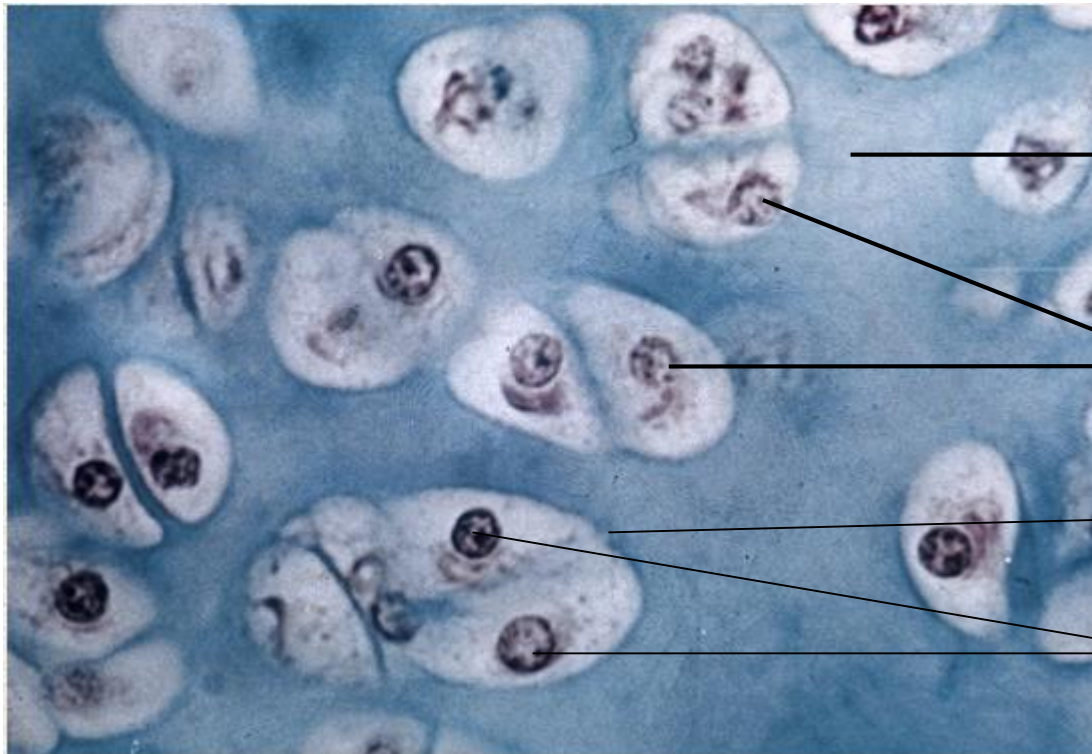
- Généralités
- Constitution
 - Cellules
 - Matrice extracellulaire
- Le cartilage hyalin
- Le cartilage élastique
- Le cartilage fibreux
- Histophysiologie
- Physiopathologie

Cellules

- Chondroblastes et chondrocytes
- 2 états fonctionnels de la même cellule
- Cellule souche mésenchymateuse → chondroblastes
→ chondrocytes
- Importance du facteur de transcription Sox9
- Chondrocytes situés dans logettes = chondroplastes

Chondrocytes

- Microscopie optique :
 - cellules sphériques ou ovoïdes
 - $\varnothing = 10\text{-}40\mu\text{m}$
 - noyau central, assez volumineux



matrice cartilagineuse

chondrocytes dans
leur chondroplaste

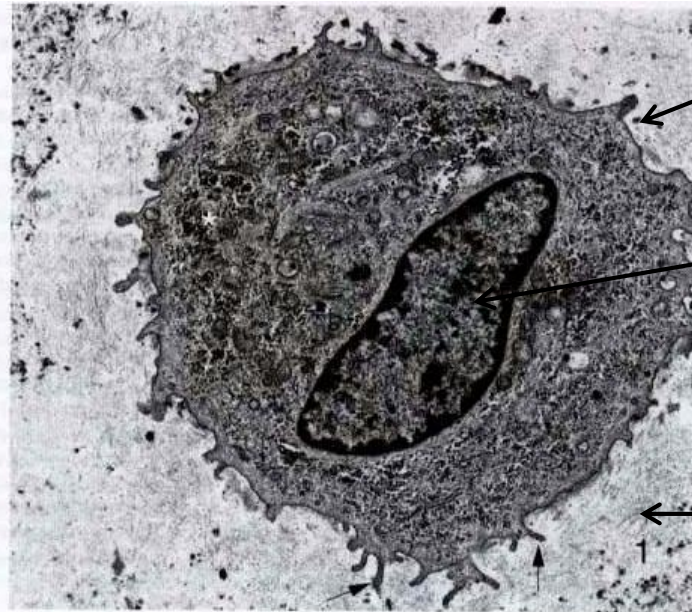
chondroplaste

noyaux des chondrocytes

Chondrocytes

- Microscopie électronique
 - membrane plasmique irrégulière, courts prolongements cytoplasmiques
 - organites habituels, selon l'état d'activité cellulaire
 - inclusions lipidiques et de glycogène

Fig. 3.2-25 Chondrocyte (cellule du cartilage), cartilage hyalin d'une bronche (homme). La surface montre de nombreuses microvillosités irrégulières (→) qui se projettent dans la matrice (1). Dans le cytoplasme, les organites cellulaires sont bien développés (appareil de Golgi, centriole, mitochondries, RER) ; à côté de ceux-ci se trouvent également du glycogène (*) en grande quantité et souvent des gouttelettes lipidiques. La matrice est constituée de fines fibrilles de collagène de type II, de petites calcifications denses et de protéoglycanes, comprenant des glycosaminoglycanes et surtout du sulfate de chondroïtine. Immédiatement sous la surface de la cellule (= partie péricellulaire) s'observent de fines fibrilles de collagène qui, selon les circonstances, protègent les cellules contre les pressions mécaniques. Gross. : $\times 7\ 830$. (D'après [1])



Chondrocyte moulé dans son chondroplaste

Noyau

Matrice cartilagineuse

Chondrocytes

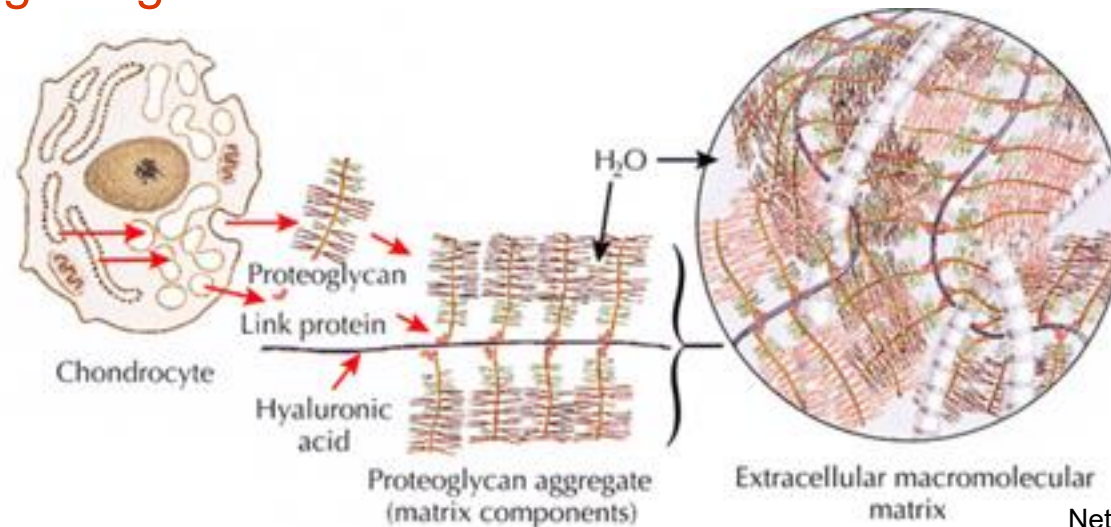
- Matrice cartilagineuse synthétisée surtout par les chondroblastes
- Chondrocytes :
 - petite activité de synthèse
 - activité de dégradation composants M.E.C.
- Activité de résorption normalement très faible chez l'adulte → les chondrocytes **maintiennent l'intégrité** de la matrice cartilagineuse
- Nombreux récepteurs :
 - hormone de croissance (GH, growth hormone)
 - IGF-I (insulin-like growth factor I)
 - androgènes
 - ...

Les tissus cartilagineux

- Généralités
- Constitution
 - Cellules
 - Matrice extracellulaire
 - Substance fondamentale
 - Fibres
- Le cartilage hyalin
- Le cartilage élastique
- Le cartilage fibreux
- Histophysiologie
- Physiopathologie

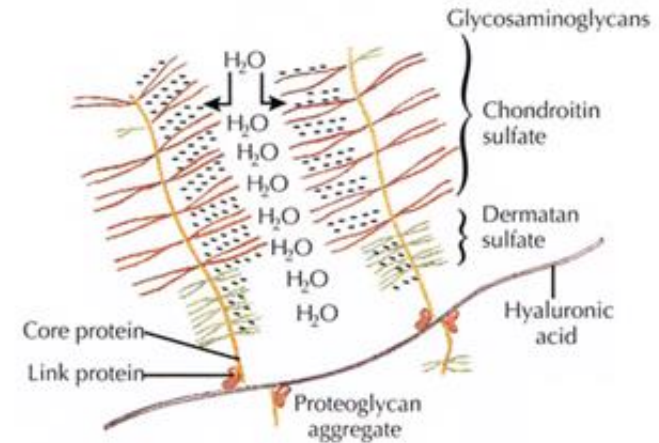
Substance fondamentale

- Eau (70-80% masse)
- Sels minéraux
- Glycosaminoglycanes
 - **chondroïtines-sulfates et kératane-sulfate**
 - isolés ou liés à des protéines → **protéoglycanes = aggrécanes = aggrecans**
- Aggrécanes + **acide hyaluronique** → **complexe macromoléculaire chargé négativement**

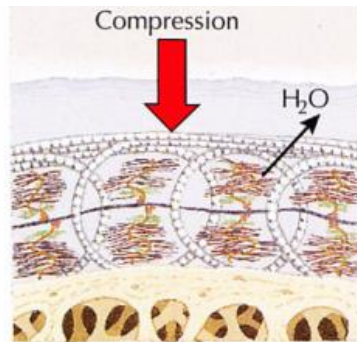


Substance fondamentale

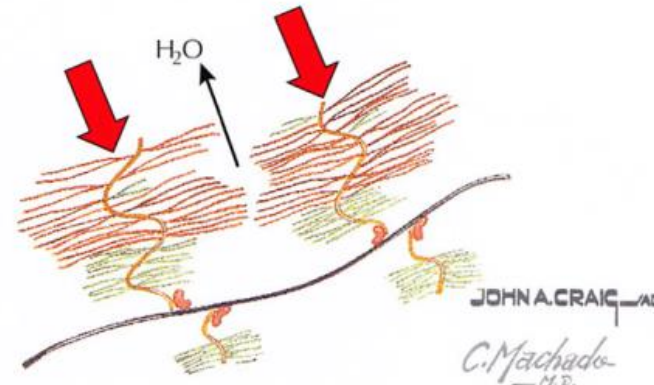
- Nombreuses charges négatives
 - attirent de grandes quantités d'eau



- Gel très hydraté capable de résister à la **compression** et à la **déformation**



Matrix compression pushes GAG side chains together, releasing water and decreasing matrix volume. Decompression allows re-expansion of molecule and matrix volume



Substance fondamentale

- Protéines non collagéniques
 - protéines de structure
 - cytokines, facteurs de croissance (issus des chondrocytes ; périchondre, cavité articulaire, vaisseaux sanguins)
- Autres molécules
 - métabolites
 - nutriments
 - hormones
 - ...

Fibres

- Différents types de tissus cartilagineux
 - hyalin
 - fibreux
 - élastique

Selon nature et proportions de la **substance fondamentale** et des différents types de **fibres** (collagènes I et II, élastine) au sein de la M.E.C.

Matrice extracellulaire

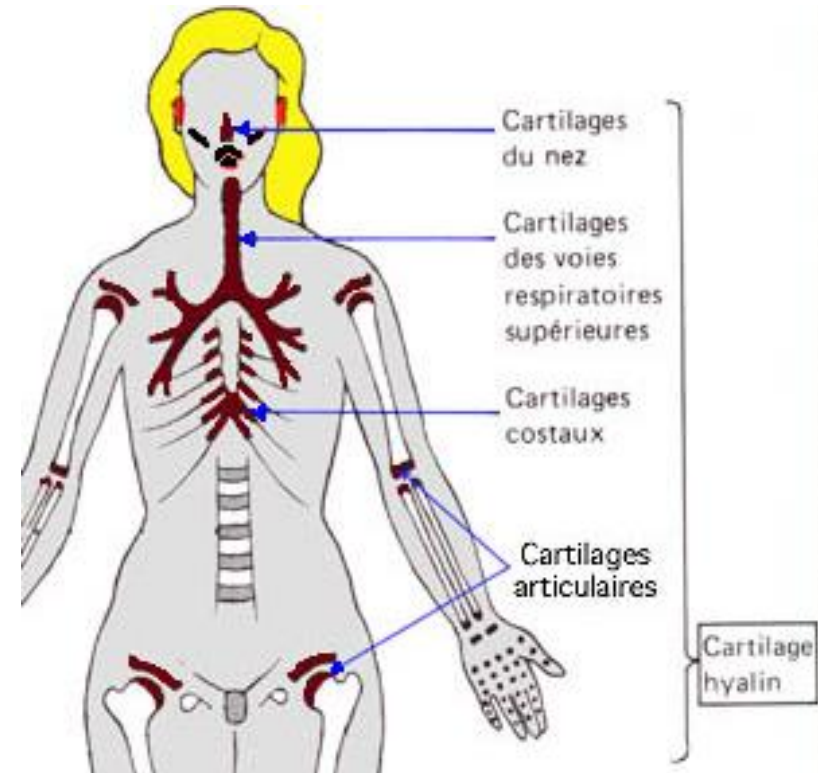
- Richesse en eau de la substance fondamentale
→ résistance à la compression et à la déformation
- Agencement des fibres de collagène dans la matrice
→ résistance à la tension

Les tissus cartilagineux

- Généralités
- Constitution
- Le cartilage hyalin
- Le cartilage élastique
- Le cartilage fibreux
- Histophysiologie
- Physiopathologie

Cartilage hyalin

- **Le plus répandu**
- Embryon
 - maquette cartilagineuse pour le développement osseux
- Enfant & adolescent
 - cartilages de conjugaison (cartilages de croissance)
- Adulte
 - surfaces articulaires,
 - paroi des voies respiratoires (cloisons nasales, larynx, trachée & bronches)
 - extrémité sternale des côtes

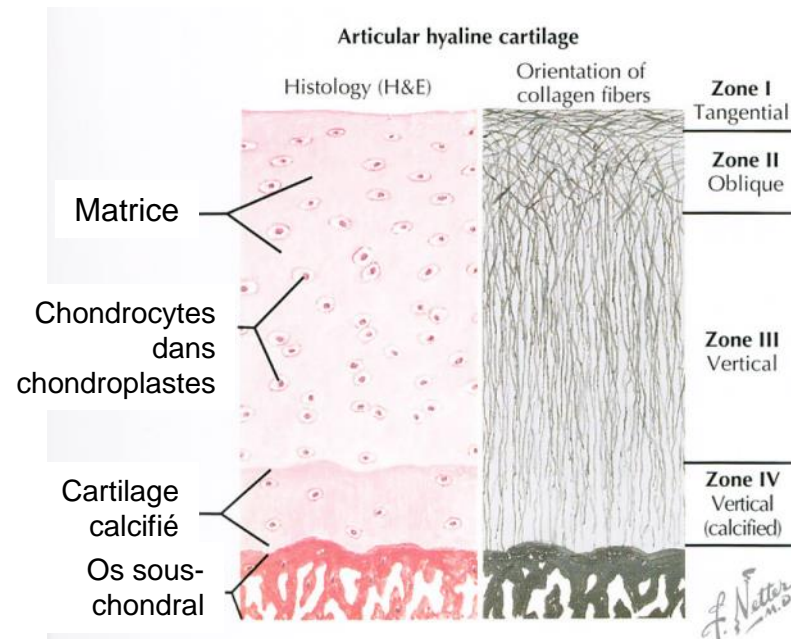


Cartilage hyalin

- Constitution
 - Matrice extracellulaire (90% masse cartilagineuse)
homogène, translucide (grec *hyalos* = verre)
 - substance fondamentale (40%)
 - fibres (50%)
 - Cellules (10% masse cartilagineuse)

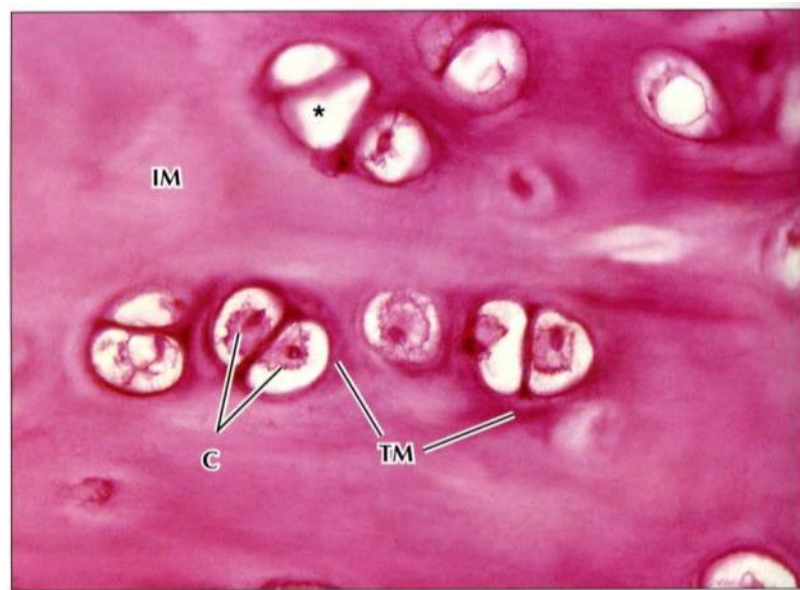
Fibres

- Collagène **type II (90% du collagène)**
 - même indice de réfraction que la SF → invisibles en microscopie optique avec colorations usuelles
 - fibrilles autour des chondroplastes formant un panier
- Autres collagènes consolident le réseau
- Pas de fibres élastiques



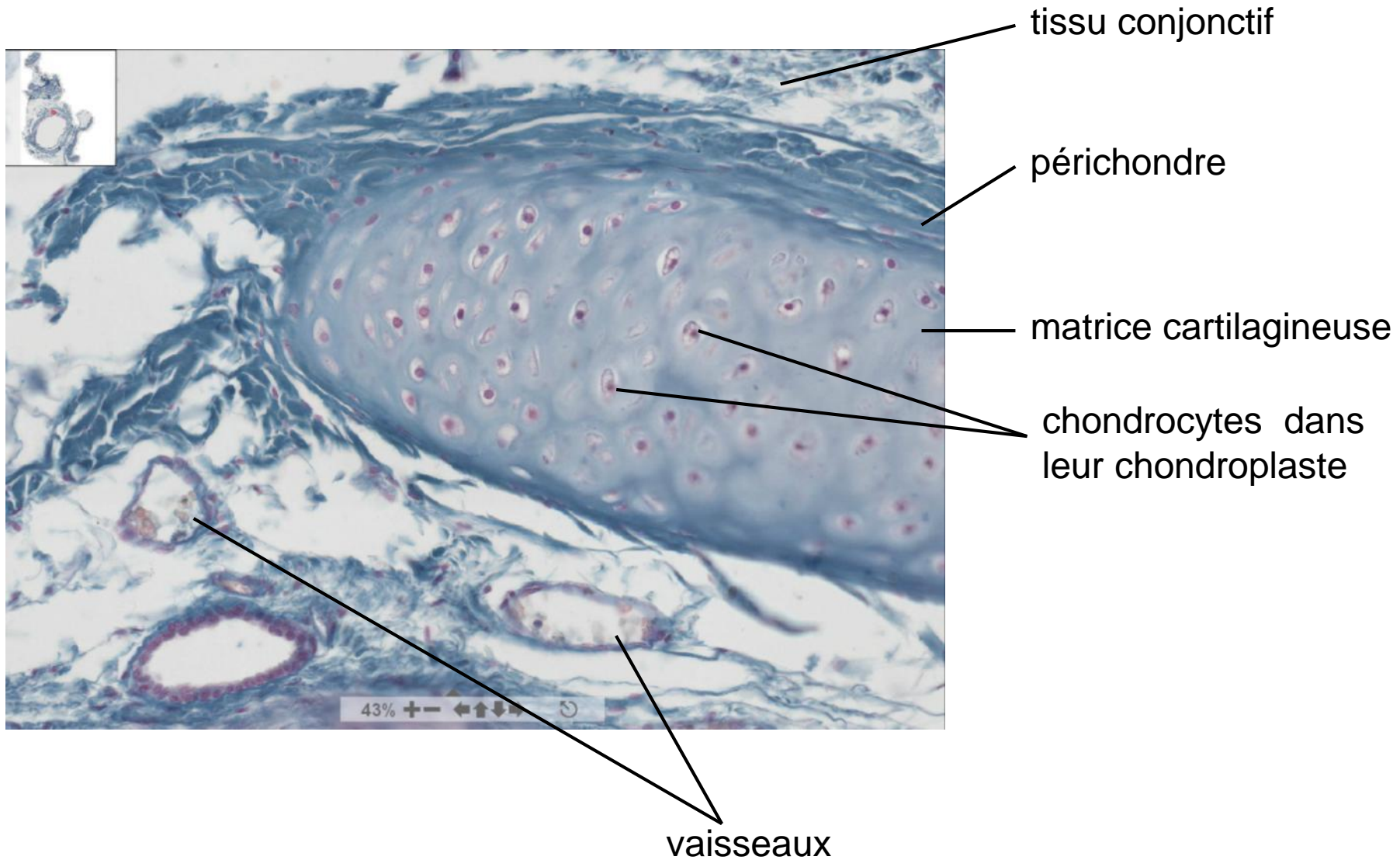
Organisation

- Organisation en territoires, selon composition M.E.C.
 - zone **péricellulaire** adjacente aux chondrocytes
 - zone **territoriale** riche en GAG et pauvre en collagène (TM)
 - zone **interterritoriale**, riche en fibres (IM)
- gradient de pression osmotique facilitant **diffusion éléments nutritifs vers chondrocytes au sein de la M.E.C.**



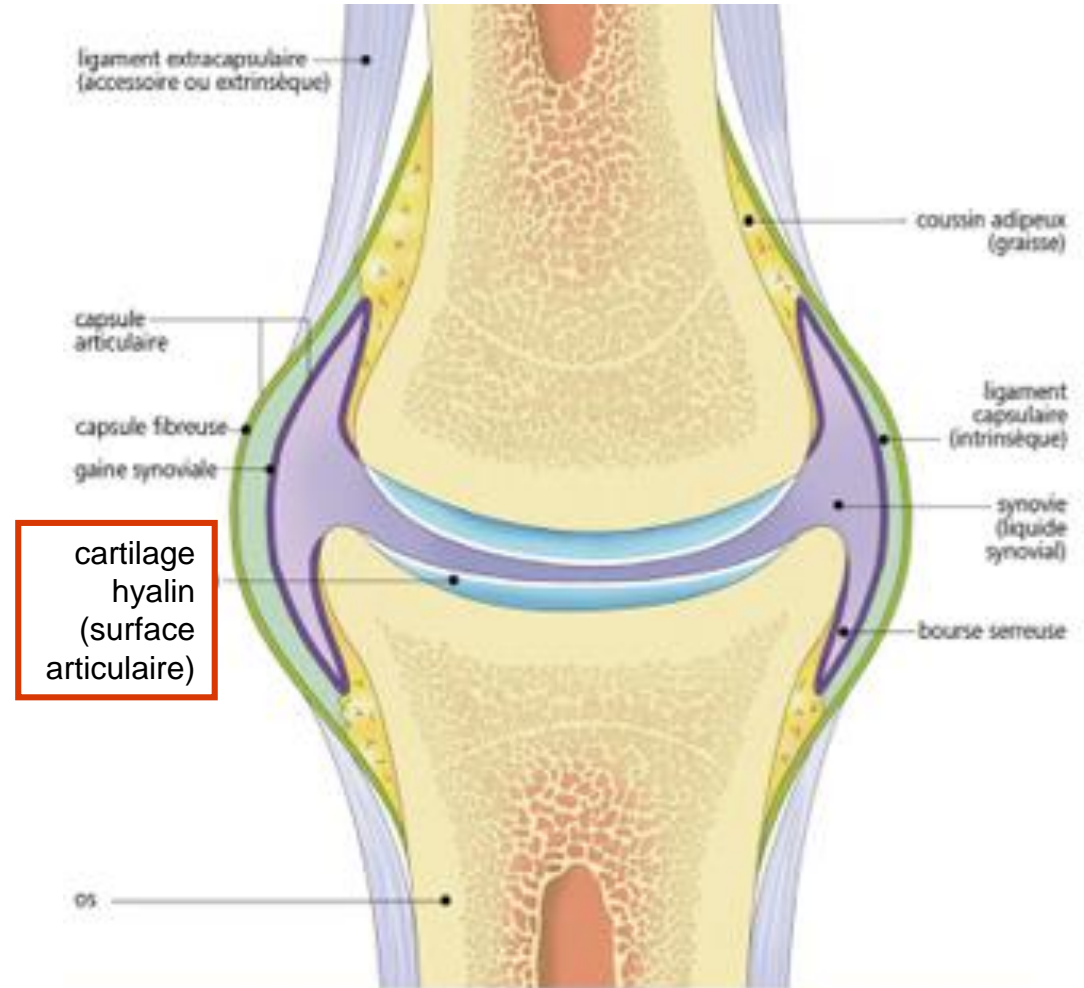
C : les chondrocytes sont rétractés dans leur chondroplaste, à cause d'artéfacts dus à la préparation histologique
TM : matrice territoriale
IM : matrice interterritoriale

Cartilage hyalin



Cartilage articulaire

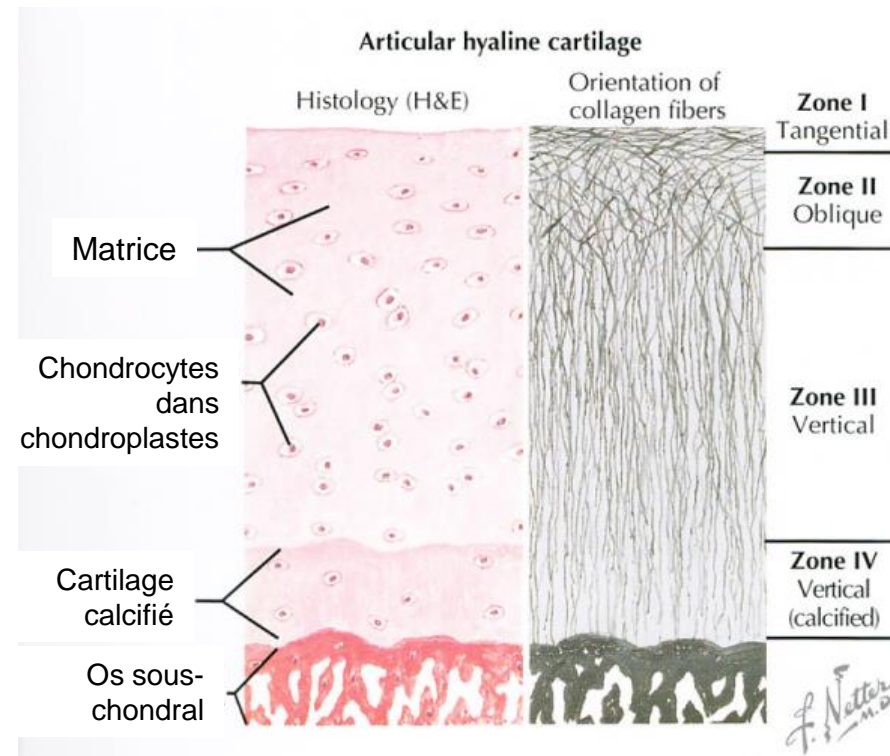
- Articulations mobiles
- Surfaces articulaires recouvertes de **cartilage hyalin**
- Avec le liquide synovial, empêche le frottement des surfaces osseuses → jeu & mobilité de l'articulation



L'articulation synoviale du genou.

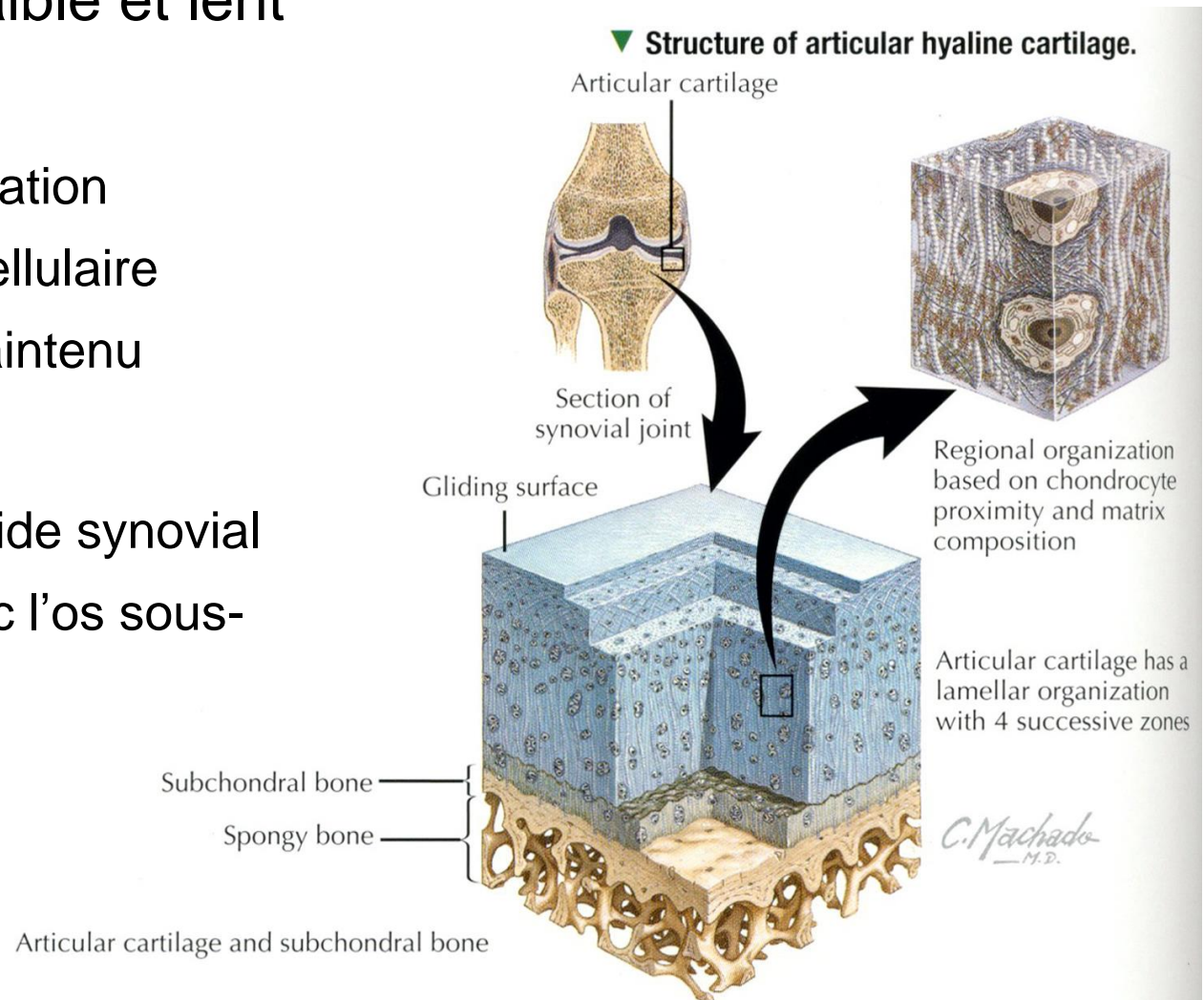
Cartilage articulaire

- Arcades de fibres de collagène II
→ répartition harmonieuse des pressions



Cartilage articulaire

- Remodelage faible et lent
- Chondrocytes
 - peu de prolifération
 - peu de mort cellulaire
 - nombre +/- maintenu
- Nutrition
 - à partir du liquide synovial
 - échanges avec l'os sous-chondral

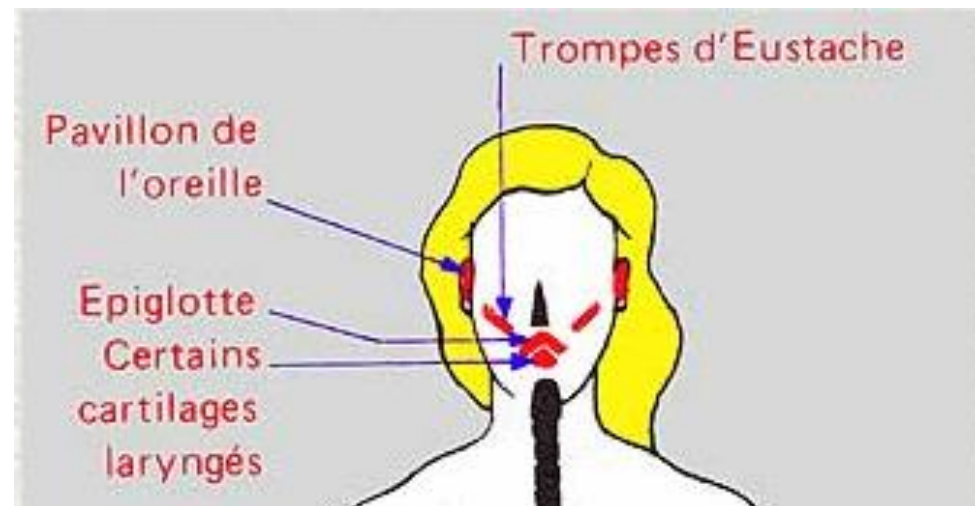


Les tissus cartilagineux

- Généralités
- Constitution
- Le cartilage hyalin
- Le cartilage élastique
- Le cartilage fibreux
- Histophysiologie
- Physiopathologie

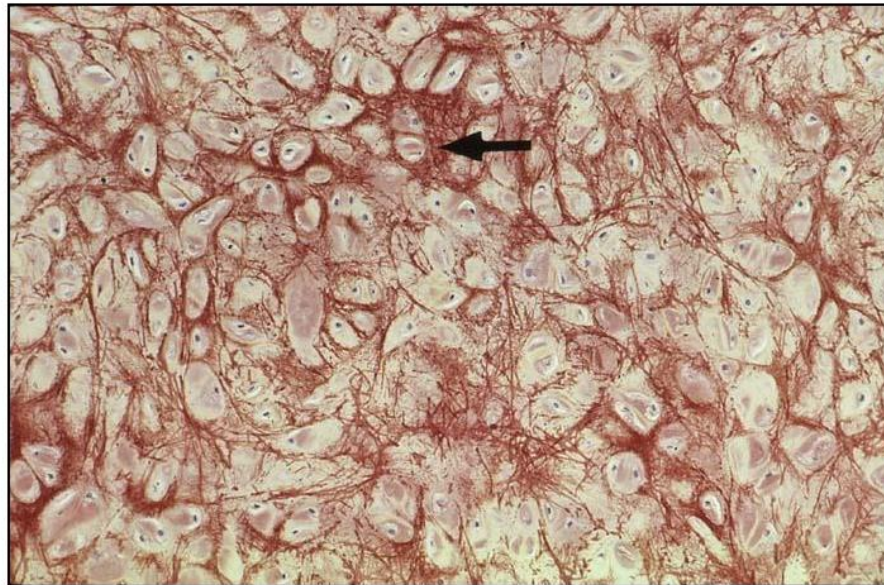
Cartilage élastique

- Localisation
 - oreille externe (pavillon, conduit auditif externe),
 - épiglotte,
 - trompes d'Eustache,
 - certains petits cartilages du larynx



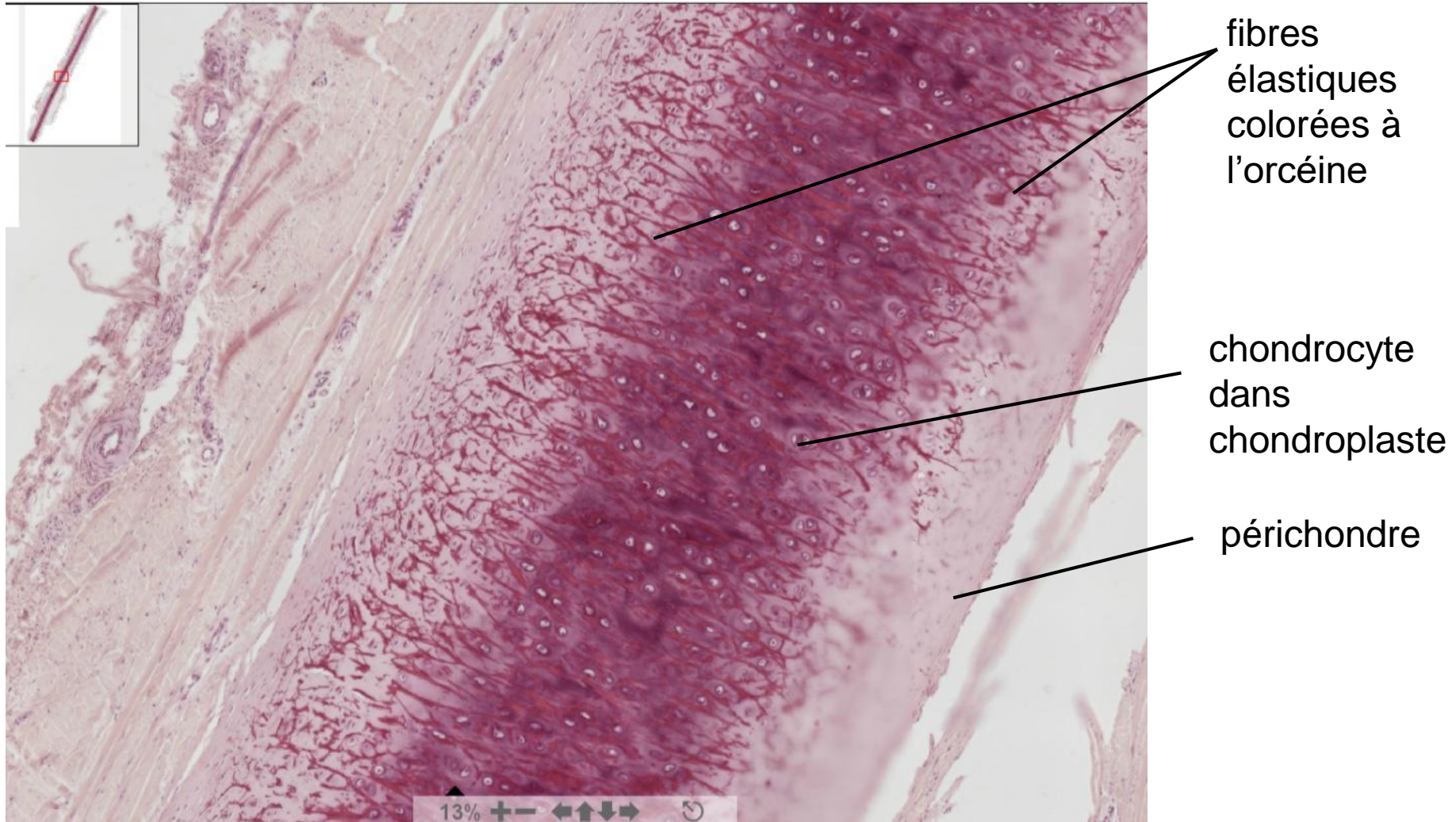
Cartilage élastique

- Opaque, macroscopiquement jaunâtre
- Flexibilité : reprend sa forme
- Nombreuses fibres élastiques (faisceaux ou lames)
- Coloration à l'orcéine



Une coloration à l'orcéine met en évidence, en brun, les nombreuses fibres élastiques qui entourent les chondrocytes d'un cartilage élastique.

Cartilage élastique

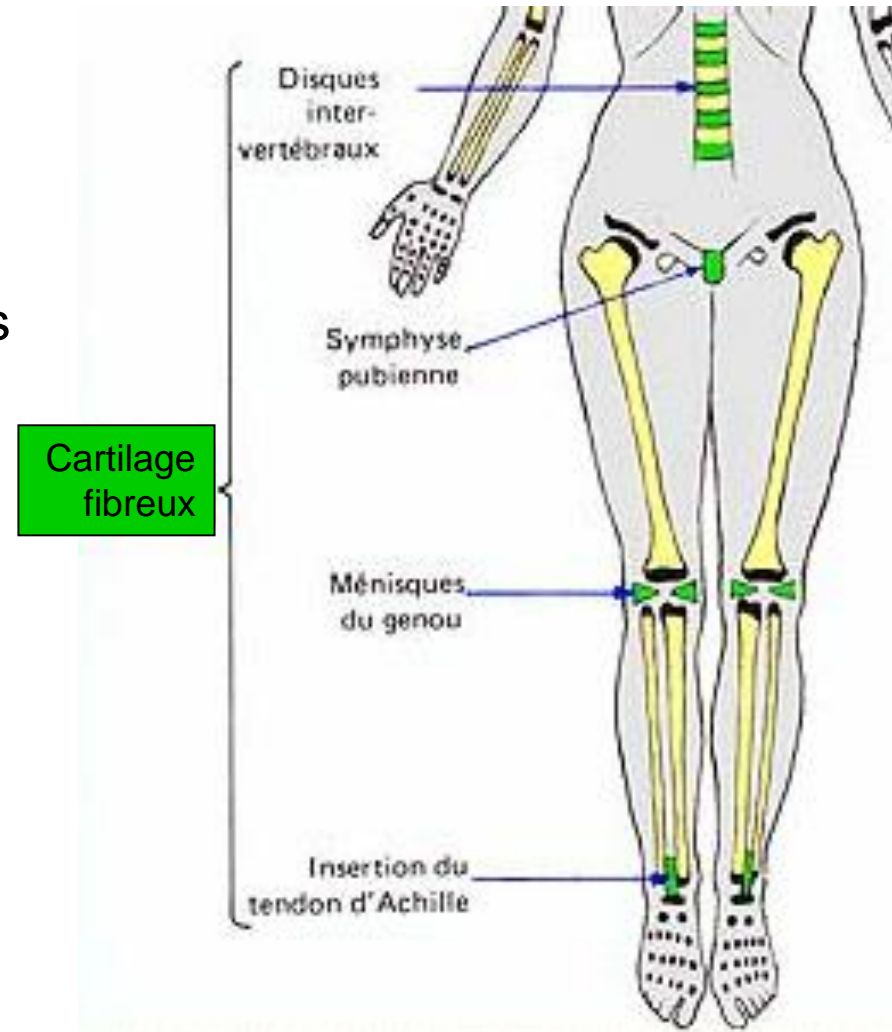


Les tissus cartilagineux

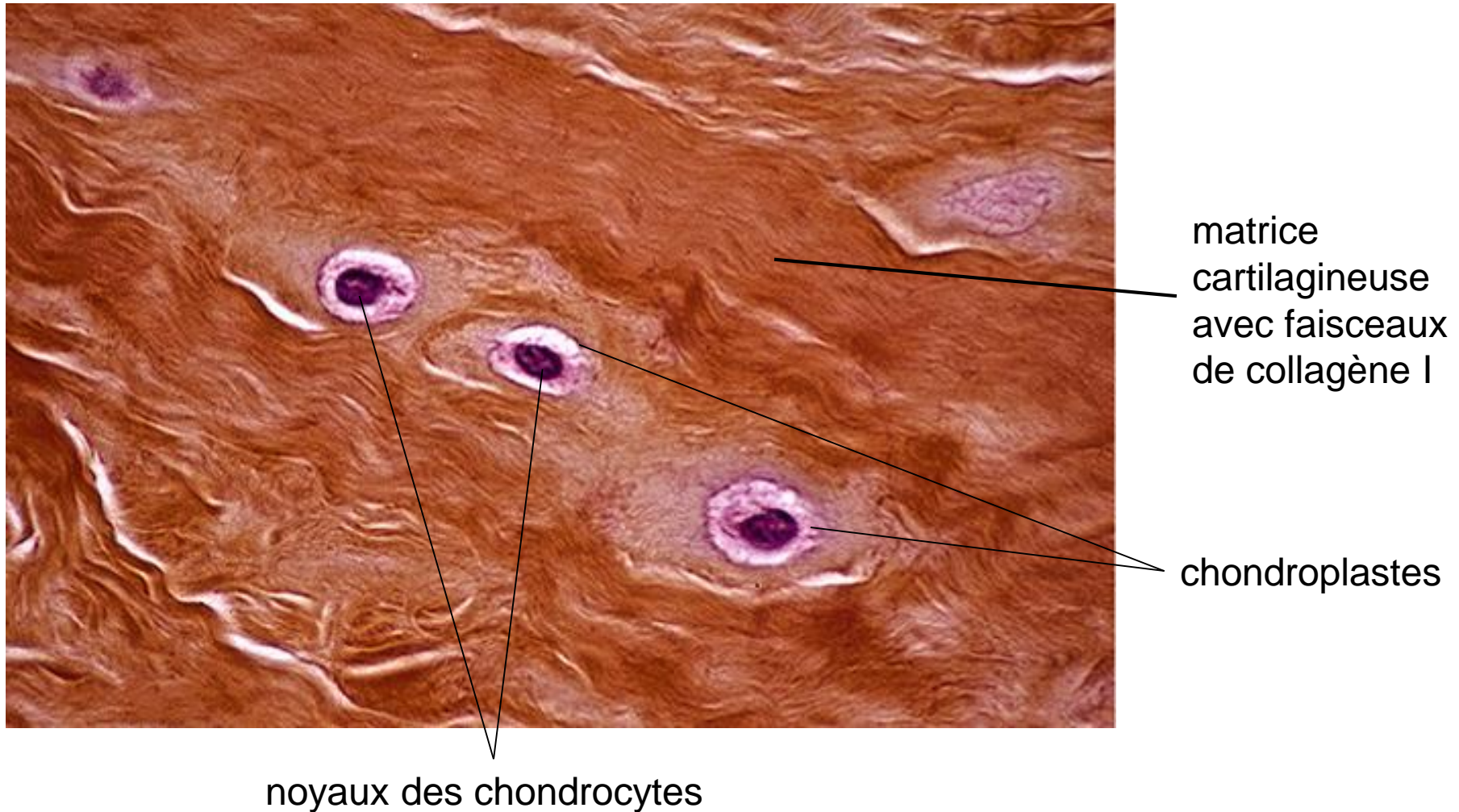
- Généralités
- Constitution
- Le cartilage hyalin
- Le cartilage élastique
- Le cartilage fibreux
- Histophysiologie
- Physiopathologie

Cartilage fibreux = fibrocartilage

- Localisation
 - disques intervertébraux
 - ménisques
 - symphyse pubienne
 - sites d'insertion des ligaments et des tendons sur l'os
 - capsules articulaires
- Faisceaux de **collagène I** orientés selon les forces de tension, visibles en M.O.
- **Pas de périchondre** distinguable du T.C. voisin



Cartilage fibreux = fibrocartilage

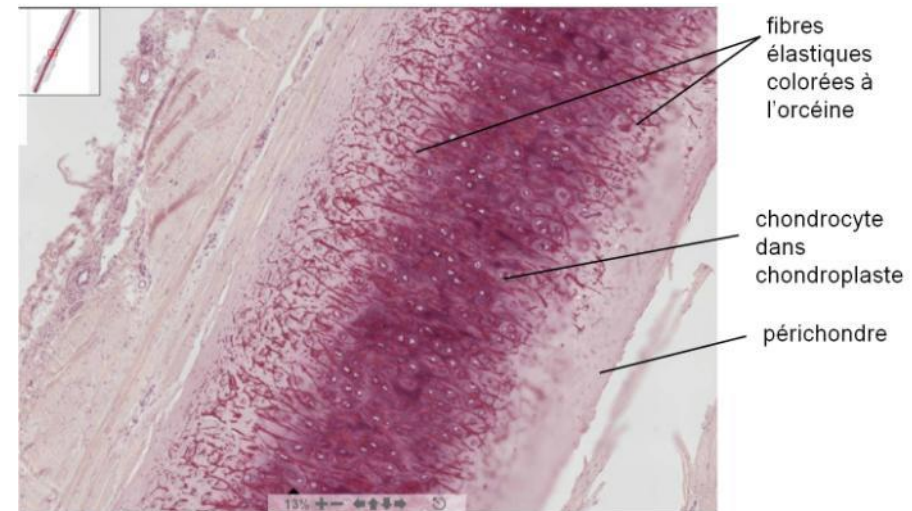
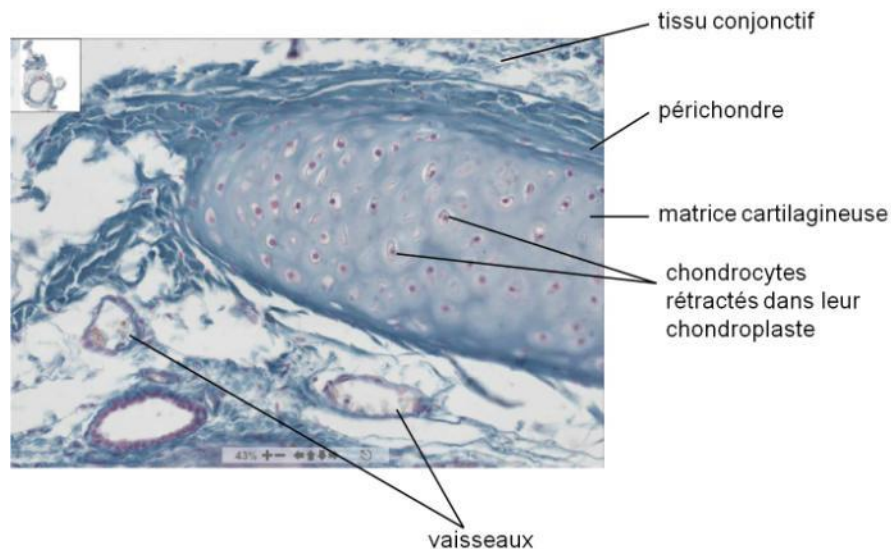


Les tissus cartilagineux

- Généralités
- Constitution
- Le cartilage hyalin
- Le cartilage élastique
- Le cartilage fibreux
- Histophysiologie
- Physiopathologie

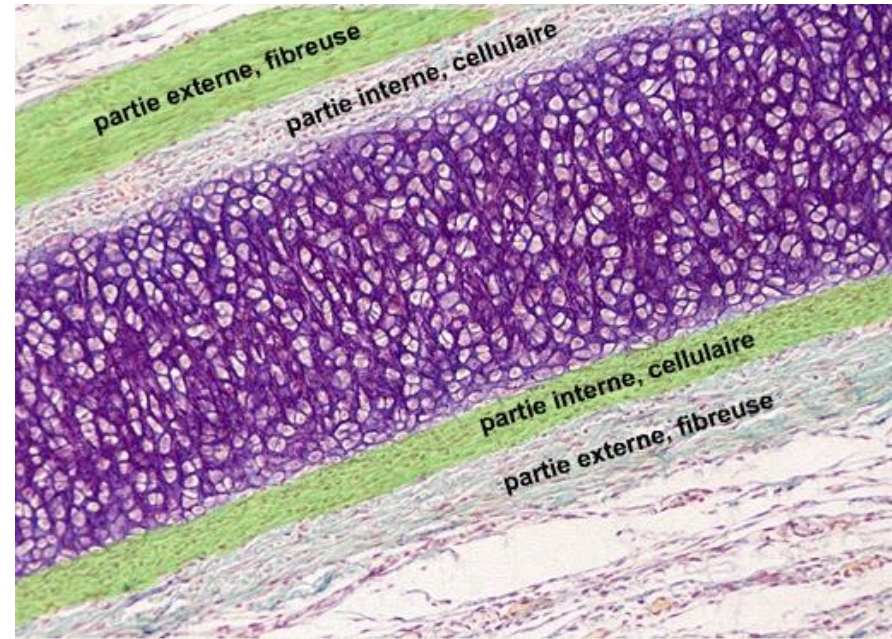
Périchondre

- Tissu conjonctif dense **vascularisé**
- Entoure le tissu cartilagineux **partout sauf au niveau du cartilage articulaire et du fibrocartilage**
- Essentiel pour nutrition, croissance, maintien & réparation du tissu cartilagineux



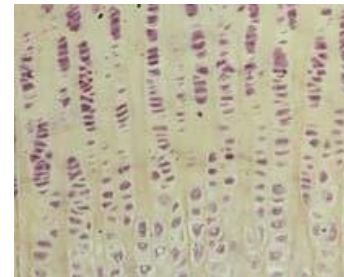
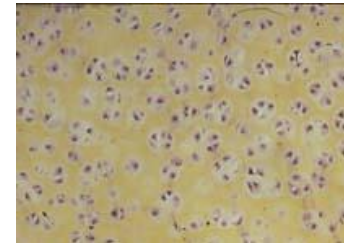
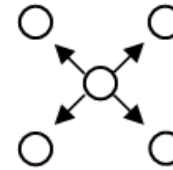
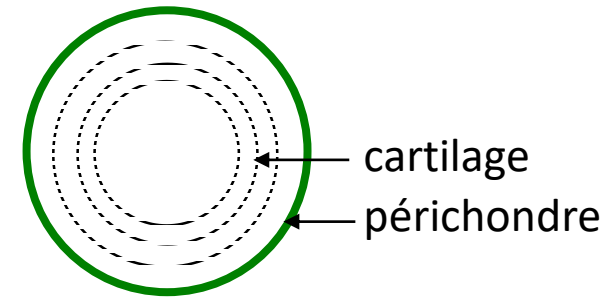
Périchondre

- **Couche externe, fibreuse :**
 - TC dense
 - se poursuit avec le TC environnant
 - vascularisée
- **Couche interne, cellulaire :**
 - cellules mésenchymateuses à l'origine des cellules cartilagineuses
 - se confond peu à peu avec le tissu cartilagineux
 - **fibres de Sharpey** amarrent le périchondre au cartilage

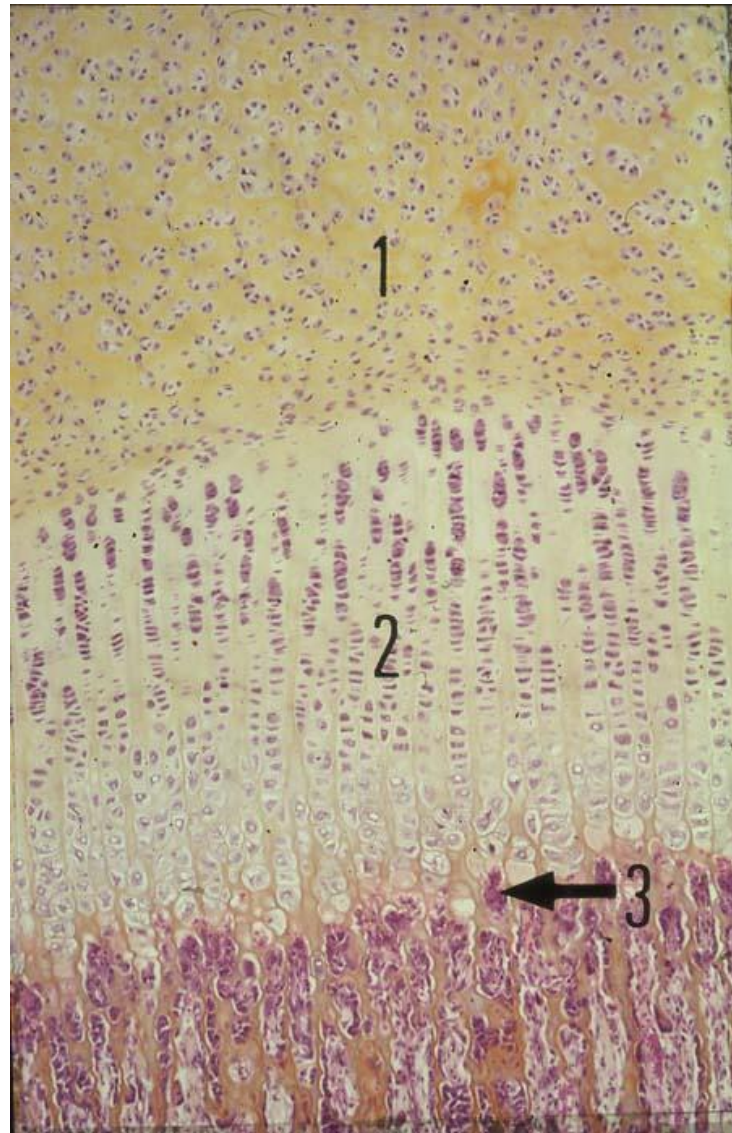


Croissance

- Croissance appositionnelle = périchondrale
 - à partir des **cellules mésenchymateuses** du périchondre
 - croissance en **épaisseur**
- Croissance interstitielle
 - par **mitoses** des chondrocytes
 - dans diverses directions :
groupe isogénique **coronaire**
 - croissance en **épaisseur**
 - suivant une seule direction :
groupe isogénique **axial**
 - croissance en **longueur**
 - **cartilages de croissance** (de conjugaison)



Croissance



cartilage épiphysaire
(groupes isogéniques coronaires)

cartilage de croissance
(groupes isogéniques axiaux)

Vascularisation et innervation

- Pas de vascularisation sanguine ni lymphatique ni de nerfs
- Nutrition par **diffusion** des petites molécules à travers la M.E.C.
 - capillaires couche interne périchondre (sauf cartilage articulaire et fibrocartilage)
 - l'épaisseur du cartilage est limitée

Physiopathologie

- Cartilage articulaire surtout (pas de périchondre)
 - Vieillessement
 - diminution du nombre de chondrocytes
 - accumulation des produits de dégradation de la matrice
 - moins bonne résistance mécanique
 - Arthrose
 - dégradation accrue des composants de la M.E.C.
 - fragilisation
 - destruction du tissu cartilagineux, remplacé par du tissu fibreux et du tissu osseux non fonctionnel
 - douleurs et réactions inflammatoires
 - facteurs initiateurs ?

Mentions légales

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.