

# LE TISSU CARTILAGINEUX

## I. Caractéristiques

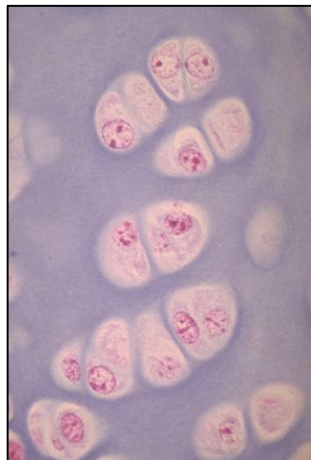
- Tissus conjonctifs très spécialisés, constituent un **squelette définitif ou transitoire**, selon les espèces de vertébrés.
- Dans l'espèce humaine, ils forment le **tissu de soutien primitif** qui est progressivement **remplacé pendant l'enfance par des tissus squelettiques osseux**.
- Les cartilages 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**)

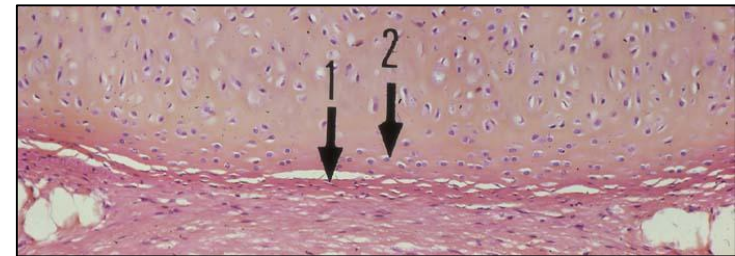
Leur organisation est relativement homogène :

- **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 <b>vascularisée</b> ,<br>- constitue la source d' <b>approvisionnement en métabolites et en eau</b> du tissu cartilagineux. | - possède une <b>activité chondrogénique</b><br>- avec des cellules capables de s'engager dans la <b>voie de différenciation chondrocytaire</b> . |

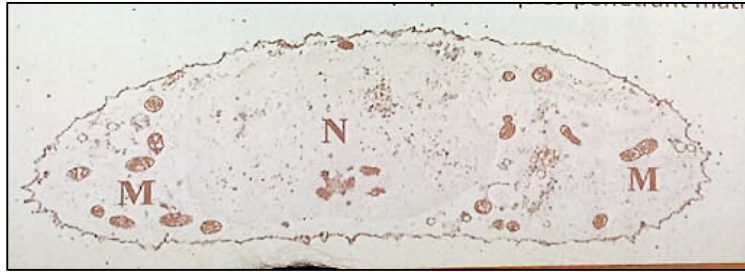


## 2. Les constituants

### 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.

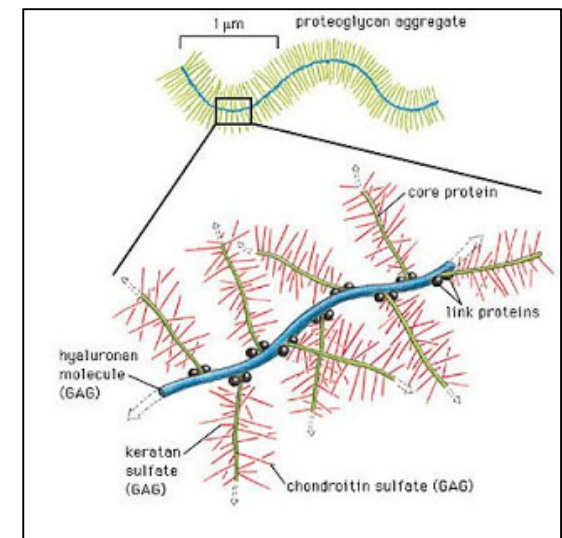
♦ On désigne sous le nom de **chondrone** : l'**unité structurale et métaboliquement fonctionnelle**, constitué par un **chondrocyte** + son **micro-environnement pérircellulaire**.



## 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 (aggrécane)** 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 aggrécane, 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**.

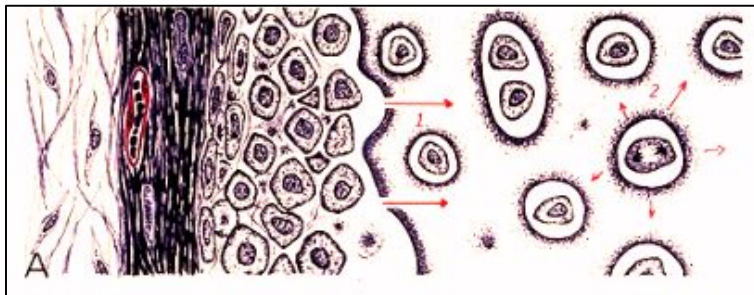
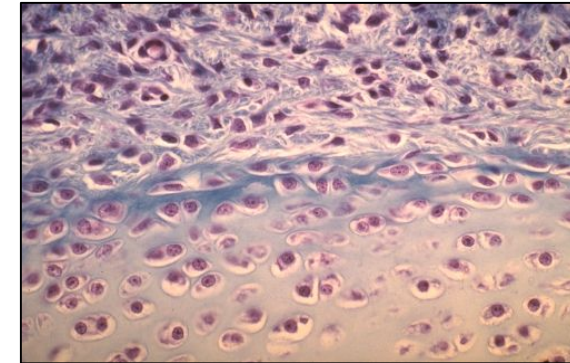
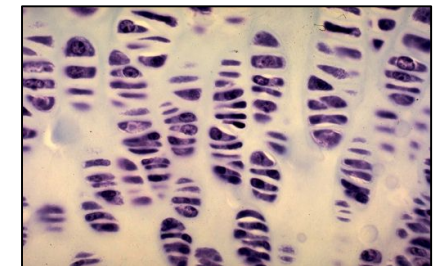
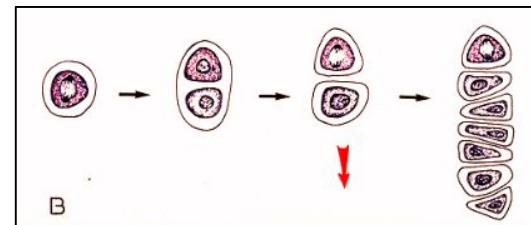


Photo HP



#### 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.

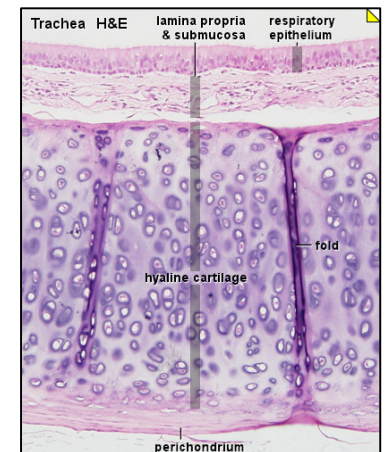
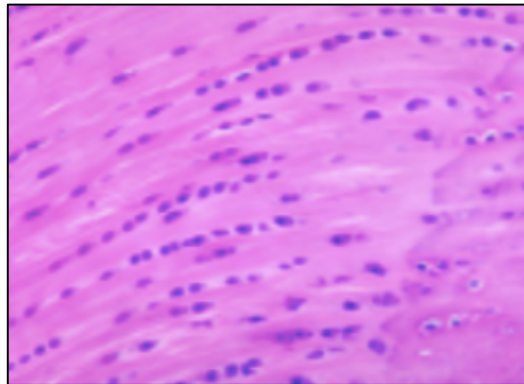


Photo HP

## 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**.

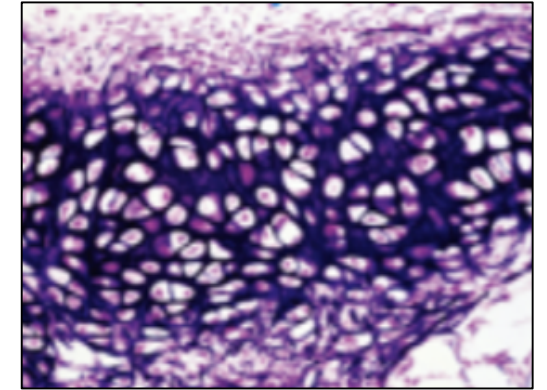


## 3. Les cartilages élastiques

- 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**.

- 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*)

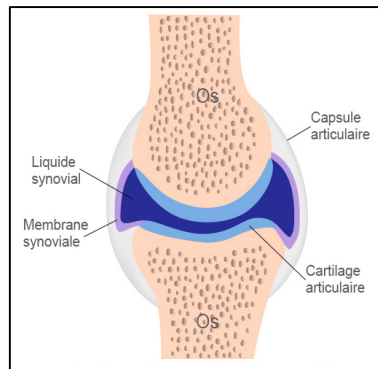
Les pièces osseuses sont **peu mobiles** entre elles (disques intervertébraux, symphyse pubienne)

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

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

## 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

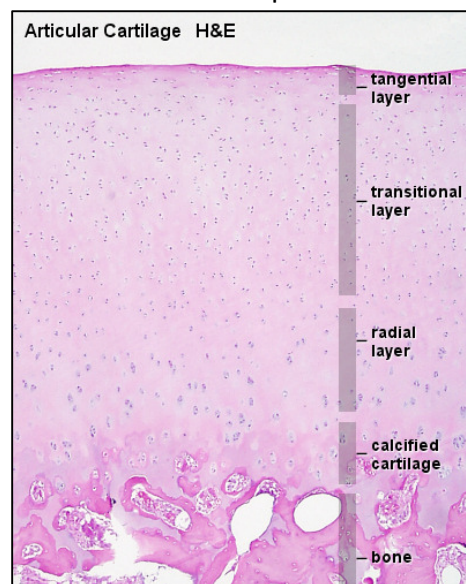
- Cellules aplaties
- Fibres de collagène II fines, et orientées **parallèlement** à la surface articulaire,

### ♦ 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**.

