

LE TISSU CARTILAGINEUX

I. Caractéristiques

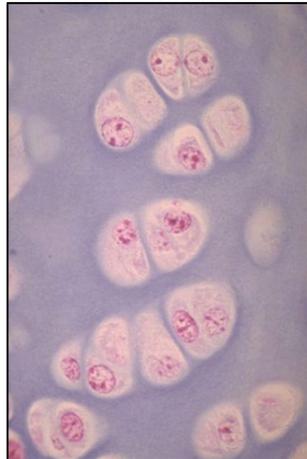
- Tissus conjonctifs très spécialisés, constituent un **squelette définitif ou transitoire**, selon les espèces de vertébrés.
- Dans l'espèce humaine, ils forment le **tissu de soutien primitif** qui est progressivement **remplacé pendant l'enfance par des tissus squelettiques osseux**.
- Les cartilages se caractérisent par l'importance de leur substance fondamentale matricielle (**forte teneur en protéoglycanes ++**) produit par les chondrocytes (cellules résidentes, seul type cellulaire présent dans ce tissu.)
- La **forte hydratation** du tissu lui confère des propriétés :
 - ✓ de **solidité** et de **flexibilité**,
 - ✓ lui permettant de **résister à des forces de pression**.

1. Organisation générale

- Les tissus cartilagineux sont **dépourvus d'innervation et de vascularisation** (exemple du **cartilage hyalin => le plus courant**)

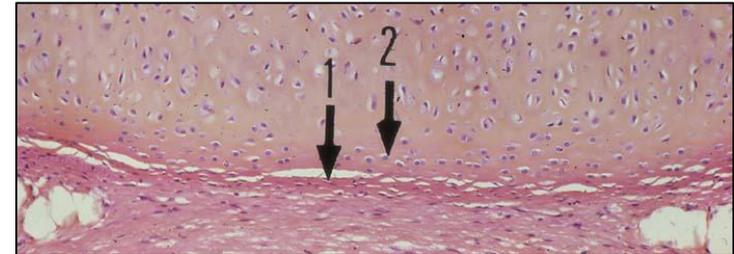
Leur organisation est relativement homogène :

- **Masse matricielle amorphe**
- **Des logettes (les chondroplastes) emprisonnant généralement 1 à 4 cellules cartilagineuses matures, les chondrocytes.**



Les cartilages sont entourés d'un tissu conjonctif dense, le périchondre, subdivisé en une partie externe (1) et une partie interne (2), à l'exception des cartilages articulaires et des fibrocartilages ♥

(1) La partie externe, fibreuse	(2) La partie interne, cellulaire
- est vascularisée , - constitue la source d' approvisionnement en métabolites et en eau du tissu cartilagineux.	- possède une activité chondrogénique - avec des cellules capables de s'engager dans la voie de différenciation chondrocytaire .



2. Les constituants

a. Les cellules cartilagineuses

En microscopie électronique, les chondrocytes (10 à 40 µm) montrent :

- ◆ **un cytoplasme** contenant :
 - des **gouttelettes lipidiques**,
 - du **glycogène**,
 - un **réticulum endoplasmique granulaire développé**
 - de nombreuses **expansions cytoplasmiques** pénétrant dans la matrice.
- ◆ **De nombreuses molécules exprimées au niveau membranaire** :
 - **Intégrines** : rôle majeur dans les interactions cellules-MEC,
 - **Récepteurs pour des hormones** (parathormone, hormone de croissance, œstrogènes, glucocorticoïdes) **et des vitamines** (A, D).



◆ En périphérie, proche des chondrocytes, les constituants matriciels (protéoglycanes + fibrilles de collagène) se distribuent de façon différentielle, formant ainsi une **capsule fibreuse entourant le chondroplaste (assurant une protection mécanique des chondrocytes)**

◆ Si plusieurs cellules sont présentes dans la logette, les cellules seront séparées par de minces cloisons issues de la capsule.

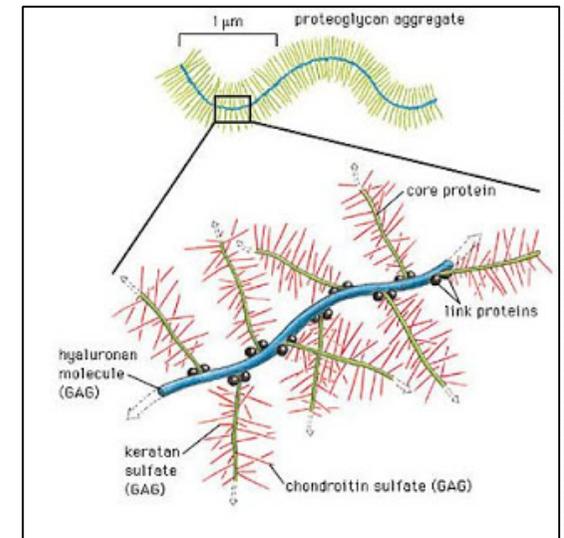
◆ On désigne sous le nom de **chondrone** : l'**unité structurale et métaboliquement fonctionnelle**, constitué par un **chondrocyte** + son **micro-environnement péricellulaire**.



b. La matrice extracellulaire (MEC)

- ❖ Les chondrocytes assurent la **synthèse et la dégradation** de tous les constituants de la MEC.
- ❖ La substance fondamentale est constituée de complexes macromoléculaires associant **protéoglycanes (aggrecane)** et des **GAGs**
 - ➔ GAGs responsables de la forte hydratation du tissu (*voir cours 1*),
 - ➔ l'**eau** représente **70 à 80 % du poids du cartilage**

- ❖ On retrouve des **complexes macromoléculaires** composés de GAGs de type **chondroïtines-sulfates** et **kératanes-sulfate**, qui sont **organisés sur les protéoglycanes** du type aggrecane, qui sont eux même associés par centaines et branchés sur l'acide hyaluronique



- Le **collagène II**, associé au **collagène accessoire IX**, est le **constituant fibreux matriciel le plus abondant ++**

- Le **collagène XI** est également présent dans la MEC

☛ Certains types de cartilage ne possèdent pas de collagène de type II mais possèdent du **collagène de type I**, c'est le cas du **cartilage fibreux ++**

- ❖ La **nature des constituants matriciels** sera modifié selon :
 - le **degré de différenciation**,
 - l'**état physiologique des chondrocytes**
 - l'**âge des individus**.

II. Chondrogénèse

- La chondrogénèse est le **mécanisme de constitution d'une structure cartilagineuse**.
- Elle résulte de l'association de deux phénomènes :
 - **prolifération cellulaire**
 - processus de **dépôt de constituants matriciels**.

1. Croissance des cartilages

a. Croissance par apposition

- Les **CSM de la couche interne du périchondre** se comportent comme des cellules souches en donnant par division asymétrique une **nouvelle cellule mésenchymateuse** et une cellule correspondant à un **préchondroblaste**, qui s'engagera dans la **voie de différenciation chondrocytaire**.
- Les préchondroblastes se multiplient et subissent une **maturation en chondroblastes** qui s'accompagne d'une **production progressive de constituants matriciels**.
- Le dépôt de ces constituants, écarte les chondroblastes les uns des autres, qui à l'achèvement de leur maturation, sont devenus des chondrocytes.

♥ Ce type de croissance permet l'**accroissement en épaisseur du cartilage chez les jeunes**.

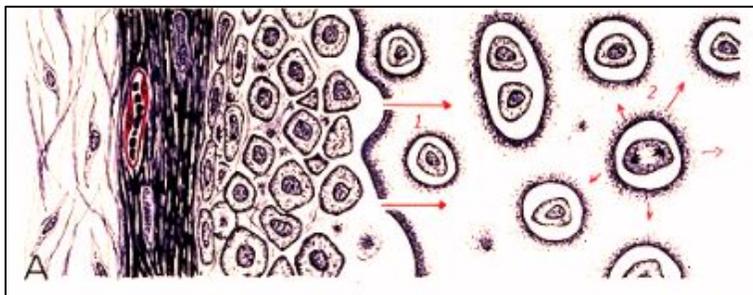
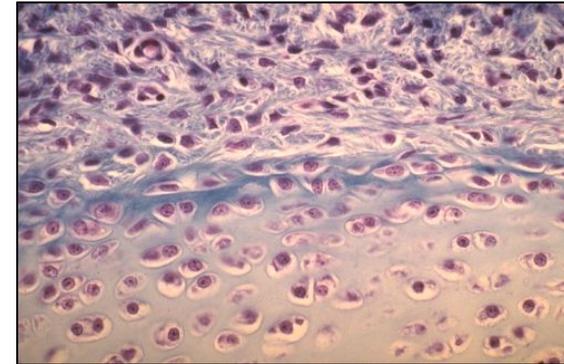
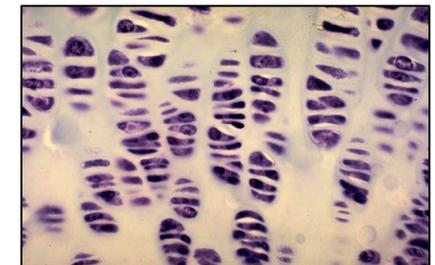
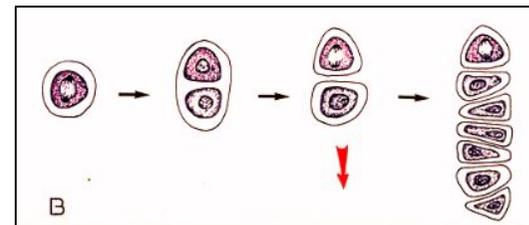


Photo HP



b. Croissance interstitielle

- Elle résulte de **mitoses de chondrocytes localisés au sein du cartilage**.
- Ce type de croissance est **rare chez l'adulte**.
- Selon l'orientation des axes de division, se mettent en place :
 - ⇒ soit des **chondrocytes alignés en colonnes (groupes isogéniques axiaux)**,
 - ✓ observables au niveau des **cartilages de conjugaison**,
 - ✓ contribuent à la **croissance en longueur des os longs ++**



- ⇒ soit des **cellules disposées en couronnes (groupes isogéniques coronaires)**
 - ✓ permet la **croissance en diamètre (épaisseur) des cartilages de conjugaison**.



Achondroplasie

- ❖ Il s'agit d'une **anomalie de la croissance**, due à la mutation du gène FGFR 3 sur le chromosome 4.
 - Ce gène code pour un **récepteur d'un facteur de croissance fibroblastique**, exprimé dans les cellules des cartilages de conjugaison.
- ❖ Cette maladie génétique héréditaire est autosomique dominante.
- ❖ Elle s'exprime par une **croissance osseuse limitée**, en particulier au niveau des **os longs**, en raison d'une **faible prolifération des chondrocytes**.
- ❖ On parle de **nanisme dysharmonieux**
 - car les personnes sujettes à cette maladie sont de **petites tailles** et ont des **membres courts**.
 - mais leur thorax et leur crâne ont subi une croissance relativement normale.
- ❖ **Le développement intellectuel est normal +++**

2. Renouvellement des constituants matriciels

- ◆ Les composants de la matrice sont soumis à :
 - une **dégradation continue** par des métalloprotéinases et des aggrécases,
 - ce qui nécessite leur **renouvellement permanent** par une activité synthétique des chondrocytes.
- ◆ Cet **équilibre dynamique** nécessite la survie des cellules.
 - qui dépend de l'**apport de métabolites**
 - s'effectuant par **diffusion à travers la matrice depuis le périchondre (vascularisé)**.

Le périchondre est vascularisé ≠ le cartilage n'est pas vascularisé ++

◆ Tendance à la calcification du tissu cartilagineux avec l'âge :

- Entrave la diffusion des éléments nutritifs,
- Pouvant entraîner la mort des chondrocytes.
- Conséquences : déséquilibre dans le renouvellement des constituants matriciels (+ de dégradation).

III. Les différents types de cartilage

Selon la quantité et la qualité des éléments fibreux matriciels, on distingue **3 types de cartilages** :

1. Les cartilages hyalin

- C'est le **type de cartilage le plus répandu. ++**
- Il contient des petits amas de chondrocytes au sein d'une **matrice amorphe d'apparence homogène**, riche en :
 - eau, GAGs et protéoglycanes,
 - dans lequel existe un réseau fibrillaire lâche, essentiellement constitué de **collagène II**. Il n'y a pas de fibres élastiques dans ce type de cartilage !
- Ce tissu est le **précurseur de l'ostéogenèse endochondrale**.
- Localisations corporelles multiples :
 - **cloisons nasales**,
 - **pièces cartilagineuses du larynx**,
 - **anneau de l'arbre trachéo-bronchique**,
 - **cartilages de jonction sternum-côtes**,
 - **cartilages articulaires ++**,
 - **cartilage de conjugaison**.



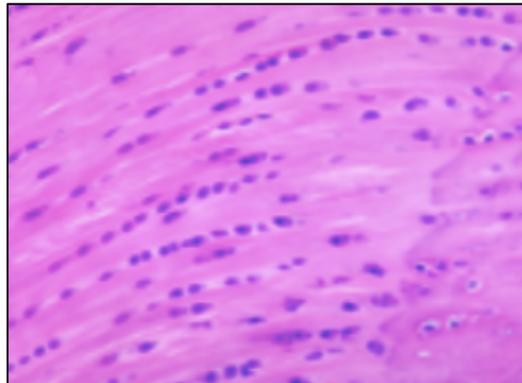
Photo HP

2. Les cartilages fibreux (fibrocartilages)

- Ils s'apparentent à des tissus conjonctifs denses
- Ils sont constitués :
 - par de **grosses fibres de collagène I**,
 - disposées en **couches successives**, et
 - orientées selon la **direction des contraintes** fonctionnelles dues à des forces mécaniques.
 - ces couches fibreuses sont **en alternance avec de la substance fondamentale**.

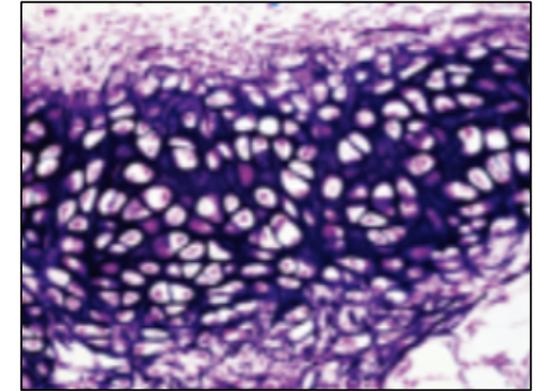
- Ce type de cartilage **résiste à des forces de pression importantes**.

- On les observe au niveau :
 - des **disques inter-vertébraux (DIV)**,
 - de la **symphyse pubienne**,
 - des **cartilages articulaires (ménisque du genou)**,
 - du **site d'insertion du tendon d'Achille**.



- Ils résistent à des **forces d'extension** et peuvent subir, sous certaines limites, des **déformations réversibles**.

- Localisation :
 - la **paroi des trompes d'Eustache**,
 - le **conduit auditif externe et le pavillon de l'oreille**,
 - l'**épiglote**,
 - les **ailes du nez**.



4. Les cartilages articulaires

a. Les différents types d'articulation

On distingue plusieurs types d'articulation **selon le degré de mobilité** :

❖ Les **synarthroses** (*articulation fibreuse*)

Les connexions entre les pièces osseuses sont **fixes** et peuvent être assurées par :

- du tissu conjonctif dense,
- du cartilage (jonction côte-sternum)
- du tissu osseux.

❖ Les **amphiarthroses** (*articulation cartilagineuse*)

Les pièces osseuses sont **peu mobiles** entre elles (disques intervertébraux, symphyse pubienne)

❖ Les **diarthroses** (*articulation synoviale*)

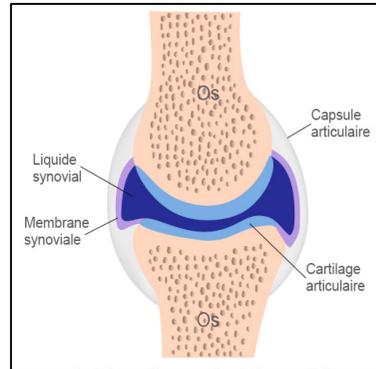
Les pièces osseuses sont **mobiles**, avec l'existence d'une cavité articulaire et d'un système de lubrification.

3. Les cartilages élastiques

- Ils présentent une structure histologique comparable à celle des cartilages hyalins
 - mais qui contiennent un **pourcentage important de fibres élastiques**, conférant une **coloration jaunâtre au tissu**.

b. Cartilages articulaires des diarthroses (synoviales)

- **2 surfaces osseuses articulaires recouvertes par du cartilage hyalin, et séparées par une cavité délimitée par une membrane synoviale** (tissu conjonctif lâche très vascularisé) remplie de liquide synovial contenant de l'**acide hyaluronique**. ++



- Les cartilages articulaires
 - sont **dépourvus de périchondre**
 - **le liquide synovial assure la nutrition du tissu cartilagineux** ++

- Le cartilage est formé de plusieurs couches se différenciant par l'organisation de ses constituants ++

◆ une couche superficielle

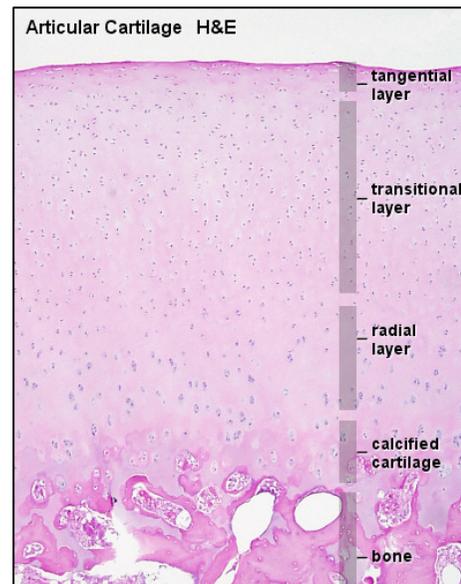
- Cellules aplaties
- Fibres de collagène II fines, et orientées **parallèlement** à la surface articulaire,

◆ une couche de transition

- Chondrocytes arrondis
- Fibres collagène II orientées **obliquement**,

◆ une couche profonde radiée

- Cellules disposées en colonnes
- Grosses fibres de collagène II orientées **perpendiculairement** à la surface articulaire.



Sous cette dernière couche (profonde), existe une **zone de transition** soumise à des **processus de calcification**, et qui constitue une **interface avec le tissu osseux sous-jacent**.

Arthrose

- * L'arthrose est une **maladie dégénérative répandue** qui se caractérise par la **destruction d'un cartilage articulaire** et qui peut altérer progressivement d'autres structures de l'articulation.
- * La dégradation des cartilages articulaires
 - **s'amplifie avec l'âge** (très fréquentes chez les personnes de plus de 65 ans),
 - **peut résulter de plusieurs facteurs** :
 - usure mécanique (surpoids, activités physiques intenses...),
 - dysfonctionnement métabolique (calcification),
 - fragilité structurale du tissu.
- * Au cours du temps,
 - le cartilage **s'amincit, se fissure et disparaît**,
 - il est **remplacé par du tissu fibreux, voire osseux**.
- * Le processus de destruction s'effectue selon des **vitesse variables** et s'accompagne de **poussées inflammatoires**
 - à l'origine de **crises douloureuses aiguës**,
 - séparées par des **périodes d'accalmies**.
- * L'arthrose touche principalement, par ordre décroissant de fréquence (+ au -), **la colonne vertébrale, les doigts, les genoux et la hanche**.

