

Histologie

LAS - 2025/26

TUTORAT RENNAIS

Nous vous rappelons que pour chacune des UE PASS/L.AS, les évaluations portent uniquement sur les éléments produits par les enseignants lors de l'année universitaire en cours (diaporamas projetés pendant les cours, informations données oralement, supports déposés sur moodle, ...).

Ainsi, ces livrets, mêmes s'ils sont basés sur les cours des enseignants, sont réalisés par nos équipes de tuteurs et tutrices : les erreurs sont possibles. Ce livret élaboré par le tutorat n'est pas opposable en cas de litige.

SOMMAIRE

SOMMAIRE 3

INTRODUCTION 5

MÉTHODOLOGIE - HISTOLOGIE 6

INTRODUCTION À L'HISTOLOGIE 7
I - QU'EST-CE QUE L'HISTOLOGIE ? 7
II - INTRODUCTION 7
III - NIVEAUX D'ORGANISATION STRUCTURALE 8
IV - MÉTHODES CLASSIQUES DE PRÉPARATION HISTOLOGIQUE 8
V - ÉCHELLES ET UNITÉS DE LONGUEUR DU VIVANT 9
VI - L'HISTOLOGIE, UNE SCIENCE DE PLUS EN PLUS PRÉCISE 9
VII - GROUPES FONDAMENTAUX DE TISSUS RENCONTRÉS CHEZ LES VERTÉBRÉS 10
NOTES PERSONNELLES 11

LES TISSUS ÉPITHÉLIAUX 12
I - ÉPITHÉLIUM 12
II - LES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉPITHELIUMS DANS L'ORGANISME HUMAIN 16
NOTES PERSONNELLES 17

LES TISSUS GLANDULAIRES 18
I - DÉFINITIONS ET CLASSIFICATION DES ÉPITHELIUMS GLANDULAIRES 18
II - ÉLÉMENTS D'EMBRYOLOGIE ET DISTINCTION DES GLANDES EXOCRINES ET ENDOCRINES 19
III - ÉLÉMENTS DE CLASSIFICATION SPÉCIFIQUES AUX GLANDES EXOCRINES 21
IV - MÉCANISMES DE CONTRÔLE DE L'ACTIVITÉ SÉCRÉTOIRE 23
NOTES PERSONNELLES 24

LES TISSUS CONJONCTIFS 25
I- INTRODUCTION 25
II- LES CELLULES DES TISSUS CONJONCTIFS 25
III- LA MATRICE EXTRACELLULAIRE 26
IV- LES LAMES BASALES 29
NOTES PERSONNELLES 30

LES TISSUS CARTILAGINEUX 31
I- INTRODUCTION 31
II- LES DIFFÉRENTS TYPES DE CARTILAGES 32

III- LE PÉRICHONDRE 33
IV- LA CROISSANCE DU CARTILAGE 33
NOTES PERSONNELLES 34

LES TISSUS OSSEUX 35
I - INTRODUCTION 35
II - LES DIFFÉRENTES TYPES DE CELLULES 35
III - LA MATRICE EXTRA-CELLULAIRE 36
IV - LE PÉRIOSTE 37
V - LES VARIÉTÉS DE TISSUS OSSEUX 37
VI - OSTÉOGENÈSES 38
VII - OSSIFICATION PRIMAIRE 39
VIII - FORMATION DES OS LONGS 39
NOTES PERSONNELLES 41

TISSUS MUSCULAIRES 42
I - INTRODUCTION 42
II - LE MUSCLE STRIÉ SQUELETTIQUE 42
III - LE SARCOMÈRE 43
IV - LE TISSU MUSCULAIRE CARDIAQUE 44
V- LE TISSUS MUSCULAIRE LISSE 46
VI- SCHÉMA RÉCAPITULATIF 47
NOTES PERSONNELLES 48

LES TISSUS NERVEUX 49
PARTIE 1 : NEURONES 49
PARTIE 2 : TISSU GLIAL 54
PARENCHYME NERVEUX 58
PARTIE 4 : LES MÉNINGES 60
NOTES PERSONNELLES 62

TISSU CIRCULANT 63
I - GENERALITES 63
II - LIGNÉE ÉRYTHROCYTAIRE 65
III - LIGNÉE PLAQUETTAIRE 67
IV - LEUCOCYTES (LIGNÉE GRANULEUSE + LYMPHOCYTES) 67
NOTES PERSONNELLES 72

INTRODUCTION

LA MATIÈRE

Le terme histologie est étymologiquement issu du grec « histos » qui signifie tissu et « logos » qui signifie science. Il s'agit donc d'une spécialité médicale et biologique qui traite de la structure des tissus chez les êtres vivants.

Au cours de cette année, vous abordez les généralités de l'histologie en voyant les différentes grandes catégories de tissus (tissus conjonctifs, musculaires, nerveux, etc…). Cette UE est donc répartie sur 9 cours dont un cours d'introduction. Ces différents cours ont pour but de vous présenter de façon générale ce que l'on retrouve dans les tissus afin de mieux comprendre leur fonctionnement et leurs mécanismes. Et plus particulièrement pour ceux d'entre vous qui s'orientent vers un cursus médecine, ces cours vous permettront d'obtenir des bases solides qui vous serviront lorsque vous étudierez l'histologie des différents organes.

L'histologie est donc une matière reposant sur un apprentissage par cœur et qui vous demandera une certaine assiduité. L'objectif du tutorat va donc d'abord être de vous donner différentes astuces et méthodes concernant l'apprentissage de cette matière et de vous aider à mieux comprendre vos cours lorsque cela est nécessaire. Mais également de vous permettre de tester vos connaissances au cours des conférences mises en place lors de l'année et grâce aux différentes annales et conférences classées des années précédentes.

Au programme :

- Introduction à l'histologie
- Tissus épithéliaux et glandulaires
- Tissus conjonctifs
- Tissus nerveux
- Tissus musculaires
- Tissu circulant
- Tissus osseux et cartilagineux

LES PROFESSEURS :

En LAS, il est plus difficile d'entrer en contact avec les professeurs comme vous n'êtes pas en présentiel. Vous pouvez toujours essayer de les contacter par mail mais ils refusent souvent de répondre individuellement "par question d'équité". Pour être certains d'avoir une réponse, n'hésitez pas à nous demander directement, nous vous répondrons au mieux ou nous poserons nous-même la question à vos professeurs afin de transmettre la réponse à l'ensemble des étudiants.

L'EXAMEN

L'examen comportera 15 questions d'histologie pour 75 questions au total (sauf changement)

PETITS TIPS

Les livrets sont là pour vous aider à mieux comprendre vos cours et avoir des petites fiches et tableaux résumés (Très utiles en histologie). C'est pour cela que celui d'histo peut paraître imposant mais normalement vous avez dû comprendre qu'il s'agissait d'une matière à par cœur avec plein de tableaux à apprendre. On a fait de notre mieux pour essayer de vous faciliter l'apprentissage et la compréhension de cette matière mais cela ne veut pas dire que vous avez uniquement le livret à apprendre. Ne négligez pas les cours qui proviennent des capsules.

MÉTHODOLOGIE - HISTOLOGIE

Comme vu précédemment l'histologie repose sur un apprentissage par cœur des différents éléments qui composent ses cours. En termes de méthode, nous vous en conseillons une qui se divise en trois grandes étapes qui pourront être appliquées à l'apprentissage des 9 différents cours :

1. **Apprentissage du cours**, pour cela plusieurs techniques existent (flashcards, ficher le cours, le réciter etc…).

Exemple : Ce qui fonctionnait bien pour moi était d'essayer de comprendre une page, un paragraphe et ensuite le restituer à l'oral en essayant de ressortir ce que j'avais retenu avec mes mots (comme si vous donniez un cours) ou si vous êtes à la BU, essayez de restituer à l'écrit (plus long), c'est une technique efficace pour mémoriser activement.

2. **S'exercer assez rapidement** (au bout de un ou deux jours). Cela vous permettra de voir quels éléments du cours vous avez déjà retenus et de fixer vos connaissances déjà acquises. Mais également de cibler quels points sont les plus importants à retenir pour l'examen ainsi que les pièges dans lesquels vous avez pu tomber ou vous êtes susceptibles de tomber. Il peut être intéressant d'avoir un "cahier d'erreurs" qui vous permettra de noter les justifications des items des QCM que vous n'avez pas compris, vous pourrez ainsi revenir dessus en cas de doute.

3. **Reprendre le cours**. Il va être intéressant de reprendre le cours en gardant en tête le travail que vous venez de faire. Vous verrez qu'après une série de qcm, certains aspects du cours s'éclaircissent et que vous parviendrez mieux à l'apprendre et le mémoriser par la suite. On vous conseille d'utiliser des tableaux pour classer les cellules en fonction de leurs caractéristiques pour vous aider à clarifier certaines choses. Il est préférable d'avoir une vision globale du cours.

Voici les différents points de la méthode que l'on vous propose. Bien sûr, la mise en place de cette organisation demande une certaine rigueur mais cela va favoriser votre compréhension vis-à-vis de ces cours et donc vous pourrez ainsi mieux les retenir. Il s'agit finalement d'un véritable gain de temps pour la suite car le plus dur est généralement de mémoriser sur le long terme.

Après avoir suivi ces étapes, pour chaque cours, nous vous conseillons de continuer de les relire / réapprendre régulièrement tout en continuant de vous exercer en venant aux conférences ou grâce à ce que vous allez pouvoir trouver sur le site du tutorat rennais (conférences classées, examens blancs, bonus des tuteurs).

Allez à votre rythme en restant conscients de la charge de travail, certains doivent voir le cours 10 fois alors que pour d'autres 1 ou 2 fois suffisent selon la méthode utilisée. L'idée est de ne pas se comparer sinon vous risquez de paniquer inutilement.

INTRODUCTION À L'HISTOLOGIE

I - QU'EST-CE QUE L'HISTOLOGIE ?

Histologie = science des tissus = fonctionnement, renouvellement, composition, structure, échanges cellulaires.

Organisme humain = dizaines de trillions de cellules. Les organes sont en communication permanente.

Tissus = cellules + matrice extracellulaire (MEC), ils représentent le premier niveau d'organisation supra-cellulaire.

II - INTRODUCTION

Cette partie d'introduction est dans le cours "tissus épithéliaux et épithélium de revêtement" mais ça nous semblait plus cohérent de la mettre ici (pas de panique si ça ne correspond pas aux frappes).

A - Tissus

On a décrit les tissus **épithéliaux**, **nerveux**, **musculaires** et **conjonctifs.**

B - Cellules

Théorie cellulaire = Tous les tissus de l'organisme sont composés **uniquement de cellules et de produits sécrétés par des cellules**.

Le tissu est un ensemble coopératif de cellules qui forment une **triple association territoriale, fonctionnelle et biologique**.

C - Organismes pluricellulaires

Selon le tissu concerné, les cellules sont **spécialisées** pour assurer la fonction du tissu en question.

La relation entre la fonction et la morphologie est appelée **histophysiologie.**

D - Terminologie et histoire

Fibres : il peut s'agir soit de **cellules** soit de **structures extracellulaires**

Exemple :

- Fibres musculaires = cellules
- Fibres conjonctives = ce sont des structures macromoléculaires (matériel extracellulaire)

Muqueuse :

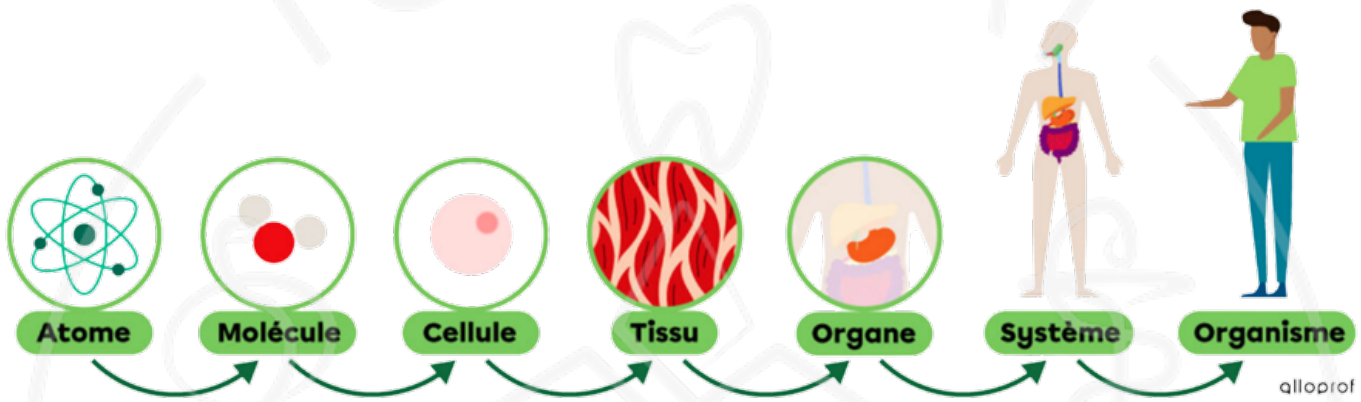
- Quand il s'agit d'un nom, il s'agit de la partie d'un tissu en contact avec une lumière.
- Quand il s'agit d'un adjectif, on désigne une cellule sécrétant un composant de type muqueux ne faisant pas forcément partie d'une muqueuse

E - Tissus constituant l'organisme

5 grands types de tissus : les épithéliums, les tissus conjonctifs, les populations cellulaires libres, les tissus musculaires, les tissus nerveux.

Vous verrez des confusions entre les cours d'histologie (certains diront 4 tissus et d'autres 5 tissus, le mieux est de retenir le chiffre en fonction du cours, mais si le nom du cours n'apparaît pas sur le QCM privilégiez 4 tissus). COURAGE

III - NIVEAUX D'ORGANISATION STRUCTURALE



IV - MÉTHODES CLASSIQUES DE PRÉPARATION HISTOLOGIQUE

Étapes d'une préparation histologique classique pour observation en microscopie optique (MO):

1. **Prélèvement**
2. **Fixation** à l'aide de **formol** ou de **paraformaldéhyde**
3. **Inclusion** en **paraffine** avec bains de **cyclène** et **toluène**
4. L'**enrobage** en paraffine

*Parfois un examen des tissus très rapide est nécessaire et dans ce cas, le prélèvement est fixé, congelé, et inclut dans un mélange hydrosoluble de **glycol** et de **résine**.*

5. La **coupe** au microtome
6. La **coloration** :

- **L'hématoxyline-éosine** : = **technique fondamentale de base** pour tout examen microscopique histologique conventionnel
    - Hématoxyline : colorant **basique** qui colore **noyaux** et le **REG** en **violet**
    - Éosine : colorant **acide** qui se fixe aux **protéines** et donc colore le **cytoplasme** et les **fibres** en **rose**.

- **L'hématoxyline-éosine-safran =** Met en évidence les fibres de collagène de la MEC

- **Trichrome de Masson** = identification des pathologies musculaires, cardiaques, hépatiques et rénales
    - **Fibres musculaires** en **rouge**
    - **Fibres de collagène** en **vert**

- **HIC** = Utilisation de **fluorochromes**

7. Le **montage**

Une fois préparées, ces lames peuvent être observées avec un **microscope classique**, mais elles peuvent également être **digitalisées** pour les observer sur ordinateur

V - ÉCHELLES ET UNITÉS DE LONGUEUR DU VIVANT

Dispositif	Œil humain	Microscope optique / photonique (MO)	Microscope électronique (ME)
Pouvoir séparateur	0,2 mm	0,2 µm	0,2 nm
Observation		Tissus et cellules	Organites

VI - L'HISTOLOGIE, UNE SCIENCE DE PLUS EN PLUS PRÉCISE

- Observation **détaillée** et **dynamique**
- Amélioration des connaissances en **physiopathologie** (= physiologiques + pathologiques)
- Acquisition de tissus vivant en temps réel **in vitro et in vivo**
- Révélation des **structures chimiques et moléculaires** et de leur dynamique dans les tissus vivants.

VII - GROUPES FONDAMENTAUX DE TISSUS RENCONTRÉS CHEZ LES VERTÉBRÉS

Tissus fondamentaux	Fonctions	Exemples dans l'organisme
Les tissus épithéliaux = **cellules jointives**	○ Protège la surface de l'organisme (revêtement) ○ Tapisse les cavités ○ Sécrétion, réabsorption, excrétion, transport	Épiderme Glandes Muqueuses
Tissu conjonctif = **cellules non jointives** + réseau de fibres et de substance fondamentale	○ Assemble les structures de l'organisme entre-elles. ○ Stockage ○ Transport ○ Soutien de l'organisme	Os Cartilage Ligaments Tendons Tissu Adipeux Sang
Tissu musculaire = **cellules contractiles**	○ Mouvements du corps et des organes	Muscles squelettiques Cœur Organes creux Paroi des vaisseaux
Tissus nerveux = cellules **neuronales** conductrices et **gliales**	○ Recueil, traitement ○ Stockage et transfert des informations ○ Commande des fonctions de l'organisme	Cerveau Moelle spinale Nerfs périphériques Organes sensoriels

NOTES PERSONNELLES

LES TISSUS ÉPITHÉLIAUX

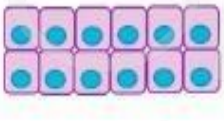
I - ÉPITHÉLIUM

A - Définition

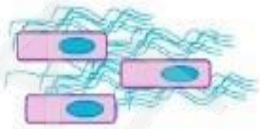
Épithéliums = cellules étroitement **juxtaposées et jointives**

Toutes les cavités de l'organisme en contact ou non avec l'extérieur sont recouvertes par un épithélium.

Lumière = contenu d'une cavité de l'organisme ou extérieur de l'organisme.



Un épithélium



Cellules séparées par un milieu extra-cellulaire : il ne s'agit pas d'un épithélium

L'apex de la cellule est la partie de la cellule en contact avec la lumière : on peut y trouver la **différenciation apicale,** celle-ci permet d'identifier la fonction de la cellule.

De l'autre côté on à la **base** de la cellule. La cellule repose sur une **lame basale** qui repose elle-même sur du tissu conjonctif.



Exemple de cellule épithéliale

B - Polarisation

Les cellules épithéliales sont liées grâce à des **complexes de jonction.**

Ces complexes divisent la cellule en 2 pôles :

- Domaine apical : siège des différenciations apicales côté lumière (vert)
- Domaine latéro-basal (jaune) : conditions internes de l'organisme.



C - Lame basale

Un épithélium repose **toujours** sur une couche de **tissu conjonctif** = **lame basale** qui ancre l'épithélium aux tissus sous-jacents.

Les épithéliums ne sont PAS vascularisés

1 - Structure de la lame basale

Une seule lame basale située entre la couche la plus profonde de l'épithélium (couche basale) et le tissu sous-jacent.

3 feuillets : synthétisés et sécrétés par les cellules épithéliales **sus**-jacentes ou conjonctives **sous**-jacentes

Couches de lame basale	Cellules sécrétrices	Macromolécules caractéristiques
Lamina rara (La plus superficielle)	Épithéliales	Laminine
Lamina densa	Épithéliales	Collagène de type IV
Lame réticulée (La plus profonde)	Fibroblastes (conjonctives)	Réticuline (collagène de type III)

2 - Fonctions de la lame basale

- Filtration des ions, molécules et nutriments.
- Maintien des cellules dans leur localisation = un support physique
- Confinement des cellules
- Réservoir de facteurs de croissance
- Charpente = guide

Pathologie cancéreuse : Le franchissement de la lame basale par des cellules épithéliales cancéreuses entraîne la dissémination de ces cellules cancéreuses = formation de métastases.

D - Classification

1 - Revêtement glandulaire

2 types d'épithéliums :

- Épithélium de revêtement :
  - Extérieur de l'organisme : cornée, conjonctive, épiderme
  - Cavités de l'organisme : ouvertes (voies respiratoires, génitales, digestives) ou fermées (système cardio-vasculaire + cavités cœlomiques = plèvre, péritoine, péricarde)
- Épithélium glandulaire : dédiés à la sécrétion

2 - Classification des épithéliums de revêtement

Ils sont classés selon **3 critères** :


Un épithélium simple


Un épithélium pluristratifié


Un épithélium pseudostratifié

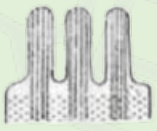
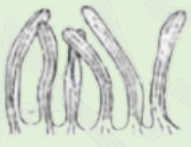
- **Nombre de couches**
  - Unistratifié : 1 seule couche
  - Bi ou pluri stratifié : 2 couches ou plus
  - Pseudostratifié : une seule couche des cellules mais position des noyaux alternée.
- **Forme des cellules superficielles**
  - Pavimenteuse
  - Cubique
  - Prismatique = cylindrique
- **Différenciation apicale**

Les microvillosités

Le premier grand type de différenciation apicale sont les microvillosités, il s'agit **replis nombreux et fins** de la membrane apicale de la cellule, permettant d'augmenter la surface d'échange entre la cellule et la lumière.

Il existe 4 types de microvillosités résumés dans ce tableau :

Ce tableau peut clairement être une super belle décoration pour vos toilettes, votre SDB, chambre !

Type	**Plateaux striés**	**Bordure en brosse**	**Stéréocils** (Pas des cils !)	**Microvillosités banales**
Localisation	Surface apicale de entérocytes (intestins)	Tubules contournés proximaux du rein	Épididyme	Glandes, cellules épithéliales sécrétrices
Aspect	Les plus denses Les plus régulières	Denses mais moins régulières	Longues et flexueuses	Pas de particularité morphologique
Image				
Rôle	Absorption des nutriments	Réabsorption massive des composant de l'urine primitive des tubules contournés proximaux	Production du liquide de survie et de maturation des spermatozoïdes	Échange
Visibilité	On peut voir ces microvillosités de façon générale au MO mais on ne les distingue pas individuellement. Pour les voir individuellement, il faut utiliser un ME.			

Les cils

Les cils sont le second grand type de différenciation apicale des cellules épithéliales, ils déplacent le contenu de la lumière de façon **active** et possèdent une architecture à base de tubules.

Structure d'un cil vibratile :

- **Tige** (axonème) : 9 paires/doublets de tubules périphériques et une paire centrale.
- **Corpuscule basal** : 9 triplets de tubules périphériques

Ligne des corpuscules basaux : densification du cytoplasme qui permet de différencier les cils des microvillosités en microscopie.

E - Dispositifs de jonction

Ils permettent :

- La cohérence entre les cellules et l'ancrage à la lame basale.
- L'étanchéité entre le domaine latéro-basal et le domaine apical.

! Ils ne sont pas EXCLUSIFS des cellules épithéliales !

1 - Jonctions étanches = zonula occludens, tight junctions, jonctions serrées, jonctions imperméables

- Anneau continu entre domaine apical et latéro basal
- **SEUL** complexe de jonction en contact avec le domaine apical
- Observation au ME = **disparition de l'espace intercellulaire**
- Complexes d'**occludine** formant des **crêtes jonctionnelles**

2 - Jonctions d'ancrage

- **Jonctions/macula adherens**
  - Jonction : disque continu
  - Macula adherens : disque à la base de la cellule (ancrage lame basale)
  - **Persistance de l'espace intercellulaire** et **épaississement des membranes** en regard.
  - **Cadhérines** s'ancrent sur **l'actine grâce à l'α-actinine**
- **Desmosomes** ou **hémidesmosomes**
  - Desmosome : Disque permettant l'ancrage **entre 2 cellules**
  - Hémidesmosome : Disque permettant l'ancrage à la **lame basale**
  - **Cadhérines desmosomales s'ancrent sur les filaments intermédiaires grâce aux desmoplakines et plakoglobines**
  - Une **persistance** de l'espace intercellulaire et un **épaississement** des membranes en regard

3 - Jonctions communicantes/gap junctions

- Formées de connexines et permettent échanges directs entre les cellules
- **Disparition de l'espace intercellulaire**

4 - Cytokératine

- Composants moléculaires majeurs des **filaments intermédiaires**

Il y a un MAGNIFIQUE tableau dans votre cours pour résumer ces notions, pour ceux qui ont une mémoire visuelle, c'est le moment de l'afficher dans un endroit où vous allez régulièrement

II - LES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉPITHELIUMS DANS L'ORGANISME HUMAIN

Par ❤️ , bon courage

<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th rowspan="2">Organe</th><th colspan="4">Épithélium</th></tr>
<tr><th>Forme des cellules superficielles</th><th>Nombre de couches cellulaires</th><th colspan="2">Différenciation apicale des types cellulaires principaux</th></tr>
<tr><td rowspan="7">Contact avec l'environnement extérieur</td><td>Épiderme</td><td>Pavimenteuses</td><td>Stratifié</td><td colspan="2">Couche de kératine en superficie</td></tr>
<tr><td>Protection mécanique</td><td>Pavimenteuses</td><td>Stratifié</td><td colspan="2">Absence de kératine</td></tr>
<tr><td>Protection chimique</td><td>Prismatique</td><td>Simple</td><td colspan="2">Cellules à mucus</td></tr>
<tr><td>Absorption digestive</td><td>Prismatique</td><td>Simple</td><td>Cellules à plateau strié</td><td>Cellules à mucus</td></tr>
<tr><td>Arbre respiratoire</td><td>Prismatique</td><td>Pseudostratifié</td><td>Cellules ciliées</td><td>Cellules à mucus</td></tr>
<tr><td>Arbre urinaire</td><td colspan="2">Épithélium polymorphe</td><td colspan="2">Urothélium</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cavités fermées</td><td>Vaisseaux</td><td>Pavimenteuses</td><td>Simple</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Cavités cœlomiques</td><td>Pavimenteuses</td><td>Simple</td></tr>
</table>

NOTES PERSONNELLES

LES TISSUS GLANDULAIRES

I - DÉFINITIONS ET CLASSIFICATION DES ÉPITHELIUMS GLANDULAIRES

A. Définition

Épithélium glandulaire = association de cellules épithéliales avec une **activité sécrétoire = synthétise, stocke et rejette** son produit de sécrétion.

Ce sont des cellules épithéliales **polarisées**, **juxtaposées** et **jointives**, reposant sur une **membrane basale.**

B. Classification

Elle dépend des **fonctions** des cellules glandulaires :

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">Répartition</th><th>Exemple</th><th>Classification</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Constitutives d'un épithélium</td><td>Glandes unicellulaires</td><td>Dispersées, isolées</td><td>Cellules caliciformes = cellules à mucus de l'épithélium respiratoire</td><td>Prismatique pseudo stratifié cilié</td></tr>
<tr><td>Glandes intra-épithéliales</td><td>Groupées en amas</td><td>Glandes intra-épithéliales de l'épididyme</td><td>Prismatique, pseudostratifié, présentant des stéréocils.</td></tr>
<tr><td>Épithéliums sécrétoires</td><td>Épithélium entièrement constitué de cellules glandulaires</td><td>Épithélium gastrique</td><td>Prismatique, simple à pôle muqueux fermé</td></tr>
<tr><td>Glandes microscopiques</td><td colspan="2">Regroupées au sein d'un organe</td><td>Glandes sublinguales, œsophagiennes et trachéales</td><td>Pavimenteux, stratifié non kératinisé</td></tr>
<tr><td>Glandes macroscopiques

Constitutives d'un organe !</td><td colspan="2">Constituent un organe</td><td>Thyroïde, Parathyroïde, foie, pancréas, hypophyse, parotides</td><td></td></tr>
</table>

II - ÉLÉMENTS D'EMBRYOLOGIE ET DISTINCTION DES GLANDES EXOCRINES ET ENDOCRINES

3 types de glandes :

- **Exocrines**
- **Endocrines**
- **Amphicrines** (= endocrine et exocrine)

A - Glandes Exocrines et Endocrines

L'épithélium glandulaire naît de la différenciation d'un épithélium de revêtement sous la forme d'un bourgeon qui s'enfonce dans le tissu sous-jacent. Ce bourgeon peut soit :

- Rester relié à l'épithélium de revêtement dont il est né par le biais d'un canal excréteur = **glande exocrine**
- Perdre toute connexion à l'épithélium de revêtement dont il est né = **glande endocrine**

Type de glande	Excrétion	Caractéristiques	Produit de sécrétion
Glandes exocrines	Vers le milieu extérieur/cavités	Canal excréteur **SAUF** si les cellules exocrines sont incluses dans l'épithélium et donc en contact avec la lumière	Mucus, liquide séreux
Glandes endocrines	Vers le **sang**. Les vaisseaux sont majoritairement des capillaires fenêtrés = facilitent le passage des hormones	Pas de canal excréteur	Hormones

Exemples de glandes endocrines :

- **Thyroïde**
  - Les cellules endocrines (thyréocytes), s'organisent en périphérie de vésicules, avec sécrétion centrale du produit de sécrétion : le **colloïde**. On parle de mode vésiculaire.
- **Surrénales**
  - **3 zones :**
    1. *Zone glomérulaire :* la + **superficielle**, les cellules forment des glomérules.
    2. *Fasciculaire = Intermédiaire :* cellules forment des **cordons**
    3. *Réticulaire :* la + profonde, cellules forment des **amas**

Tableau récapitulatif d'exemples de glandes exocrines et endocrines en fonction de leur organisation :

Type de glande	Cellules ou glandes exocrines	Cellules ou glandes endocrines
Cellules isolées	Cellules caliciformes de l'épithélium respiratoire ou digestif	Cellules endocrines gastriques ou intestinales
Cellules groupées en amas	Glandes intra-épithéliales de l'épididyme	Ilots de Langerhans (pancréas) Cellules de Leydig (testicules)
Épithélium sécrétoire	Épithélium gastrique	Thyroïde, parathyroïde, surrénales

B - Glandes Amphicrines

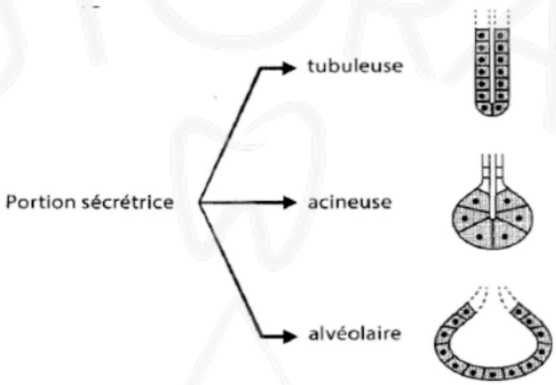
Type	Caractéristiques	Exemples
Homotypique	**Mêmes cellules** qui assurent la fonction endocrine et exocrine	**Foie :** hépatocytes produisent bile et hormones hépatiques
Hétérotypique	Fonctions endocrine/exocrine assurées par des **cellules différentes**	**Pancréas :** - Cellules de Langerhans : endocrines - Acini pancréatiques : exocrines

III - ÉLÉMENTS DE CLASSIFICATION SPÉCIFIQUES AUX GLANDES EXOCRINES

A. Classification morphologique

2 éléments à prendre en compte :

Type de canal excréteur (2 types)

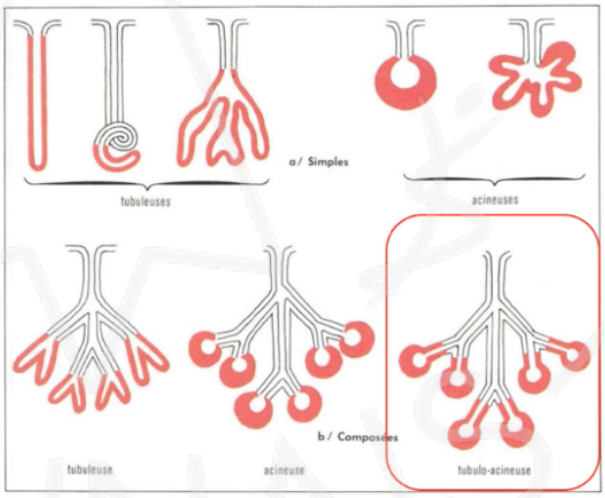


Type de portion sécrétrice (3 types)

On peut associer ces deux éléments et trouver **différentes combinaisons :**

*Portion sécrétrice en **rouge***

*Canal excréteur en **noir***



Collège des Histologistes, Embryologistes et Cytogénéticiens - CHEC

Dernier exemple : la portion sécrétrice peut associer deux caractéristiques morphologiques et se présenter sous une forme tubulo-acineuse.

B. Classification fonctionnelle selon la nature du produit de sécrétion

Glande	Protéines	Mucus	Exemple
Séreuse	X		Amylase par les **parotides**
Muqueuse		X	Mucus par les **glandes salivaires accessoires**
Séro-muqueuses	X	X	Glandes **sublinguales** : mixte à prédominance muqueuse Glandes **sous-maxillaires** : mixte à prédominance séreuse

Certaines cellules glandulaires synthétisent des produits de sécrétions spécifiques :

- Les glandes **sudoripares** = sueur
- Les glandes **sébacées** = sébum
- Les **glandes mammaires** = le lait
- Le **foie** = bile
- Les **glandes utérines** = le glycogène
- Les **cellules bordantes de l'estomac** = l'acide chlorhydrique

C. Classification fonctionnelle en fonction du mode d'excrétion

Mode d'excrétion	Caractéristiques	Exemple
MÉROCRINE	Élimination du produit de sécrétion avec **maintien de l'intégrité** de la cellule glandulaire (mécanisme d'exocytose par vésicules).	Quasiment toutes les glandes
APOCRINE	Élimination du **pôle apical** de la cellule en même temps que le produit de sécrétion.	**Glandes mammaires** en période de lactation : lipides (elles ont également une sécrétion mérocrine : protéines)
HOLOCRINE	Élimination de la **cellule** en même temps que le produit de sécrétion.	**Glandes sébacées**

Cas des glandes sudoripares :

- **Diffusion eccrine :** pas de vésicules, les produits diffusent simplement travers la membrane plasmique.
- **Apocrine pour aisselles et mamelons :** + grosses que les eccrines. Leur canal excréteur débouche sur un follicule pileux. Ce sont elles qui produisent les **phéromones**.

IV - MÉCANISMES DE CONTRÔLE DE L'ACTIVITÉ SÉCRÉTOIRE

- **Nerveux :** nerfs, système nerveux végétatif
- **Hormonal :** hormones
    - Sécrétion de **glycogène** par les glandes utérines sous la dépendance des **hormones ovariennes** (progestérone +++).

- **Musculaire :**
    - Par le biais de cellules myoépithéliales = Cellules épithéliales ayant acquis les caractéristiques d'une cellule **musculaire lisse**. Favorisent l'expulsion du produit par leur contraction.
      Elles sont allongées, situées entre le pôle **basal** des cellules et la membrane basale.
      Elles sont contrôlées par des **hormones** et le **SNV.**
    - Par le biais de fibres musculaires dans le tissu conjonctif sous épithélial = ex : glandes sébacées

Voici un tableau résumé que j'utilisais beaucoup ! J'y voyais plus clair dans le cours

Types	Unicellulaires	Intra-épithéliale	Sécrétrices	Microscopiques	Macroscopiques
Caractéristiques des cellules	• Dispersés, isolées • Prismatiques • Cils • Cellules caliciformes	• Groupés, en amas • Prismatique • Pseudostratifié • Stéréocils • Cellules caliciformes	• Entièrement constitué • Prismatique • Simple • Vésicules de sécrétions (pôle muqueux fermé)	• Regroupées • Pavimenteux • Stratifié • Non kératinisé • Canaux excréteurs	
Exemple	• Respiratoire (trachée)	• Epididyme	• Gastrique (bcp de sécrétions dans l'estomac)	• Sublinguales (=langue) • Œsophagienne • Trachéales	• Thyroïde • Parathyroïde • Hypophyse • Parotides • Foie • Pancréas
Exocrines	• Respiratoire • Digestif	• Epididyme	• Gastrique		
Endocrines	• Gastriques • Intestinales	• Îlots de Langerhans • Cellules de Leydig	• Thyroïde • Parathyroïde • Surrénales		

NOTES PERSONNELLES

LES TISSUS CONJONCTIFS

I- INTRODUCTION

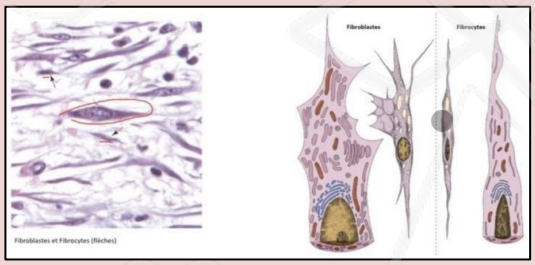
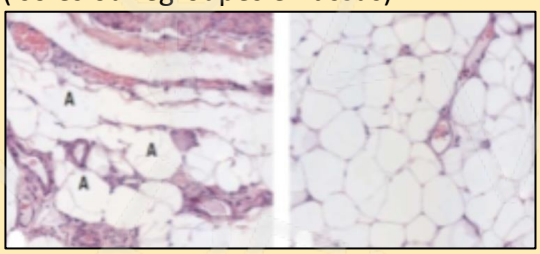
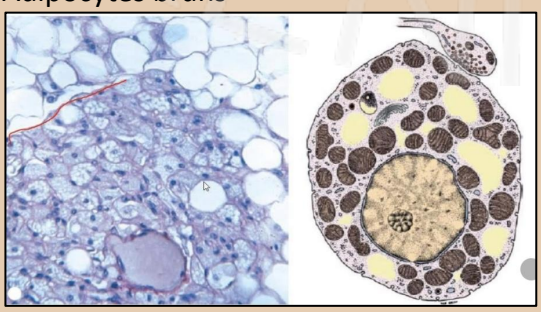
La première fonction des tissus conjonctifs est d'assurer le **lien entre les tissus et les organes**, ils permettent donc la distribution et le cheminement des vaisseaux et des nerfs dans les différents tissus.
Les tissus conjonctifs sont donc composés de :

- Une **importante MEC** = La **matrice extracellulaire** est l'ensemble des **macromolécules secrétées par les cellules des tissus conjonctifs** et immobilisées dans l'espace extracellulaire qu'elles constituent. De **cellules transitoires** et de **cellules résidentes**

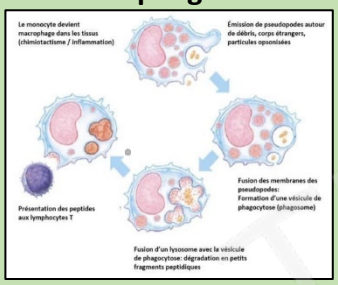
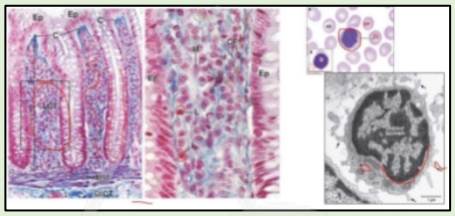
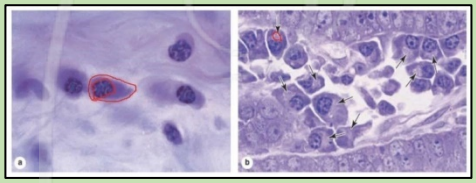
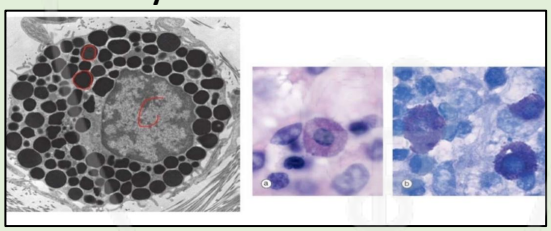
II- LES CELLULES DES TISSUS CONJONCTIFS

Ce sont contrairement aux tissus épithéliaux des cellules non jointives entre elles et souvent mobiles au sein du tissu.

A. Les Cellules résidentes

Les Fibroblastes	Fibroblastes 	> Présents dans **tous les tissus conjonctifs** > **Fusiformes** ou étoilées > Cellules très impliquées dans la **synthèse protéique** : MEC (Golgi et REG ++) > Rôle également dans la **dégradation** (via des sécrétions d'enzymes) > Rôles annexes (voir cours)
Les Adipocytes	Adipocytes blancs (isolés ou regroupés en tissus) 	> Tissu adipeux **uniloculaire** > Forme sphérique et présentant une **imposante vacuole <u>sans mb</u>** qui repousse les organites aux extrémités > Rôle important pour **stocker les graisses** > **Activité métabolique** très active qui peut être à la fois : o Liposynthèse o Lipolyse
	Adipocytes bruns 	> Tissu adipeux **multiloculaire** > Cellule polyédrique mais plus petite que les adipocytes blancs, ils présentent de nombreuses vacuoles > Riches en mitochondries > Au sein du tissus on ne les retrouve jamais de manière isolés (contrairement aux adipocytes blancs) > Rôle de libération de chaleur

B. Les Cellules transitoires

Les Macrophages  	> Origine : **moelle osseuse hématopoïétique** > Transitent sous forme de **monocytes** sanguins > Cytoplasme riche en inclusions > 3 grandes fonctions : o La **phagocytose** o La **sécrétion de substances toxiques** o Le déclenchement de la **réaction immunitaire**
Les Lymphocytes 	> Petite cellule avec noyau qui en occupe la quasi-totalité (**cytoplasme rare**) > Différents rôles complexes et variés : o Régulation de la **réponse immunitaire** o **Cytotoxicité** o Réponse **anticorps** + production
Les Plasmocytes 	> Proviennent de la **différenciation des lymphocytes B** > Cellule de forme ovoïde avec appareil de Golgi développé > Noyau en « rayon de roue » > Rôle principal : **synthèse des immunoglobulines**
Les Mastocytes 	> Petites cellules ovalaires et mobiles > Principalement dans la peau, les voies respiratoires et le tube digestif > Cytoplasme riche en substance vasoactives > Principalement impliquée dans les **phénomènes allergiques** (hypersensibilité immédiate)

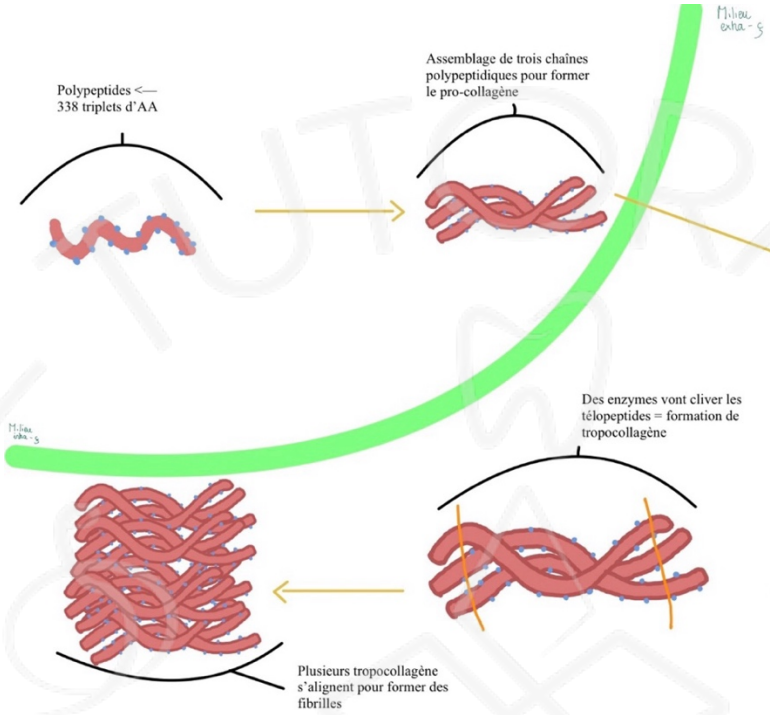
III- LA MATRICE EXTRACELLULAIRE

La **matrice extracellulaire** est l'ensemble des **macromolécules secrétées par les cellules des tissus conjonctifs** et immobilisées dans l'espace extracellulaire qu'elles constituent. Elle est composée de :

- **Fibres** : **collagène** et **fibres élastiques**
- **Substance fondamentale** : composée de **glycosaminoglycanes** et **protéoglycanes**
- **Protéines d'adhésion** nécessaires à la tenue des différentes cellules entre elle

Le collagène

Le processus de synthèse du collagène est détaillé dans le cours, il est à connaître PAR CŒUR.



Il existe plusieurs variétés de collagènes :

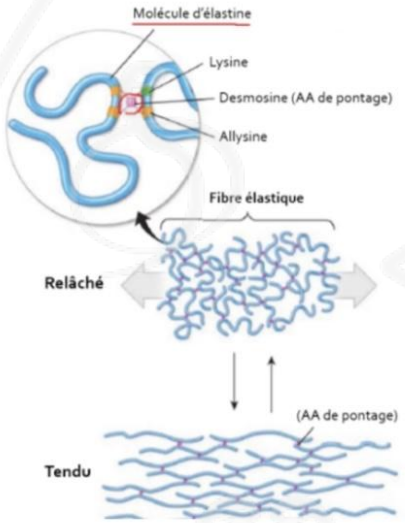
Morphologie		Type	Localisation
Fibrillaires		I	Tissus conjonctifs ordinaires, denses, os, dentine
		II	Cartilages
		III	Réticuline (Moelle osseuse, ganglions, rate, foie)
		V	Péri-cellulaire, Placenta
Non fibrillaires	Microfibrilles	IV	Lames basales
		VI	Associé aux fibres élastiques
		VII	Sous épidermique
	Indéterminé	VIII, IX, X	Collagènes mineurs (extraction biochimique)

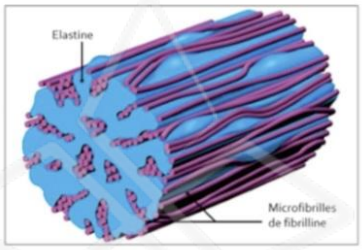
Les fibres élastiques

À côté des fibres de collagène, on va trouver des **fibres élastiques**. Ces fibres élastiques sont présentes en plus ou moins grande quantité dans la plupart des tissus conjonctifs. Le principal constituant des fibres élastiques s'appelle **l'élastine**, qui va être associée à la **fibrilline**.

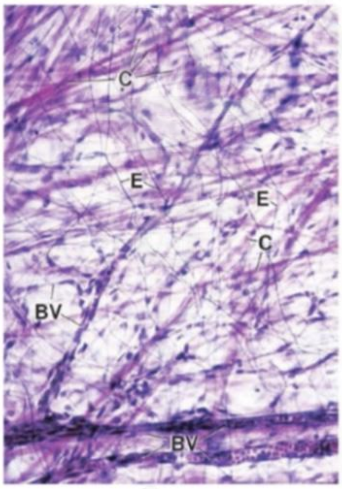
- L'élastine est protéine très résistante qui va former des **polymères de chaînes polypeptidiques spiralées**. Certaines régions spiralées vont pouvoir être déformables alors que d'autres non, et c'est cela qui va donner le caractère élastique de ces structures. Comme le collagène, c'est une synthèse qui se fait en intra et en extra-cellulaire.

- Les molécules d'élastines sont reliées entre elles via des AA qui vont former des ponts avec des molécules d'élastines adjacentes. Les fibres élastiques vont ainsi interagir avec les molécules d'interactions qui sont les **fibulines**.





Synthèse par le fibroblaste de microfibrilles de fibrilline entre lesquelles vont s'intégrer des molécules d'élastine
Interaction avec des protéines (fibulines)



La substance fondamentale

- Aspect **amorphe** en microscopie photonique
- Forme un **gel compressible** qui permet la circulation de l'eau et de diverses molécules
- Réseau de polysaccharides = **glycosaminoglycanes** (GAG) hydrophiles +++
- Certains de ces GAG vont former des liaisons covalentes avec des protéines ce qui va nous donner des structures + importantes **(sauf l'acide hyaluronique)** : les **protéoglycanes**

Les protéines d'adhésion

Les protéines d'adhésion sont des **glycoprotéines** qui ont pour rôle de faire le **lien entre les cellules** présentes au sein des TC et également **entre les TC et leur MEC**.
Les deux protéines les plus importantes sont la **fibronectine** et la **laminine**.

- La **fibronectine** est une protéine formée de deux chaînes identiques avec une extrémités reliés aux **intégrines** (protéines transmembranaires) et l'autre extrémité reliée aux **protéines de la MEC**

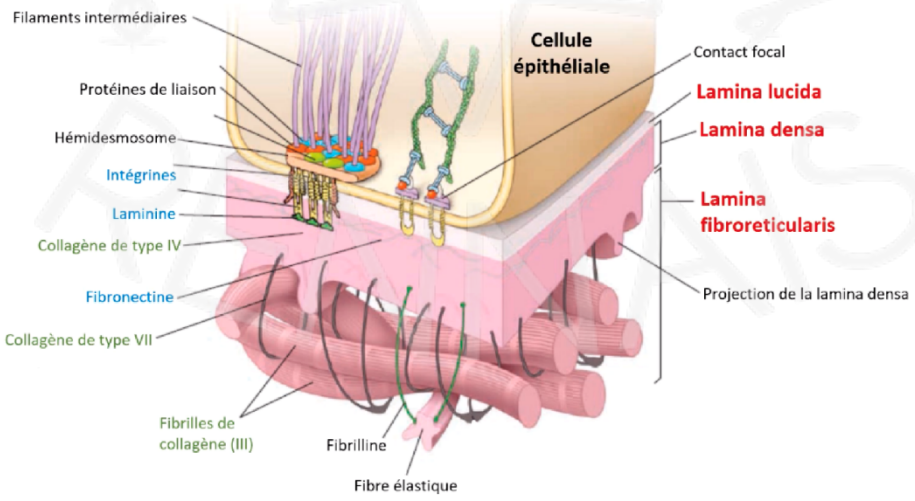
- La **laminine** a un fonctionnement similaire bien qu'une structure plus complexe et est davantage retrouvée au niveau de la **lame basale**.

IV- LES LAMES BASALES

Les lames basales sont les structures qui permettent de faire le **lien entre les TC et les tissus épithéliaux**, elles sont principalement synthétisées par les cellules du tissu épithéliale sus-jacent. Les lames basales sont composées de **trois couches successives** :

La lamina rara / lucida —> juste en dessous du tissu épithélial c'est elle qui contient l'intégrine
La lamina densa —> partie intermédiaire
La lame réticulée -> portion la plus profonde, en rapport avec le TC

Couche	Synthétisée par …	Constituée de …	Détails
Lamina rara	Cellules épithéliales	Laminine	Contient l'intégrine
Lamina densa	Cellules épithéliales	Collagène IV	Reliée au collagène III de la lame réticulée (LR) par du collagène VII Reliée aux fb élastiques de la LR par de la fibrilline
Lame réticulée (ou lamina fibro-reticularis)	Fibroblastes du TC	Réticuline = collagène III	Contient aussi des fibres élastiques



NOTES PERSONNELLES

LES TISSUS CARTILAGINEUX

I- INTRODUCTION

Le tissu cartilagineux est un tissu squelettique de soutien doté d'une MEC solide. Il présente 3 composants principaux : des chondrocytes, des fibres conjonctives et de la substance fondamentale.

Le tissu cartilagineux est caractérisé par la présence de **chondrocytes*** qui sont emprisonnés dans une **Matrice Extra-cellulaire** (MEC).

Rappel : MEC = Fibres conjonctives + substance fondamentale

- La **MEC du Tissu Cartilagineux :**
    - **Non minéralisée**
    - **Non innervée**
    - **Non vascularisée**

Les **Chondrocytes*** sont des cellules qui jouent un rôle dans **l'élaboration des constituants de la MEC** et en contrôlent sa **composition**.

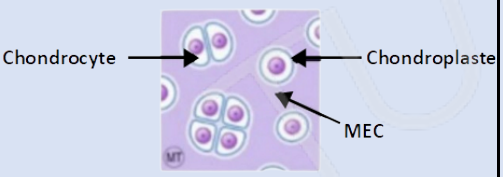
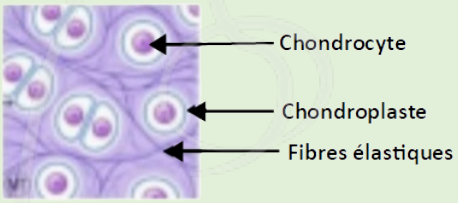
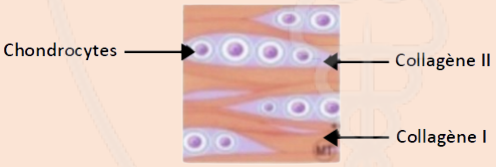
Les tissus cartilagineux présentent 4 fonctions principales :

- **Soutien** (exemple : maintien des voies aériennes ouvertes)
- **Croissance** du squelette (rôle de matrice)
- **Mécanique** (glissement des surfaces articulaires)
- **Réparation** des tissus osseux (lors des étapes précoces de réparation)

Il existe 3 grands types de tissus cartilagineux :

- Le cartilage **hyalin**, le plus répandu
- Le cartilage **élastique**,
- Le **fibrocartilage**, ou cartilage fibreux

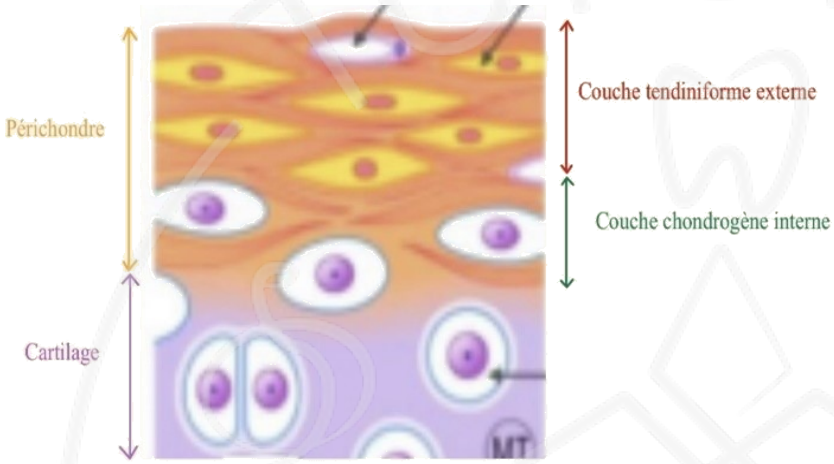
II- LES DIFFÉRENTS TYPES DE CARTILAGES

Type de Cartilage	Particularités	Localisation
Cartilage hyalin  	> Tissu **peu cellulaire : 10%** de chondrocytes enfermés dans les chondroplastes > **MEC abondante :** collagène II > **Triple charpente** : - GAGs - Protéoglycane - Acide hyaluronique > Solide, souple et résistant	> **Embryon/fœtus** → ensemble du **squelette** > **Enfant**/ado → **cartilage de croissance** = cartilage de conjugaison > **Adulte** → **articulation, voies aériennes, côtes**
Cartilage élastique  	> Architecture similaire à celle du **cartilage hyalin** > Riche en **fibres élastiques** > **MEC abondante :** collagène II	> **Pavillon de l'oreille** > **Méat acoustique** externe > **Trompe auditive** = trompe d'Eustache > **Épiglotte**
Cartilage Fibreux = Fibrocartilage  	> Architecture **entre tissu conjonctif et cartilage hyalin** > **Chondrocytes peu nombreux** et alignés > **MEC peu abondante** : collagène I et II en forme de faisceaux épais > **Pas de périchondre**	> **Disques intervertébraux** (DIV) > **Symphyse** pubienne > **Ménisques** articulaires (au niveau des genoux) > **Zones d'insertion** de certains tendons et ligaments

III- LE PÉRICHONDRE

Le **périchondre** est le **tissu conjonctif** qui sépare le cartilage des tissus voisins, il **entoure tous les cartilages, sauf les cartilages articulaires et les fibrocartilages.**
Il est constitué de 2 couches :

- Une **couche tendiniforme externe** ou couche fibreuse externe
- Une **couche chondrogène interne**



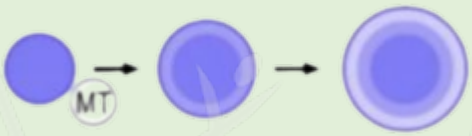
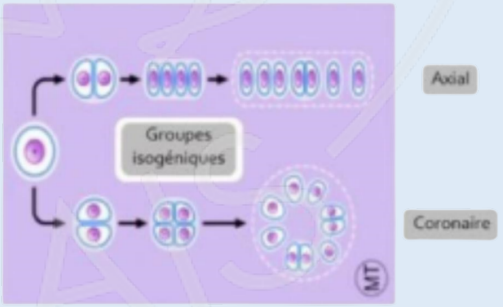
Couche tendiniforme externe :

> Tissu conjonctif dense et fibreux avec des fibres de collagène arciforme
> Cette couche est richement vascularisée, elle permet la nutrition du cartilage sous-jacent.

Couche chondrogène interne :

> Tissu conjonctif lâche et peu vascularisé
> Cette couche va permettre **la croissance du cartilage** par **apposition** (ses cellules prolifèrent en chondrocytes)

IV- LA CROISSANCE DU CARTILAGE

La croissance appositionnelle : > Elle ne concerne que les cartilages **avec périchondre**. (Hyalin et élastique) > Le cartilage croît par **apposition successive à partir de la couche chondrogène** du périchondre	
La croissance interstitielle : **Division cellulaire à partir des chondrocytes** qui donnent lieu à des clones cellulaires = **groupes isogéniques** : - **Groupes isogéniques axiaux** → croissance en **longueur** - **Groupes isogéniques coronaires** → croissance en **longueur et largeur**	

NOTES PERSONNELLES

LES TISSUS OSSEUX

I - INTRODUCTION

C'est un **tissu de soutien minéralisé, vascularisé** et **innervé** (contrairement au tissu cartilagineux qui n'est ni vascularisé ni innervé) à **matrice extra-cellulaire rigide** et **imperméable**.
La **MEC** est composée de **fibres conjonctives** et d'une **substance fondamentale minéralisée**. Elle forme des **travées** qui délimitent des cavités remplies de tissus conjonctifs et de **moelle osseuse** (dans les grosses cavités).

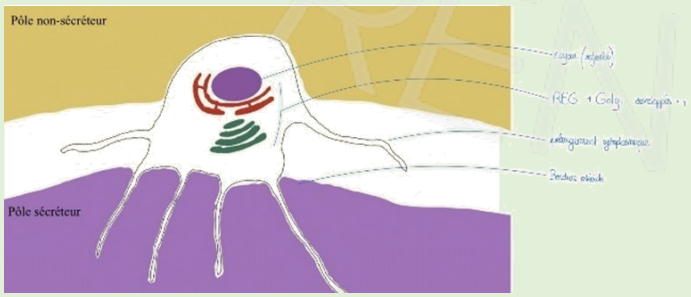
Au sein du tissus osseux, on retrouve deux populations cellulaires :

- Population d'**origine mésenchymateuse** (ostéoblastes et ostéocytes)
- Population d'**origine hématopoïétiques et monocytaire** (ostéoclastes)

Le tissu osseux joue plusieurs rôles :

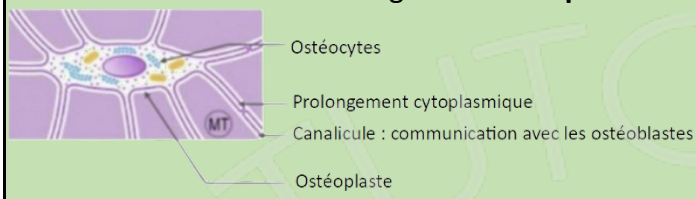
- **Fonction de soutien** : Le tissu osseux constitue l'essentiel du **squelette** qui est la charpente du corps.
- **Fonction mécanique** : Le tissu osseux constitue un **support rigide** sur lequel s'insèrent les tendons et ligaments impliqués dans la locomotion.
- **Protection des organes vitaux** : exemples : cage thoracique / poumons, boîte crânienne / encéphale, vertèbres / moelle épinière
- **Fonction métabolique** : Le tissu osseux = principale **réserve d'ions calciums et phosphates**, en fonction des besoins, il en relâche ou en stocke = **homéostasie phosphocalcique**.

II - LES DIFFÉRENTES TYPES DE CELLULES

Cellules caractéristiques	Fonctions
Les Ostéoblastes : - Origine **mésenchymateuse** - Forment une **couche continue à la surface des travées** (cellules bordantes au repos) - Cellule **polyédrique** avec un noyau ovalaire au pôle non sécréteur de la cellule  	> **Synthèse et minéralisation de la MEC en deux temps** grâce à un REG et un appareil de Golgi très développé : - **Synthèse de la matrice organique** (bordure ostéoïde → non minéralisée) - **Minéralisation** de cette matrice grâce à l'excrétion de vésicules contenant des ions calciums et phosphates qui vont former des **cristaux d'hydroxyapatites** > Lors de cette minéralisation, l'ostéoblaste va être emprisonné par la bordure ostéoïde et se transforme en **ostéocyte**.

Les Ostéocytes :

- Origine **mésenchymateuse**
- Cellule **fusiforme**, allongée avec le grand axe parallèle à la surface osseuse
- Contenus dans des logettes : **ostéoplastes**



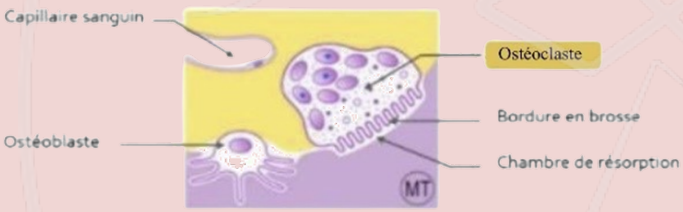
> **Harmonisent le remodelage osseux** (perception des variations mécaniques et transmission de l'information aux ostéoblastes (synthèse) et ostéoclastes (résorption)) *NB : La transmission aux ostéoclastes est indirecte : elle se fait via les ostéoblastes.*

> Participent au maintien de l'**homéostasie phosphocalcique** (2 mécanismes) :

- **Résorption** matrice osseuse péri-cellulaire
- **Synthèse** matrice osseuse péri-cellulaire

Les Ostéoclastes :

- Origine **hématopoïétique** (lignée monocytaire)
- Présents **à la surface des travées osseuses**
- **Cellule volumineuse** et **plurinucléée**
- **Lysosomes** ++ et **mitochondries** ++
- **Régulation via les ostéoblastes** par des hormones (maintien de l'équilibre)

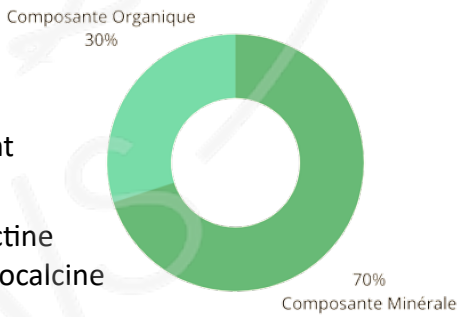


> Fonction de **résorption de la matrice osseuse**

- La résorption de la **composante minérale** se fait par **abaissement du** pH dissolvant les cristaux d'hydroxyapatites grâce à une **pompe à protons**.
- La résorption de la **composante organique** se fait par digestion par des **enzymes lysosomales.**

III - LA MATRICE EXTRA-CELLULAIRE

- **Composante organique** :
  - **30%** du poids sec de la MEC
  - **Fibres conjonctives** (collagène de types I à 95%)
  - On retrouve des **protéoglycanes et des GAGs**
  - Également des **glycoprotéines de structures** qui permettent d'assurer la liaison entre :
    - La matrice et la cellule : l'ostéopontine et la fibronectine
    - Les fibres de collagènes I et les sels minéraux : l'ostéocalcine et l'ostéonectine



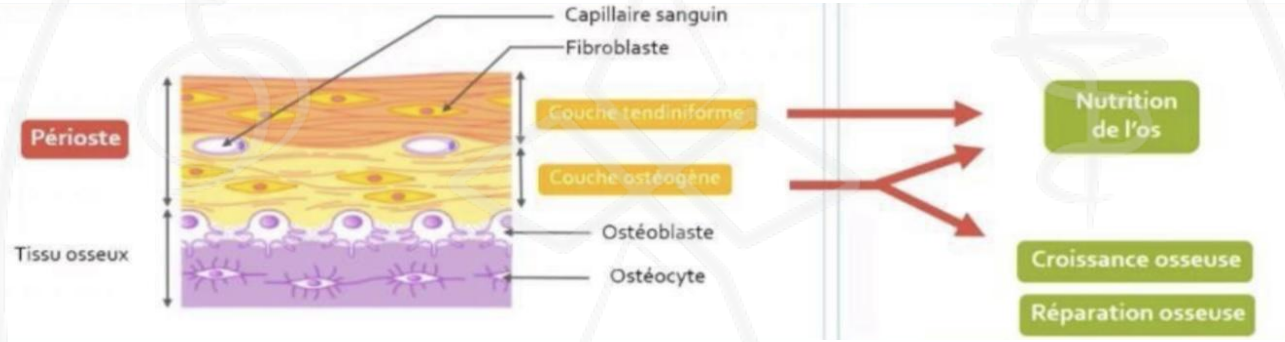
- **Composante minérale :**
  - **70%** du poids sec de la MEC
  - **Cristaux d'hydroxyapatites** (calcium + phosphore)

IV - LE PÉRIOSTE

C'est le **tissu conjonctif** qui **enveloppe la face externe des os** à l'**exception des cartilages articulaires**. Ce périoste se prolonge par les capsules articulaires enveloppant les articulations. Il sert d'**insertion aux tendons et ligaments.**
Dans le périoste, on retrouve **deux couches** :

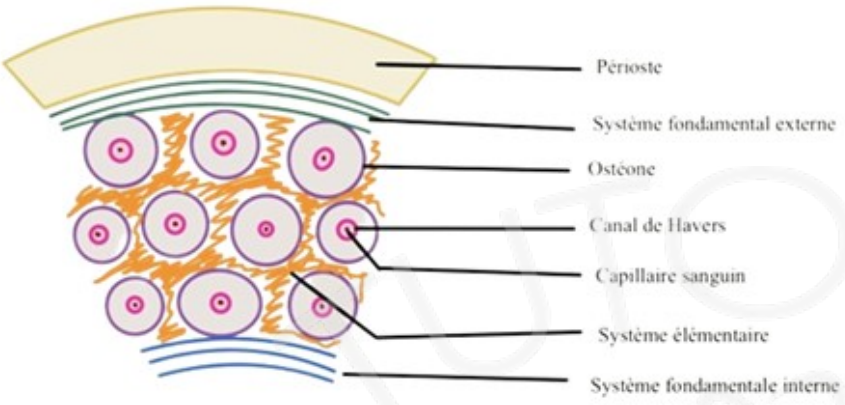
- Une **couche externe tendiniforme = tissu conjonctif dense** fibreux très vascularisé (non orienté) + **fibres de collagène**.
    - **Nutrition** de l'os

- Une **couche interne ostéogène = tissu conjonctif lâche** très vascularisé. Les cellules qui la composent prolifèrent et se différencient en **ostéoblastes**.
    - **Croissance** en épaisseur
    - **Réparation** des fractures
    - **Nutrition** de l'os



V - LES VARIÉTÉS DE TISSUS OSSEUX

Type de tissu osseux	Localisation
Les tissus osseux primaires = Réticulaires : - Tissus **non orientés** - Durée de **vie courte** - Rapidement **remplacés par du tissu osseux secondaire**	Chez l'embryon, le fœtus et même l'adolescent il compose **ébauches osseuses**. Chez l'adulte : **osselets de l'oreille moyenne**
Les tissus osseux secondaires = Lamellaires : - Tissus **orientés** - Formation sous **contraintes mécaniques** - 2 types : **Haversien** = **compact** et **trabéculaire** = **spongieux** - Les deux types de tissus sont aussi solides les uns que les autres	Pour l'**haversien**, au niveau de la **corticale** de l'os Pour le **trabéculaire**, au niveau du **centre** de l'os (il présente des cavités qui permettent d'abriter la moelle osseuse)



Le **tissu Haversien** présente une **structure élémentaire cylindrique** constituée d'un canal entouré de lamelles osseuses : un **ostéone**. Ces derniers sont parallèles entre eux. Entre chaque ostéone on retrouve des **systèmes intermédiaires** qui sont des restes d'ostéones. Entre les ostéones et le périoste on retrouve le **système fondamental externe** (provient du périoste) et à la face interne on retrouve le **système fondamental interne** (provient de l'endoste).

Le **tissu trabéculaire** (=tissu osseux spongieux) est situé au **centre des os** lui présente des lamelles osseuses qui sont disposées en **travées anastomosées entre elles** et sont séparées par de volumineuses cavités conjonctive-vasculaires renfermant la **moelle osseuse**.

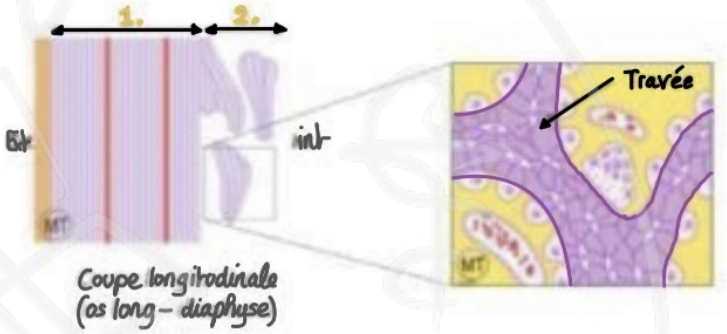


Schéma : 1 tissu haversien ; 2 tissu trabéculaire

VI - OSTÉOGENÈSES

C'est **l'ensemble des phénomènes qui conduisent à la formation des os**. On distingue deux situations :

- L'**ossification primaire** : le tissu osseux remplace un autre type de tissu non osseux. (Construction + croissance)
- L'**ossification secondaire** : le tissu osseux remplace du tissu osseux. (Croissance + remodelage)

Cela permet la mise en place de **trois grands mécanismes** :

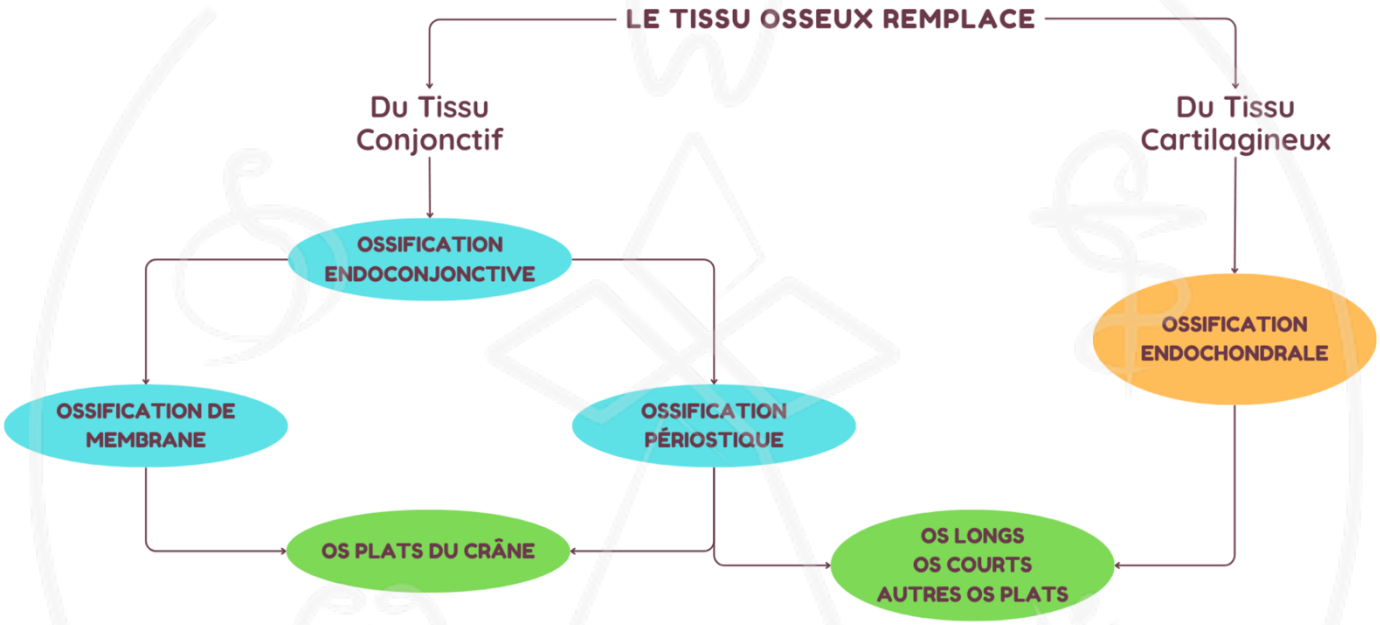
1. **Fabrication** osseuse initiale
2. **Croissance** osseuse
3. **Remodelage** osseux

VII - OSSIFICATION PRIMAIRE

Le tissu osseux remplace un autre type de tissu non osseux. Lorsque le **tissu osseux remplace du tissu conjonctif**, on parle d'**ossification endoconjonctive**. Au sein de l'ossification endoconjonctive, on distingue :

- L'ossification de **membrane**
- L'ossification **périostique**

Lorsque le **tissu osseux remplace du cartilage**, on parle d'**ossification endochondrale**.
L'ossification primaire est déclenchée par la **pénétration de vaisseaux sanguins** dans une maquette cartilagineuse non vascularisée.



VIII - FORMATION DES OS LONGS

La formation des os longs se fait en **2 étapes consécutives** :

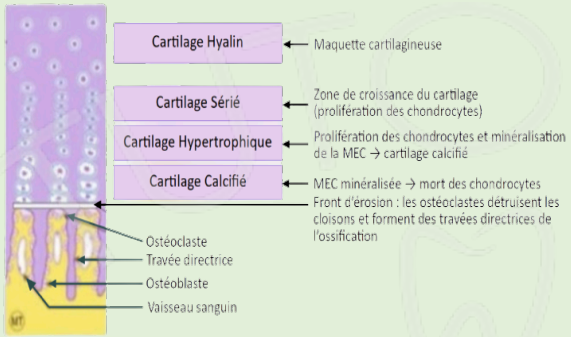
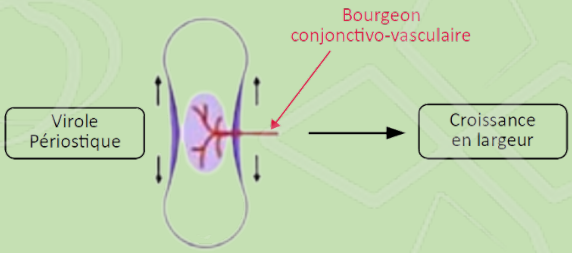
- La formation d'une **maquette cartilagineuse** en cartilage hyalin
- L'**ossification** de cette maquette

Dans un os long, on identifie trois **centres d'ossification** :

- Le **centre d'ossification diaphysaire**
- Les **2 centres d'ossification épiphysaires** (supérieur et inférieur)

L'ossification diaphysaire se fait par **deux mécanismes :**

- **Ossification endochondrale** : C'est le remplacement du cartilage par du tissu osseux. Elle permet la croissance en **longueur**.
- **Ossification périostique** : C'est le remplacement du tissu conjonctif par du tissu osseux. Elle permet la croissance en **largeur ou en épaisseur**

Type d'ossification	Représentation	Déroulement
Ossification endochondrale		> Après pénétration d'un **bourgeon conjonctivo-vasculaire**, arrivée de : ○ **Cellules ostéoprogénitrices** (futurs Ostéoblastes) ○ **Précurseurs d'ostéoclastes** ○ **Cellules souches hématopoïétiques.** > Les ostéoclastes forment des **travées directrices** qui permettent d'assurer la **croissance secondaire**
Ossification périostique		> Le **périchondre va se différencier en périoste** lors de la **pénétration du bourgeon ostéo-vasculaire** > Apparition d'une gaine osseuse nommée **virole périostique = tissu osseux primaire** formée par les ostéoblastes. La gaine donne donc de l'épaisseur à l'os et va **s'étendre vers les épiphyses** (ça va donc épaissir toute la surface de l'os) et donner la **corticale osseuse**.
Ossification épiphysaire		> Les bourgeons pénètrent **après la naissance** > **Ossification endochondrale** pour la croissance des épiphyses mais on observe une lame qui va empêcher les travées de croître en direction du cartilage de croissance

NOTES PERSONNELLES

TISSUS MUSCULAIRES

I - INTRODUCTION

Les tissus musculaires sont constitués de cellules appelées les **myocytes**. Elles sont spécialisées dans la production de force motrice, ce qui veut dire qu'elles sont **capables de se contracter**, de se raccourcir grâce à la présence de **protéines contractiles**. Les myocytes sont également capables de transformer l'énergie chimique en énergie mécanique.

Ils sont organisés en **unités contractiles**, qui sont soit pluricellulaires, soit unicellulaires.

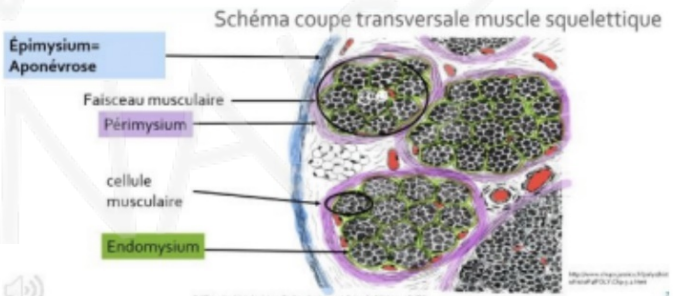
Il existe **trois types de tissus musculaires** :

	T.M Strié squelettique	T.M cardiaque	T.M lisse
Aspect	Strié	Strié	Lisse
Cellule	Rhabdomyocytes	Cardiomyocytes	Léiomyocytes
Rôle	Mouvements volontaires, maintien, posture	Circulation sanguine	Mouvements involontaires
Contrôle	Système nerveux cérébro-spinal	Modulé par le système nerveux autonome ou végétatif	Système nerveux végétatif
Contraction	Volontaire, rapide	Rythmique involontaire	Involontaire, lente et prolongée
Localisation	Associé au squelette	Cœur	Associé aux viscères, paroi des vaisseaux

II - LE MUSCLE STRIÉ SQUELETTIQUE

A. La composante conjonctive

Le **corps du muscle** est entouré par du tissu conjonctif que l'on nomme **aponévrose** ou **épimysium**. Cet épimysium émet des cloisons que l'on nomme **périmysium** entourant chaque **faisceau** de muscle. Le **périmysium** émet également des cloisons qui entourent chaque **cellule musculaire = fibre** que l'on nomme **endomysium**.



B. La composante vasculaire

La composante vasculaire correspond à tout un **réseau de ramifications** qui chemine à travers la composante conjonctive (ex : artère périmysiales) pour finir par apporter un capillaire sanguin par cellule musculaire. Son rôle est très important puisqu'elle permet **d'apporter tous les besoins énergétiques à la cellule.**

C. La composante nerveuse

La composante nerveuse est de 2 types :

- **Motrice** (contraction)
- **Sensitive** (étirement)

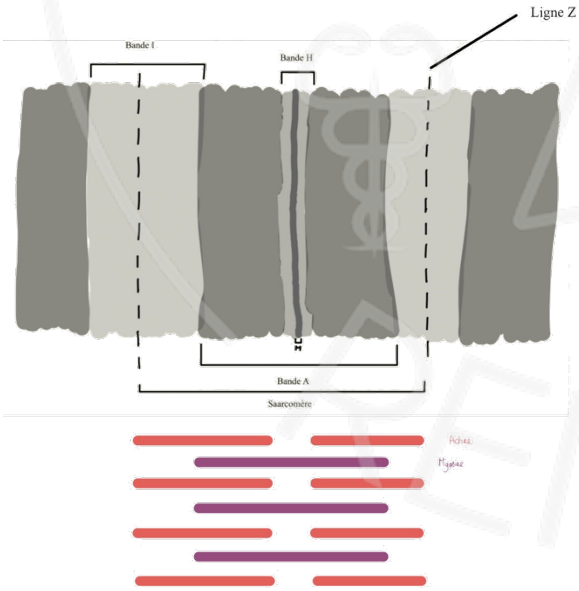
Le trajet de la composante nerveuse est similaire à celui de la composante vasculaire (elle se ramifie jusqu'à entrer en contact avec chaque cellule musculaire)

D. La composante musculaire

Du macroscopique vers le microscopique on observe :



III - LE SARCOMÈRE



Le sarcomère se situe entre deux stries Z, en allant vers l'intérieur, on a deux 1⁄2 bandes I, et une bande A au centre.

- **Myofilament de myosine :** 1,5 micromètres de longueur et 15 nanomètres de diamètre
- **Myofilament d'actine** : 1 micromètres de longueur et 5 à 8 nanomètres de diamètre

A. La Myosine

- Poids moléculaire : **520 kDa**
- **Deux chaînes lourdes** qui s'enroulent en hélice alpha associées à **4 chaînes légères**
- Le Myofilament épais de myosine occupe la **totalité de la Bande A**

B. L'Actine

- Poids moléculaire : **42 kDa**
- Les Myofilament fins sont **rattachés à la strie Z** et s'associent à ce niveau-là aux **myofilaments fins des autres sarcomères**.

C. Les autres protéines contractiles

- La **tropomyosine** : stabilise les Myofilament d'actine
- La **troponine** : 3 sous-unités
  - **T** liée à la **T**ropomyosine
  - **C** qui fixe les ions **C**alcium
  - **I** qui masque (**I**nhibe) le site de liaison à la myosine

—> Attachement des Myofilament à la strie Z et attachement des myofibrilles au sarcolemme et à la MEC :

- La **myomésine**, ou protéine M : elle relie les myofilaments entre eux au niveau de la strie M
- La **titine** : elle ancre et maintient l'alignement des filaments épais à la strie Z, et oppose une résistance à l'étirement excessif du sarcomère. Elle s'étire de la strie Z à la strie M
- La **nébuline** : elle s'entoure autour du filament fin pour guider la polymérisation de l'actine
- **L'alpha actinine** : elle assure la liaison des myofilaments fins d'actine au niveau de la strie Z
- La **tropomoduline** : elle permet de stabiliser la longueur du filament d'actine

—> Attachement du sarcomère au sarcolemme et à la MEC :

- La **desmine** : qui relie les myofibrilles entre elles et les rattache au sarcolemme ainsi qu'à l'enveloppe nucléaire. Elle forme des sortes d'échelle au niveau des stries Z des myofibrilles.
- La **dystrophine** et protéines associées : elles forment un complexe sous le sarcolemme qui permet l'ancrage des myofibrilles au sarcolemme et à la membrane basale.
- La **laminine** : elle rattache le complexe des protéines dystrophines à la MEC.

IV - LE TISSU MUSCULAIRE CARDIAQUE

Le myocarde est constitué de **trois tuniques** :

- L'**endocarde**, au contact du sang
- Le **myocarde**, qui est la tunique moyenne musculaire
- L'**épicarde**, qui est la tunique externe

Il est composé de **3 types de cellules musculaires** :

- Les **cardiomyocytes** : elles réalisent le travail musculaire, ce sont les plus nombreuses
- Les cellules **cardionectrices**
- Les cellules **myoendocrines**

A. Les cardiomyocytes

1. Morphologie

Ces cellules sont allongées avec un **aspect strié**, elles possèdent un **noyau unique et central**. Les cellules s'organisent entre elles sous forme de **colonnes parallèles**, et certains cardiomyocytes font une connexion en Y d'une file à l'autre ce qui permet une organisation 3D du muscle cardiaque.

2. Les jonctions intercellulaires

Ce sont des jonctions très visibles qui prennent la forme de marches d'escaliers, elles prennent le nom de **stries scalariformes**.

3. L'appareil contractile

- **Contraction très proche de celle du sarcomère**. Cependant, les **myofibrilles sont beaucoup moins nombreuses** dans les cardiomyocytes, elles n'occupent que 50% du cytoplasme.
- Les **mitochondries sont beaucoup plus nombreuses** : 40% du cytoplasme.
- Les **tubules T sont nombreux** et plus larges que dans le muscle squelettique
- Le **réticulum sarcoplasmique est moins développé**, les réserves de calcium sont plus faibles.

B. Les cellules cardionectrices

Les cellules cardionectrices sont des **cardiomyocytes modifiés**, dont le rôle est de **transmettre le système d'excitation et de conduction** dans les différentes régions du cœur.
Elles sont organisées **en 2 types de cellules :**

- Les cellules nodales
- Les cellules de Purkinje

Les cellules nodales sont situées au niveau du **nœud sino-auriculaire** ainsi qu'au **niveau du nœud auriculo-ventriculaire**. Ce sont des petites cellules avec un **aspect fusiforme**, **pauvres en myofibrilles** ce qui explique leur aspect sans striation. Elles ont des associations simples entre elles donc pas de stries scalariformes, et pas de tubules T. En revanche, elles **sont riches en jonction communicantes** ce qui permet la **transmission de l'onde d'excitation**.

Ce système se poursuit au niveau des **branches du faisceau de His**, puis vers les **cellules de Purkinje**. Ce sont des cellules **plus larges que les cardiomyocytes**, et elles sont **pauvres en myofibrilles** donc pas de stries non plus. Elles sont riches en **glycogène**, en **mitochondries** et en **jonctions communicantes**, ce qui permet la **transmission de l'onde d'excitation**.

C. Les cellules myoendocrines

Ces cellules sont localisées dans les **atriums**, on y observe un très grand nombre de **granules de sécrétions**. Ces sécrétions contiennent le facteur atrial natriurétique qui permet de **réguler le sodium** (homéostasie) et permet de **faire baisser la pression atriale**

V- LE TISSUS MUSCULAIRE LISSE

Il est **très répandu dans l'organisme** ; les cellules qui le composent, les **léiomyocytes**, peuvent s'organiser de deux façons : **soit isolés, soit regroupés**. Ils ont **une contraction involontaire et lente.**

A. Les léiomyocytes

C'est une cellule allongée, **fusiforme**, d'une taille variable de **30 à 200 µm**. Le noyau est central, unique et bien visible. Les **myofibrilles sont en périphérie**, et on observe une **absence de strie** (d'où le lisse). Le sarcoplasme est essentiellement périnucléaire, et **pauvre en myoglobine** : on dit que ce sont des "**muscles blancs**".

B. L'appareil contractile

L'appareil contractile de la cellule musculaire lisse est simplifié. Les myofibrilles sont constituées de **myofilaments d'actine et de myosine, qui forment un réseau en treillis**.
Les myofilaments d'actine sont formés d'**actine F** disposée en double hélice, et sont associés à d'autres protéines :

- **Tropomyosine**
- **Caldesmone**
- **Calponine**

Les myofilaments de myosine sont différents puisque les **têtes de myosines sont présentes sur toute la longueur du filament**. Ils sont **moins nombreux** : 1 filament de myosine pour 15 d'actine.

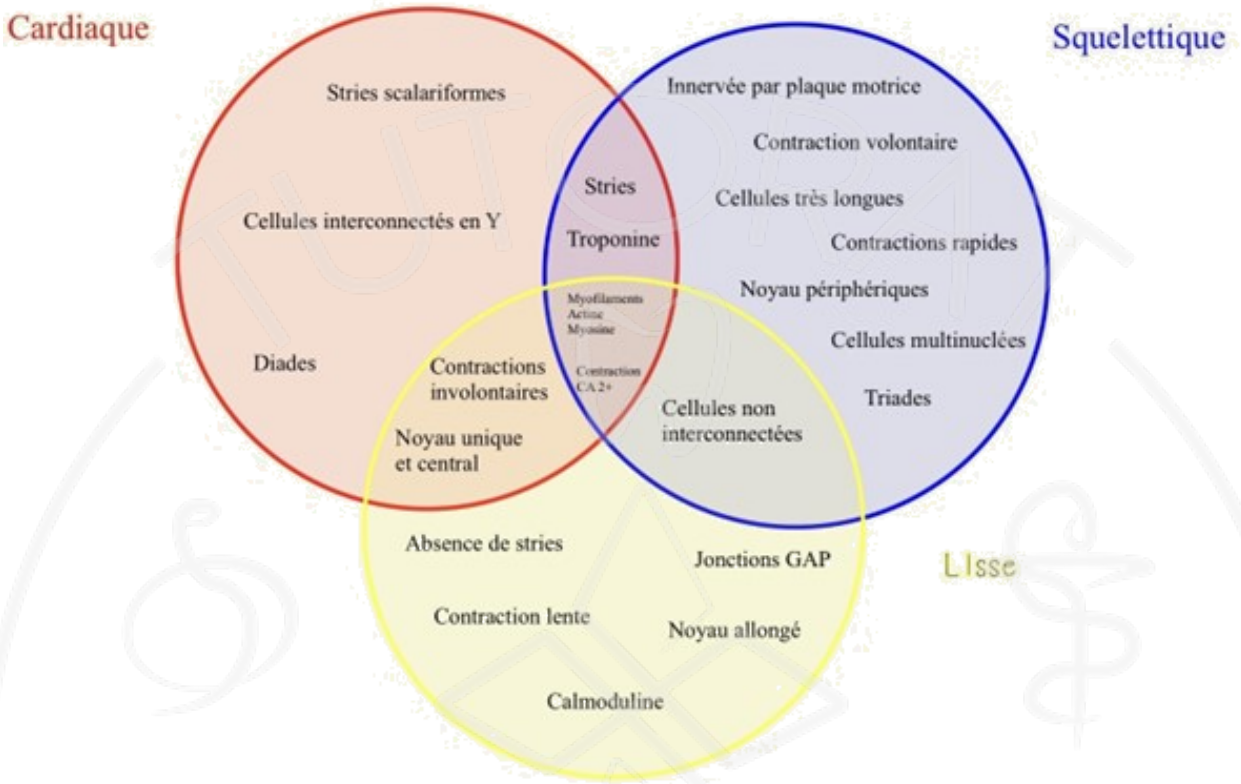
Au niveau du **sarcolemme**, on observe **trois particularités** :

- Les **plaques denses** : elles permettent l'**attachement des myofibrilles** dans la cellule
- Les **cavéoles** : ce sont des invaginations du sarcolemme, des **équivalents rudimentaires des tubules T** qui permettent la libération du calcium au voisinage des myofibrilles
- Les **jonctions communicantes** : présentes entre les cellules musculaires, permettant de **synchroniser la contraction.**

La contraction du tissu musculaire lisse est **spontanée**, c'est-à-dire indépendante de la volonté. Elle est régulée par le **système nerveux végétatif**, mais aussi par le **système hormonal**. La contraction s'observe sous la forme d'un **tonus musculaire**, un état permanent de contraction partielle qui permet par exemple le maintien de l'ouverture des vaisseaux.

On observe aussi la **contraction péristaltique**, qui peut s'effectuer en plus du tonus : on la retrouve notamment de la paroi intestinale. La contraction péristaltique correspond à la naissance et à la propagation d'un **influx nerveux spontané et périodique** le long de la musculeuse de la paroi intestinale.

VI- SCHÉMA RÉCAPITULATIF



NOTES PERSONNELLES

LES TISSUS NERVEUX

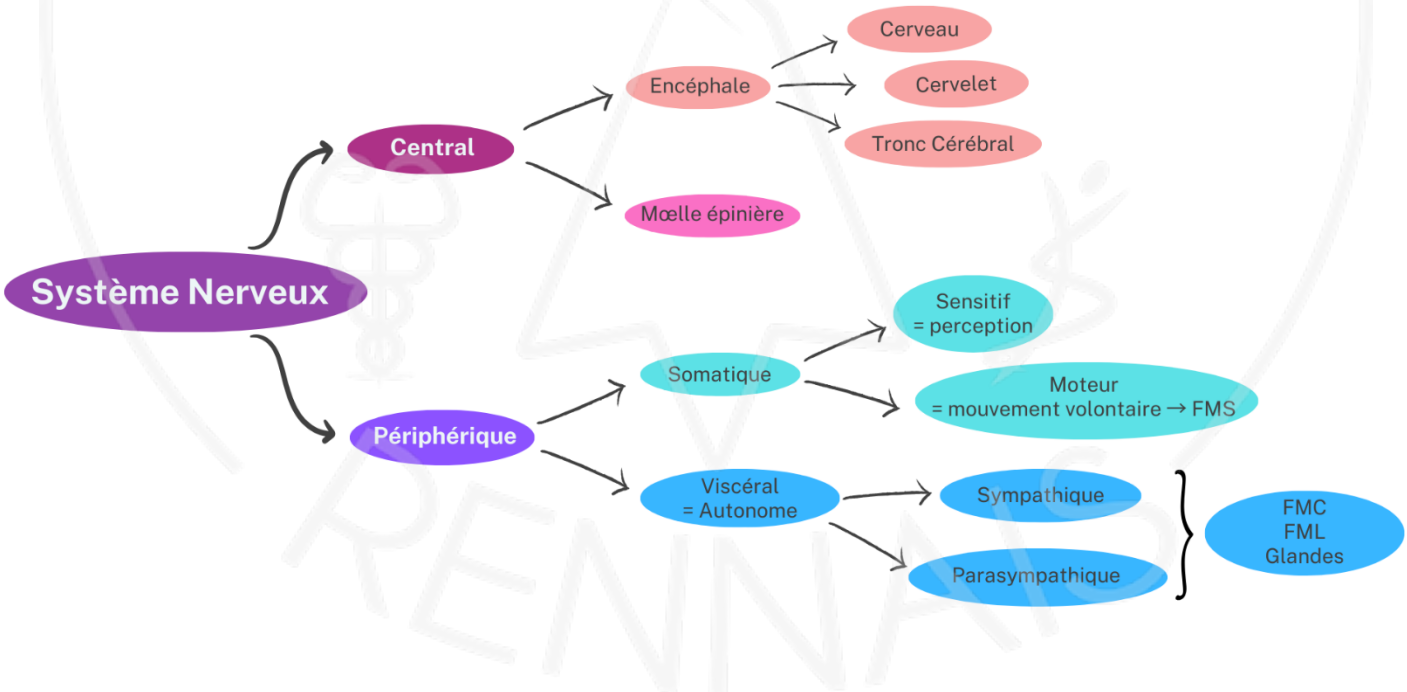
PARTIE 1 : NEURONES

I - Introduction générale sur les tissus nerveux

Le **SNC (Système Nerveux Central)** contient **l'encéphale** (cerveau, cervelet, tronc cérébral) et la **moelle épinière**.

Le **SNP (Système Nerveux Périphérique)** est destiné aux **membres et aux viscères**. Il comprend les **fibres nerveuses** (axones et dendrites) les **terminaisons nerveuses et corps cellulaires** situés **en dehors du SNC** (ganglions). Il est composé du :

- SN somatique comprenant lui-même :
  - Le SN sensitif (perception)
  - Le SN moteur (mouvements volontaires : effecteurs muscles squelettiques).
- SN autonome (viscéral) : maîtrise les organes et tissus (muscles lisses, muscle cardiaque, glandes) sous contrôle indirect des
  - SN sympathique
  - SN parasympathique



Tissus nerveux = cellules **nerveuses** (**neurones**) + **cellules de soutien** (**cellules gliales**).

Les tissus nerveux sont **ubiquitaires** (c'est-à-dire présents partout dans l'organisme) et sont spécialisés dans la **réception**, le **traitement**, le **stockage** et le **transport de l'information** afin d'apporter une réponse **adaptée** et **coordonnée**.

II - Les Neurones

Généralités et structure

Ils possèdent tous :

- Un **prolongement cellulaire**
- Des **synapses** (jonctions inter-cellulaires)

Les neurones sont estimés à plus de **50 milliards** dans le système nerveux.

Ils ont une structure en **3 parties** :

Les dendrites

On parle **d'arborisation dendritique.** Les dendrites sont recouvertes d'épines dendritiques qui reçoivent des stimuli d'autres neurones et les transmettent au corps cellulaire.

Le corps cellulaire ou soma

Partie centrale généralement polygonale (5 à 150 microns). Il contient :

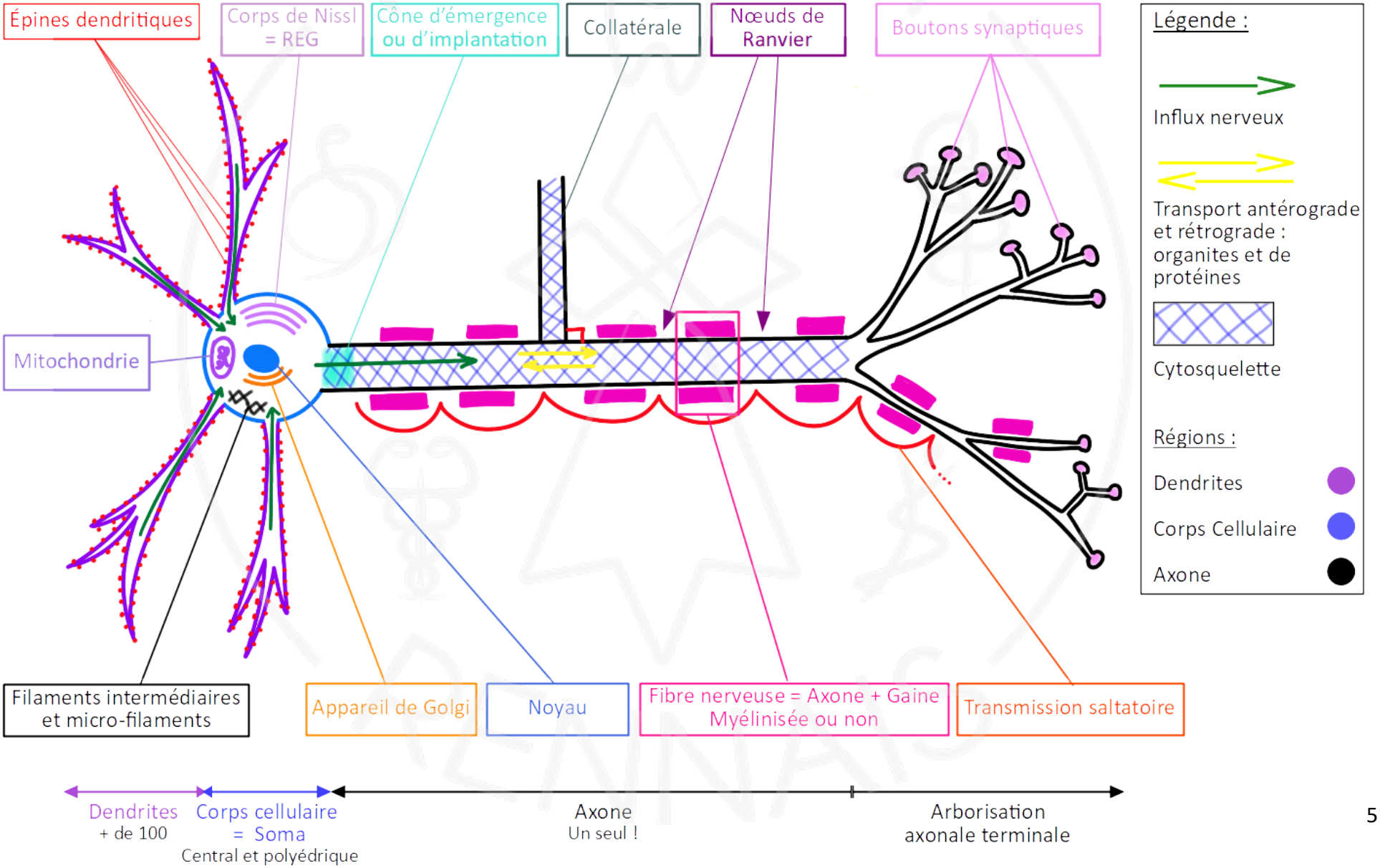
- Le noyau : central, nucléole bien visible, chromatine dispersée (synthèse protéique +++)
- Le cytoplasme : dans la zone périnucléaire (péricaryon) on y trouve : le RE Granuleux sous forme d'amas = **corps de Nissl,** les corps golgiens, mitochondries, cytosquelette.

L'axone

Il est **UNIQUE**. Mais possède des terminaisons multiples chacune se terminant par un **bouton synaptique.**
Il naît du soma au niveau du **cône d'implantation :** il conduit l'influx nerveux du corps cellulaire vers les synapses (unidirectionnel)
Il est aussi le siège d'un **transport bidirectionnel** des nutriments et organites :

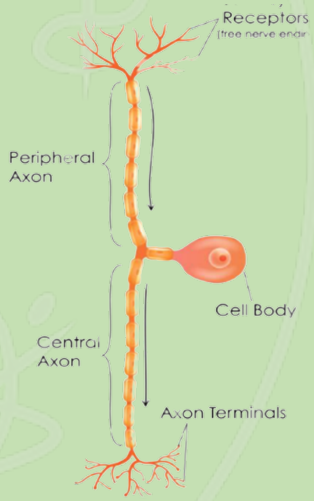
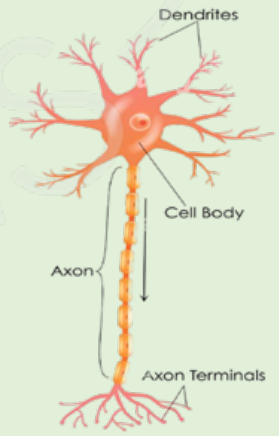
- Depuis le corps cellulaire vers l'extrémité : **Antérograde**
- Depuis l'extrémité vers le corps cellulaire : **Rétrograde**

NEURONE

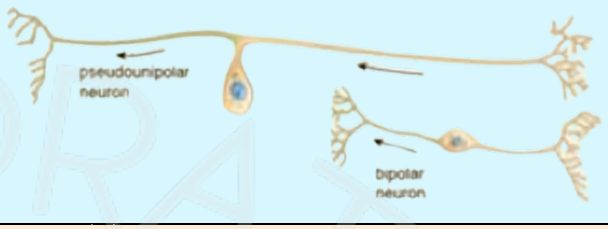
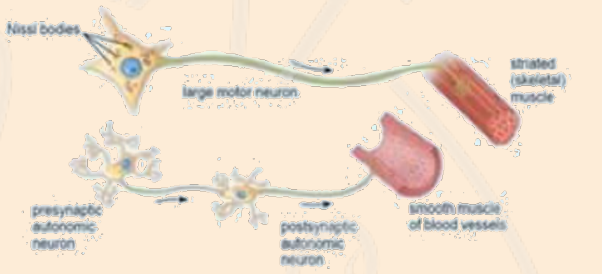

Épines dendritiques
Corps de Nissl = REG
Cône d'émergence ou d'implantation
Collatérale
Nœuds de Ranvier
Boutons synaptiques
Légende :
Influx nerveux
Transport antérograde et rétrograde : organites et de protéines
Cytosquelette
Régions :
Dendrites
Corps Cellulaire
Axone
Mitochondrie
Filaments intermédiaires et micro-filaments
Appareil de Golgi
Noyau
Fibre nerveuse = Axone + Gaine Myélinisée ou non
Transmission saltatoire
Dendrites
+ de 100
Corps cellulaire
= Soma
Central et polyédrique
Axone
Un seul !
Arborisation axonale terminale

B. Classification des neurones

Selon la morphologie

	Localisation	Morphologie	Schéma
Bipolaires	Structures sensorielles : • Rétine • Épithélium olfactif • Système vestibulaire et auditif	Axone unique qui émerge d'un côté du corps cellulaire	
Pseudo Unipolaires	Ganglions sensoriels des nerfs crâniens et spinaux	Axone unique court qui se divise non loin du corps cellulaire	
Multipolaires	Les plus répandus	Nombreuses dendrites et un axone long	

Selon la fonction

Neurone	Sens de l'information	Fonction	Schéma
Neurones sensitifs	Afférents	Reçoivent des infos des récepteurs sensoriels et les transmettent au SNC	
Neurones moteurs	Efférents	Conduisent les infos du SNC aux effecteurs (muscles, glandes…)	
Interneurones		Etablissent des connexions entre les neurones au sein des circuits neuronaux	

Les synapses

Zones de contact spécialisées dans la transmission de l'influx nerveux entre 2 cellules :

- Synapse **électrique**
- Synapse **chimiques** (+ répandues) : permettent à une information électrique de passer d'une cellule à l'autre grâce à des neurotransmetteurs.

Elles peuvent être : axo-dendritiques, axo-somatiques ou axo-axoniques

D. Propriétés principales des neurones

- **Excitabilité**, **Réception, Intégration et Traitement**, **Conductibilité**, **Communicabilité**. (ERITCC)

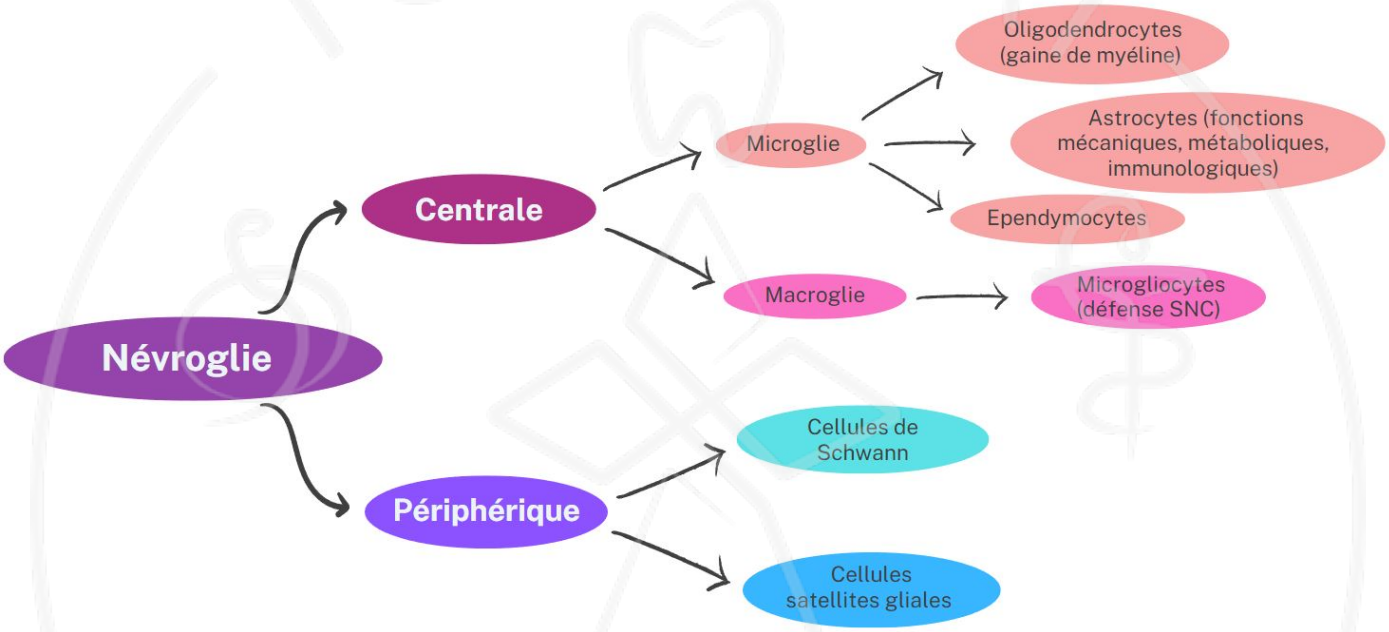
PARTIE 2 : TISSU GLIAL

I – Généralités

Plusieurs origines pour les cellules gliales :

- **Neurones et la macroglie** : dérivent du **neurectoderme**
- **Microglie** : dérive du **mésoderme**

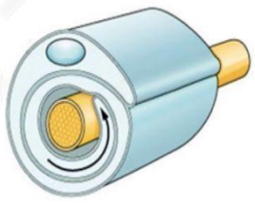
On distingue les cellules de :



II - Le SNP

Cellules de Schwann

Principale cellule gliale du SNP.
Les cellules de Schwann **myélinisantes** s'enroulent autour des axones des neurones moteurs et sensoriels pour former la **gaine de myéline**. (Elle n'est pas forcément myélinisante).
Elles interviennent dans la conduction, le développement/régénération, nutrition, production de MEC nerveuse, modulation synaptique et la présentation d'antigènes aux LT.



Cellule satellite gliale

Elle recouvre la **surface des corps cellulaires** neuronaux localisés dans les **ganglions du SNP.** Elles possèdent de multiples rôles similaires aux Astrocytes (nutrition, protection etc..).

Autres cellules gliales du SNP

- Les **cellules enveloppantes olfactives**
- Les **cellules gliales entériques**
- La **glie des terminaisons nerveuses sensorielles**

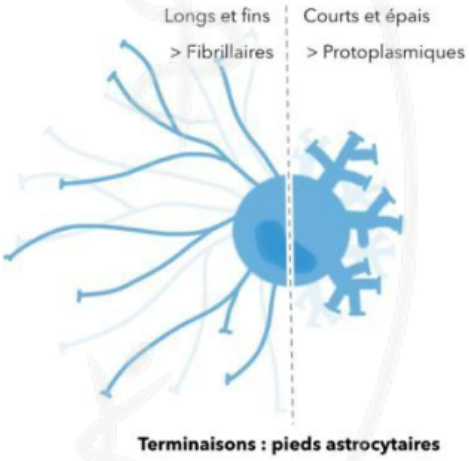
III – SNC

Astrocytes

- Les plus nombreuses, cellules étoilées pourvues de prolongements ramifiés qui terminent sur des capillaires formant les **pieds périvasculaires.**
- Se situent dans la substance blanche (**astrocytes fibreux**) et la substance grise (**astrocytes protoplasmiques**)
- Ils sont capables de **proliférer** chez l'adulte : impliqués dans développement de tumeurs et de réparations de lésions
- Présence de **protéines gliales fibrillaire acide** (GFAP) dans leur cytoplasme.

Fonctions :

- **Support neuronal :** contrôle les échanges, nutrition
- **Synapse :** limitent la propagation des neurotransmetteurs pour limiter leur action
- **Environnement neuronal :** Barrière hémato-encéphalique grâce aux pieds périvasculaires.



Distinction astrocytes fibreux/protoplasmiques :

- Fibreux : expansions longues, peu ramifiées (gauche)
- Protoplasmiques : expansions courtes et larges (droite)

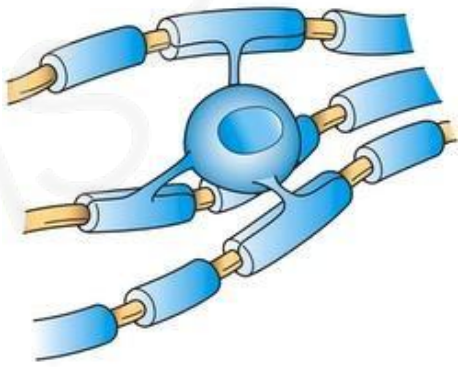
Oligodendrocytes

Localisation :

- Substance blanche = oligodendrocytes **interfasciculaires**
- Substance grise = oligodendrocytes **satellites**

Les plus nombreuses de la substance blanche :

- **Myélinisation** des axones du SNC, isolation électrique.
- 1 oligodendrocyte myélinise **PLUSIEURS** axones (40 à 50).
- Forme les **nœuds de Ranvier** (intervalles sans myéline entre 2 gaines).



Microgliocytes

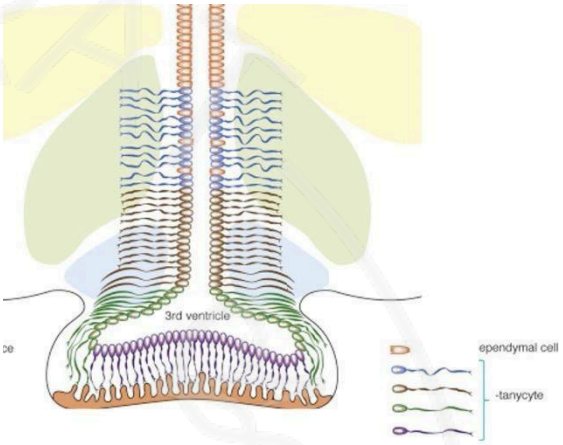
- Font partie du système **Monocyte-Macrophage** dans le SNC, elles le protègent des micro-organismes et des virus. Capables de **phagocytose.**
- Présentent dans la SG et la SB,
- Elles sont présentatrices d'antigènes.

Épendymocytes

- Cellules cubiques/cylindriques ciliées bordant les **cavités ventriculaires** et le **canal de l'épendyme**
- Reliées par des jonctions cellulaires laissant passer les molécules de petite taille afin de permettre les échanges entre le LCS et le parenchyme. (Hormones, neuromédiateurs).
- Elles assurent **la synthèse, circulation** du LCS et son absorption par les microvillosités apicales.

Il existe plusieurs formes d'épendymocytes :

- **Les tanycytes :**
  - Plancher du **3ème ventricule.**
  - Présentent des **microvillosités.**
  - Prolongements basaux vers les capillaires du parenchyme pour drainer les substances chimiques du LCR vers le système **porte hypophysaire.**
  - Rôle dans le contrôle de la production d'hormones par **l'hypophyse antérieure**



- **Épendymocytes des plexus choroïdes :**
  - Cubiques, présentent des microvillosités au pôle apical, replis au pôle basal = contact avec **capillaires fenêtrés de l'axe des villosités choroïdiennes.**
  - **Production et Sécrétion** du LCS.
  - Participent à la formation de la **barrière sang-LCS**

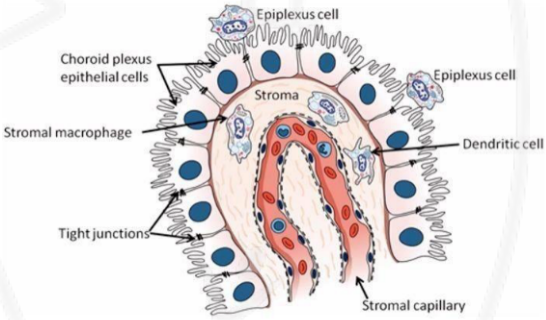
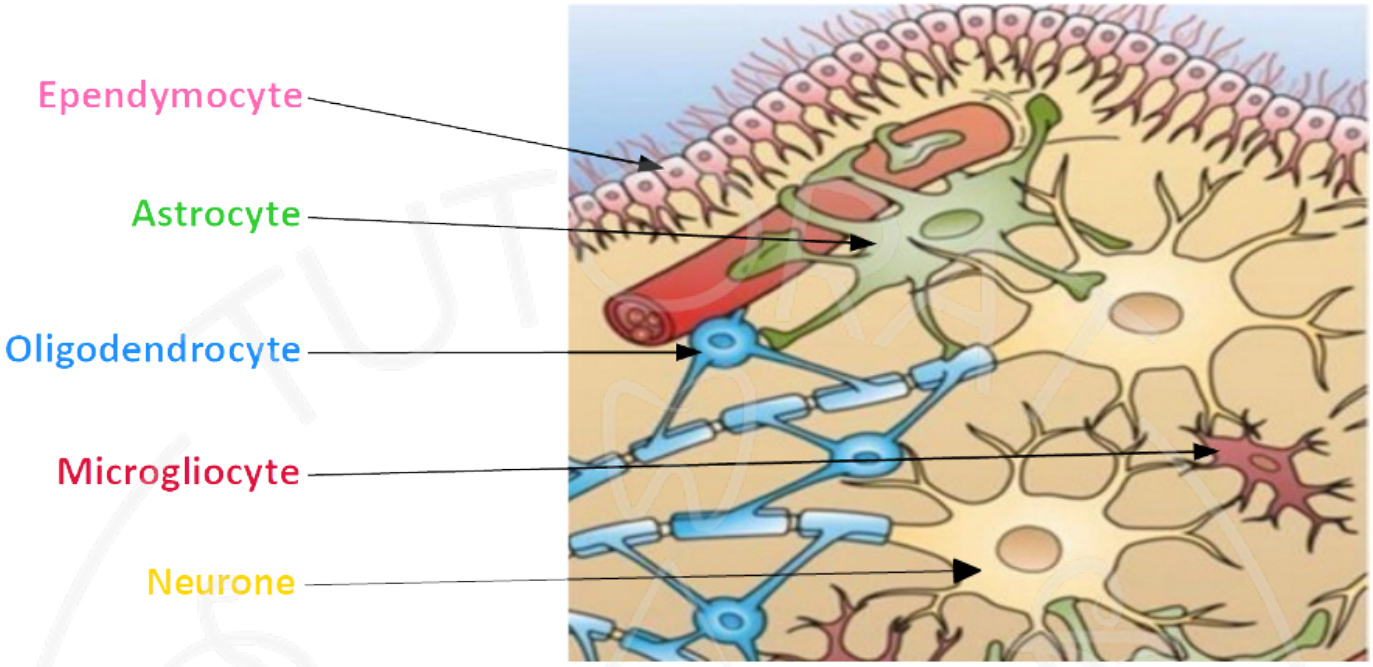


Schéma Récapitulatif :



Plexus choroïdes et LCS

Plexus choroïdes :

- Structures au niveau de la paroi des ventricules synthétisant le **LCS.**
- Les **villosités** sont formées de **tissu conjonctif lâche** contenant un système ramifié de **capillaires fenêtrés**.
- Revêtement de surface : **épithélium cubique simple**.

Barrière sang-LCS :

- Entre le **compartiment sanguin des capillaires des plexus choroïdes** et le **LCR**.
- Plus perméable que la barrière hémato-encéphalique.
- Elle est composée de :
  - **Endothélium** capillaire fenêtré
  - **Membrane basale** continue de l'endothélium capillaire
  - **Membrane basale** continue des cellules épithéliales choroïdiennes
  - **Cellules épithéliales** choroïdiennes avec des **jonctions serrées**
- Fonctions :
  - **Protection** du parenchyme cérébral.
  - **Transport sélectif** de substances **vers le LCS.**

Le Liquide Cérébro-Spinal :

- Synthétisé au niveau des plexus **choroïdes** à partir du sang par sécrétion **active de Na+** dans le LCR mais aussi par le **passage passif** d'eau depuis les capillaires.
- Présent dans les **ventricules**, l'espace **sous-arachnoïdien** et le **canal rachidien.**

- **Débit constant :** il est réabsorbé par le **système veineux** au niveau du **sinus sagittal** supérieur à partir de **l'espace sous-arachnoïdien** par l'intermédiaire des **villosités arachnoïdiennes (granulations de Pacchioni).**
- **Composition :**
  - Liquide clair/incolore **100 à 150 ml**
  - **99%** d'eau
  - Production de **450 à 500 ml par 24h**
- **Fonctions :**
  - Protection mécanique
  - Rôle métabolique

PARENCHYME NERVEUX

I -SNC

- **Substance blanche = conduction**
  - Axones myélinisés et cellules gliales
- **Substance grise = intégration des informations**
  - Cellules gliales et corps cellulaire des neurones
  - Synapses

Dans l'encéphale

- SG périphérique et SB au centre
- **La SG** : c'est là que se regroupent les corps cellulaires neuronaux pour former 2 types de structures :
  - Le **cortex** (= périphérie des lobes du cerveau et du cervelet : organisé en couches)
  - Les **noyaux** (= structure profondeur de l'encéphale ; ayant la forme d'un noyau)

Le cerveau

La **SG est périphérique** = cortex cérébral à 6 couches : sillons et circonvolutions en surface. Il y a 5 types de morphologies de neurones.

La **SB est centrale**, il y a des fibres afférentes et efférentes au cortex.

Le cervelet = 2 hémisphères + vermis

SG : périphérie, circonvolutions ramifiées en forme de feuilles

SB : centrale

Le cortex cérébelleux comprend 3 couches :

- **Couche moléculaire** (externe) : surtout des dendrites et des neurones de Purkinje.
- **Couche des neurones de Purkinje** : corps cellulaires volumineux, axone descend dans la SB en traversant la couche granulaire.
- **Couche granulaire (interne)** : Petits neurones, axones qui remontent dans la couche moléculaire et font synapse avec les dendrites des neurones de Purkinje.

Le bulbe et la protubérance annulaire

SB : centrale et majoritaire, zone de passages des axones ascendants et descendants longitudinaux pour le bulbe et la partie inférieur du TC mais longitudinales ET transversales pour la protubérance et la partie moyenne du TC.

SG : périphérique, corps cellulaires de neurones regroupés en noyaux.

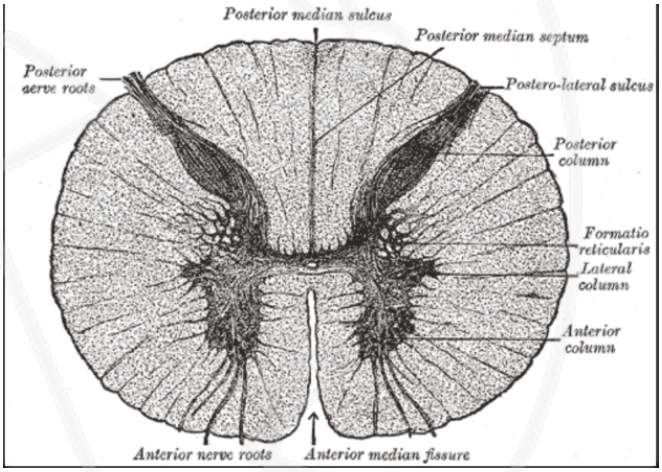
B. La moelle épinière

SG : Dans les cornes antérieures on trouve les volumineux corps cellulaires des **motoneurones** tandis que dans les cornes postérieures on retrouve des petits **neurones sensitifs/interneurones**. Enfin dans les cornes latérales il y a des neurones sympathiques efférents préganglionnaires. Le volume de la SG est plus important dans les **régions cervicales et lombaires** : innervation des membres.

SB : La SB postérieure contient les fibres **ascendantes sensitives**. La SB ventrolatérale contient aussi les **fibres ascendantes sensitives** mais aussi **descendantes motrices**. Le volume de la SB augmente depuis la région sacrée jusqu'à la région cervicale. (Augmentation du nombre de fibres)

Coupe transversale :

- Sillon **ventral médian** très profond
- Sillon dorsal médian petit
- Canal de l'épendyme au centre contenant le LCS, bordé par les épendymocytes
- **Sillon dorsolatéral** : entrée des racines nerveuses sensitives.
- **Sillon ventrolatéral** : sortie des racines nerveuses motrices.



II - SNP

Il y a une organisation en nerfs et ganglions nerveux cela permet la communication entre **SNC** et **organes/tissus** de l'organisme

Nerfs périphériques : crâniens et spinaux

Myélinisés

1 axone est entouré par la membrane plasmique de la **cellule de Schwann**. Elle est interrompue au niveau des **nœuds de Ranvier**. Cette gaine augmente la vitesse de conduction des influx nerveux par rapport aux fibres sans gaine de même calibre.

1 cellule de Schwann = 1 axone

Non myélinisés

1 ou plusieurs axones logés dans les gouttières d'une cellule de Schwann

Tissu conjonctif

3 gaines de tissu conjonctif :

- **Épinèvre** : recouvre l'intégralité du nerf
- **Périnèvre** : sépare les axones en faisceaux
- **Endonèvre** : entoure axones et cellules de Schwann

B. Ganglions nerveux

Ils contiennent de **petits amas de corps cellulaires** de neurones situés en dehors du SNC.
Au sein des ganglions nerveux il y a les **ganglions spinaux** qui contiennent les corps des neurones sensitifs primaires, pseudo-unipolaires. Il y a aussi les **ganglions autonomes** : sympathique et parasympathique qui sont dans ou à proximité des organes effecteur

PARTIE 4 : LES MÉNINGES

I – Généralités

Les méninges = tissus qui vont recouvrir le **cerveau et la moelle épinière**. Rôle de protection.

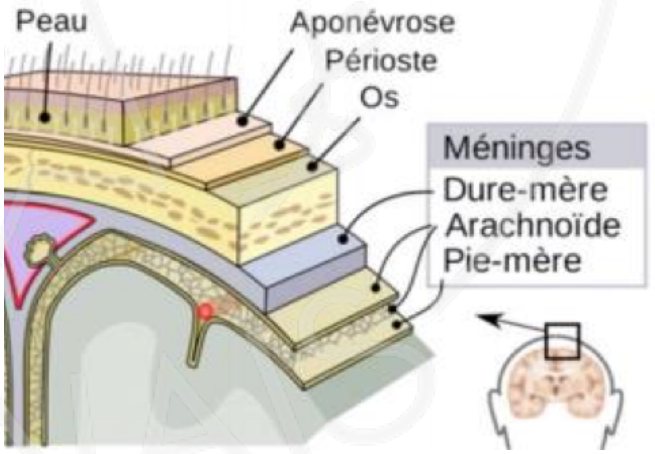
3 couches :

- **La pachyméninge** : d'origine mésoblastique, dont la couche est la dure mère.
- **La leptoméninge** : d'origine ectoblastique, composé de l'arachnoïde et la pie mère.

On observe sur ce schéma les 3 couches de méninges : la **dure mère, l'arachnoïde, et la pie mère.** Elles se situent directement sous l'os.

Il existe, entre ces différentes membranes, des **espaces :**

- L'espace **sous-arachnoïdien** : Entre la pie mère et l'arachnoïde. On y trouve les veines cérébrales.
- L'espace **sous-dural** : localisé entre l'arachnoïde et la dure mère.
- L'espace **péridural** : localisé entre la dure mère et le canal vertébral (rachis).



1. La dure-mère

Tissu conjonctif dense qui va contenir du collagène, de l'élastine, et également des sinus veineux.

- Au niveau du **crâne**, elle se confond avec le **périoste**. Elle est traversée par les villosités arachnoïdiennes qui réabsorbent le **LCS.** Elle est séparée de l'arachnoïde par l'espace sous-**dural**. (Virtuel). Elle est composée de **2 lamelles**, qui vont délimiter l'espace **épidural.**

- Au niveau du **canal vertébral,** elle est séparée du périoste par l'espace **péridural**. La dure mère constitue le **sac dural** qui s'organise en **1 SEULE couche.**

Les **sinus veineux duraux** (= cérébraux) vont être localisés entre les deux lamelles, ces sinus recevant le sang des veines cérébrales.

La dure mère forme des cloisons :

- La **tente du cervelet** : elle délimite 2 loges.
- La **faux du cerveau** : va séparer sagittalement les deux hémisphères cérébraux
- La **faux du cervelet va** séparer les deux hémisphères cérébelleux.
- La **tente de l'hypophyse va** recouvrir la selle turcique.

2. L'arachnoïde

- Couche fibreuse avasculaire. Ces fibres s'étendent à travers l'espace sous arachnoïdien jusqu'à se fixer à la pie mère. L'arachnoïde ne tapisse pas le cerveau dans les sillons.
- Elle est localisée entre la dure mère et la pire mère en position intermédiaire.
- L'espace **sous-arachnoïdien** contient des vaisseaux sanguins du SNC, et du **LCS**. Les villosités arachnoïdiennes réalisent des **protubérances** qui traversent la dure mère vers les veines du cerveau afin de permettre au LCR de sortir de cet espace et entrer dans le sang.

3. La pie mère

- Enveloppe méningée mince, translucide, forme un maillage couvrant la **quasi-totalité de la surface du cerveau,** épouse tous les sillons.
- Elle est traversée par des vaisseaux **sanguins** qui irriguent le parenchyme cérébral.
- Elle est composée de fibres de collagène, de fibres élastiques, et de fibroblastes. Elle est séparée des astrocytes par la lame basale.

II - La barrière hémato-méningée/hémato encéphalique

- Barrière **semi perméable** et **hautement sélective**. Elle assure la **protection du cerveau** contre certaines substances nocives.
- Elle empêche les solutés dans le sang, de traverser de manière non sélective et de se retrouver au niveau du liquide extra-cellulaire du SNC où résident les neurones. Et participe au maintien de l'**environnement biochimique et métabolique** des neurones.
- Elle est composée de **cellules endothéliales** de la paroi capillaire (non fenêtrée), des pieds des **astrocytes** qui enveloppent le capillaire, des **péricytes** et de la membrane basale des capillaires.
- Molécules qui diffusent de manière passive : molécules essentielles au fonctionnement cérébral, mais aussi des toxiques (alcool)
- Des éléments transportés de manière sélective : nutriments, ions, anions organiques, les macromolécules comme le glucose, l'eau, les AA

NOTES PERSONNELLES

TISSU CIRCULANT

I - GENERALITES

A. Définitions

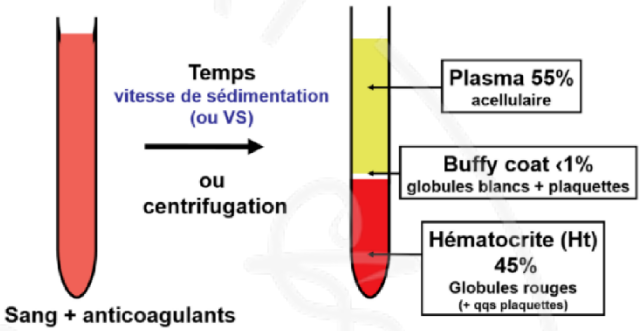
Sang = Tissu fluide : cellules en suspension dans le plasma. Il circule à raison de **5/6 L chez l'adulte**.

1. Les prélèvements sanguins

Avec des anticoagulants

Dans un tube qui contient **des anticoagulants**. On obtient après centrifugation :

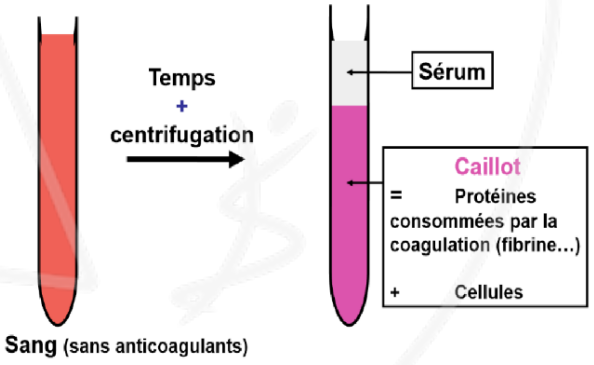
- En haut : plasma (55%) : liquide acellulaire
- Au milieu : le **buffy coat** (<1%, GB + plaquettes)
- En bas : hématocrite (45%) : GR → % de volume sanguin qui est composé de ces GR



Sans anticoagulants

Sang dans un tube **sans anticoagulant** : on obtient, après centrifugation :

- Caillot = Cellules sanguines agrégées ensemble par les protéines de la coagulation = au fond du tube
- Au-dessus il y a le sérum.



B. Méthodes d'étude du tissu sanguin circulant

2 techniques majeures :

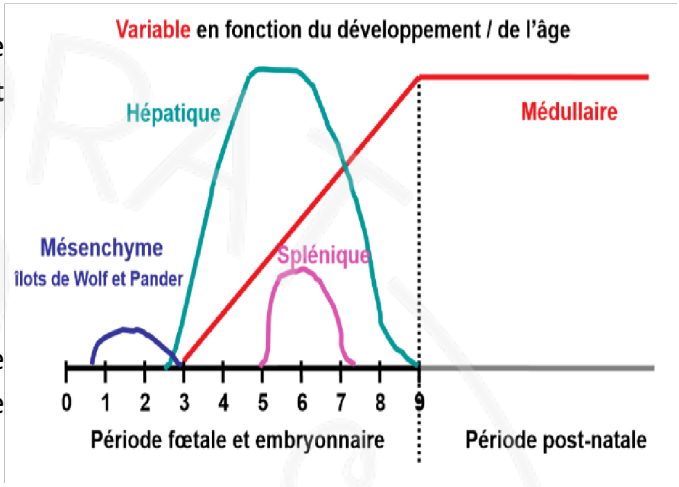
- **Le frottis** = étalement d'une goutte de sang sur une lame en verre, **colorée au MGG** (May-Grünwald Giemsa) = observation de la morphologie des cellules
- **La NFS** (numération formule sanguine) =
  - La **numération** : comptages des différentes populations cellulaires et paramètres quantitatifs
  - La **formule sanguine** : comptage des différents sous-types de leucocytes et leur proportions respectives

C. Hématopoïèse

L'hématopoïèse = combinaison de la **myélopoïèse** et de la **lymphopoïèse**

L'hématopoïèse a lieu à des endroits différents au cours de la vie :

- Du **1er au 3ème mois du développement :** Origine **mésenchymateuse** avec formation **d'îlots de Wolf et Pander**
- Entre le **2è et le 3è mois : hépatique**
- Entre le **5è et 7è mois** : **splénique**
- A partir du **3è mois** dans la **moelle rouge**, cette localisation deviendra la **seule localisation** de l'hématopoïèse pendant la **période post-natale**.



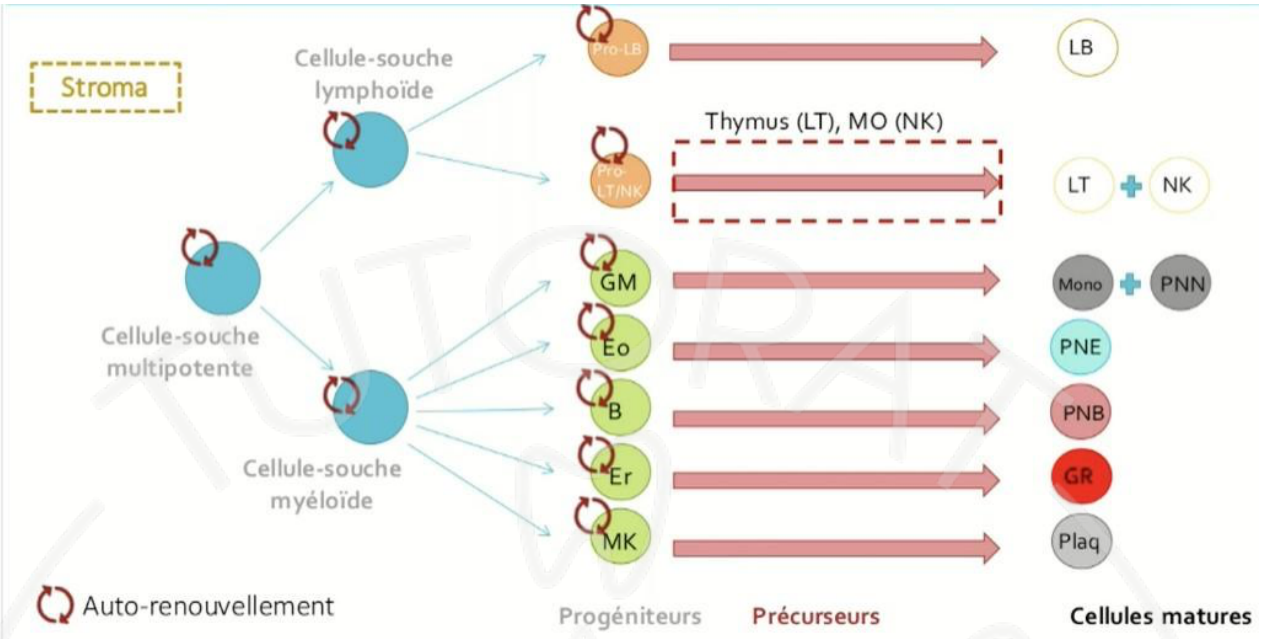
D. Organisation de la moelle rouge

Stroma : **tissu conjonctif lâche, réticulé.** Permet la **régulation et le maintien de l'hématopoïèse**, vascularisation importante par des **capillaires sinusoïdes :**

- Les cellules endothéliales ne sont **pas jointives**, lame basale discontinue = permet le passage de cellules dans le sang
- Cellules stromales : fibroblastes, ostéoblastes et ostéoclastes, adipocytes…

E. Organisation générale de l'hématopoïèse

- Dans la moelle osseuse, les **cellules souches** (CS) **multipotentes** peuvent donner naissance à **toutes les populations cellulaires sangu**ines + capacité d'**auto-renouvellement.**
- Ces CS multipotentes permettent, sous l'influence de facteurs, **la formation de cellules souches pluripotentes** :
  - De **CS lymphoïdes**
  - De **CS myéloïdes**
- Ce sont toujours des CS car elles peuvent toujours s'auto-renouveler, et donner naissance à plusieurs types cellulaires. Elles donnent naissance à des progéniteurs qui peuvent s'auto-renouveler mais ne sont plus des CS car ils sont déjà engagés dans une voie de différenciation.
- Ces progéniteurs peuvent donner des **précurseurs**, engagés dans un processus de maturation irréversible qui leur permet d'acquérir leurs capacités fonctionnelles.
- Cela s'effectue dans la moelle osseuse sauf pour les lymphocytes T = dans le thymus
- L'hématopoïèse est sous le contrôle de multiples facteurs de croissance, qui vont contrôler la prolifération et la différenciation des CS et des progéniteurs.



F. Méthode d'étude de l'hématopoïèse

Technique	Myélogramme	Biopsie Ostéo-Médullaire
Procédé	Ponction sternale ou iliaque de moelle osseuse	Prélèvement d'une carotte osseuse dans la crête iliaque
Risque	Pas de risque hémorragique	Risque hémorragique
Etude	Pas de conservation de l'architecture tissulaire : étude cytologique	Permet d'étudier l'hématopoïèse dans son environnement : étude histologique

II - LIGNÉE ÉRYTHROCYTAIRE

- **Aspect :** disque biconcave
- **Nombre :** 4 à 6 $.10^{12}$ par litre soit 4 à 6 $.10^{6}$ par mm^3
- **Rôle :** sert au transport de l'O_2 aux tissus et du CO_2 par l'hémoglobine.
- **Durée de vie** : 120 jours
- Elles possèdent un cytoplasme **acidophile**, **pas d'organite** cytoplasmique, **pas de noyau.**
- Cytosquelette très développé, le GR pourra se déformer, pour passer dans des vaisseaux sanguins de diamètre < 7 µm.

Constantes érythrocytaires :

Hématocrite = nombre de GR / L.
VGM (Volume Globulaire Moyen) : (hématocrite)/ (nbre GR) : **80 à 100 µm^3.**

- Diminution : **microcytose**
- Augmentation : **macrocytose**

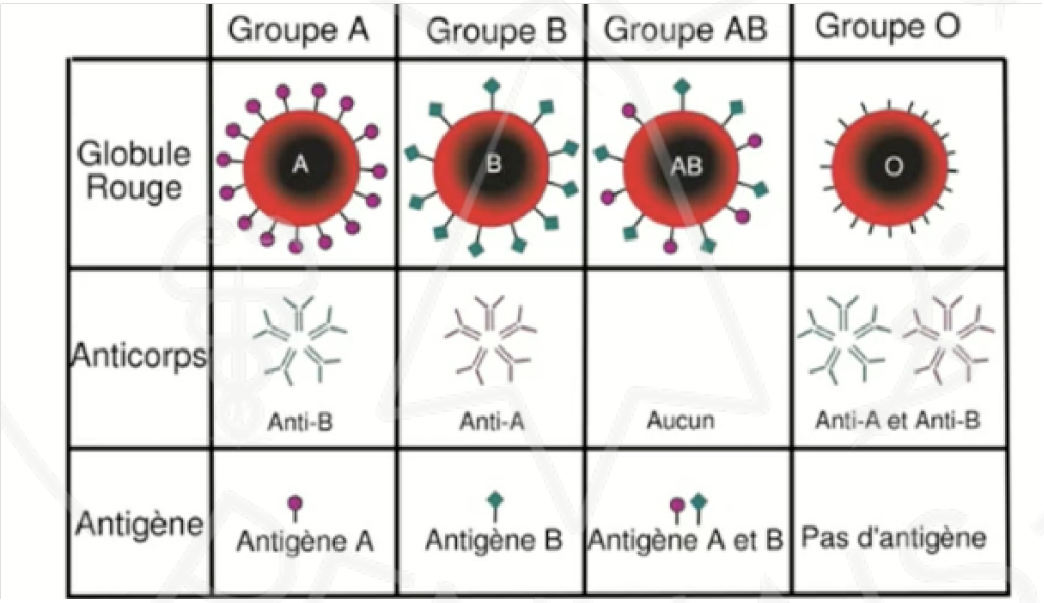
TCMH (**T**eneur **C**orpusculaire **M**oyenne en **H**b) = taux d'hémoglobine / hématocrite

32% d'hémoglobine dans l'érythrocyte

- L'hémoglobine possède une structure protéique constituée de 4 sous-unités de globine identiques 2 à 2 et l'hème
- La membrane érythrocytaire comporte de nombreuses **glycoprotéines** (GP), qui sont les déterminants du groupe sanguin.

CS myéloïdes -> progéniteurs CFU-E -> action de l'EPO -> précurseurs qui synthétisent de l'hémoglobine, avec du fer + vit B12 -> réticulocyte (jeune érythrocyte qui a encore ses organites, (ponctuations bleues au frottis sanguin coloré au bleu de Crésyl) -> érythrocyte mature (sans organites)

Il est détruit dans la rate, moelle osseuse ou le foie



Les anémies

Trouble hématologique le + fréquent

Taux d'Hb < 13 g/dL chez l'homme et < 12 g/dL chez la femme

- Taux de réticulocytes élevé = érythropoïèse intense. La moelle est fonctionnelle et produit des GR pour compenser une perte (hémorragie, hémolyse) : anémie **régénérative**
- Taux de réticulocytes bas : La moelle osseuse n'est pas capable de répondre à la baisse du taux d'hémoglobine. (Plus de progéniteurs/ pas assez d'EPO/plus assez de matières premières pour synthétiser les constituants des précurseurs. Anémie **arégénérative**

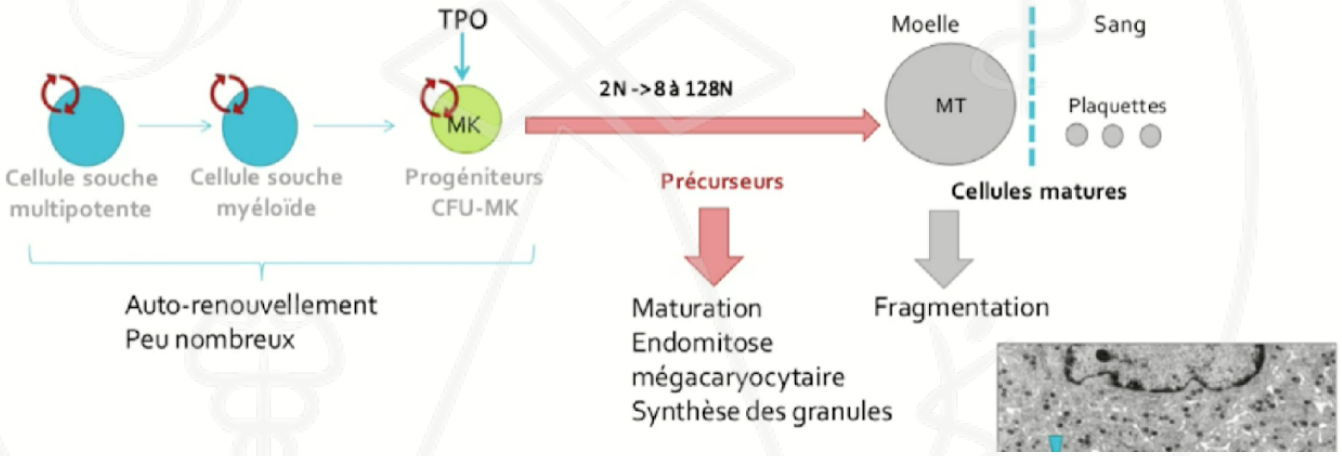
III - LIGNÉE PLAQUETTAIRE

- **150 à 400.10^9**par litre (**150 à 400 .10^3** par mm^3)
- Fragments de cytoplasme → elles sont **anucléés**
- **Peuvent prendre différentes formes** : discoïde au repos/Étoile actives
- Possèdent des granulations contenant des **facteurs de coagulation** et du **calcium**.
- **Cytosquelette développé** permettant l'hémostase, l'agrégation et l'adhésion des plaquettes à l'endothélium.
- Durée de vie de **10 à 15 jours**

Thrombopoïèse

CS myéloïdes -> progéniteurs CFU-MK -> multiplication sous l'action du TPO -> stade mégacaryoblaste -> endomitoses mégacaryocytaires -> mégacaryocytes thrombocytogènes (cellules géantes contenant chacune plusieurs copies de leur matériel génétique) -> fragmentation du cytoplasme -> plaquettes -> envoyées dans la circulation sanguine.

Elles sont stockées dans la rate.



IV - LEUCOCYTES (LIGNÉE GRANULEUSE + LYMPHOCYTES)

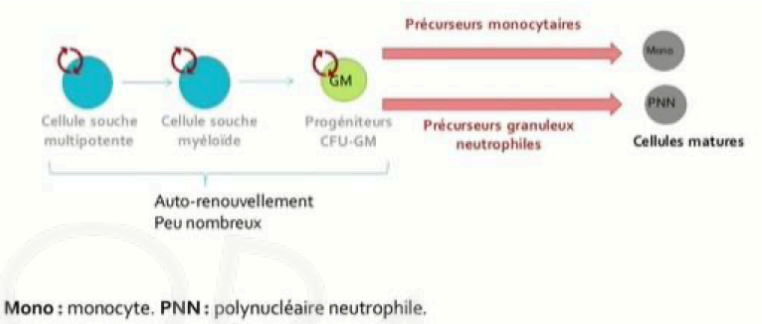
IV - Lignée granuleuse = PNN, PNE, PNB, mastocytes

A- Les polynucléaires neutrophiles

- **2,5 à 7,5 x 10^3** par mm^3 (SI : **2,5 à 7,5 x 10^9** /L), **25 à 75%** des leucocytes
- **Noyau unique polylobé**, ils contiennent **deux types** de granulations :
  - **Granulations azurophiles** : contiennent des enzymes
  - **Granulations neutrophiles :** substances antibactériennes
- Il existe deux populations de polynucléaires neutrophiles : une **circulante** et une **marginée**
- Ils jouent un rôle dans la **défense antibactérienne** :
  - Le PNN ont des récepteurs capables de phagocyter les bactéries. Les enzymes du lysosome libérées dans le phagolysosome permettent de lyser la bactérie.

CS myéloïdes -> progéniteurs CFU-GM -> peuvent s'engager dans deux voies de différenciation :

- Précurseurs monocytaires qui donneront les monocytes
- Précurseurs des granuleux neutrophiles

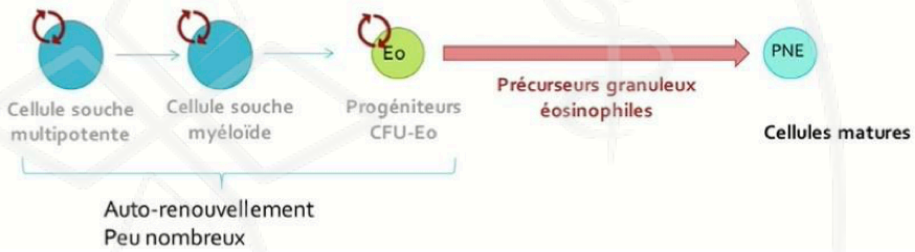


Mono : monocyte. **PNN :** polynucléaire neutrophile.

B. Les polynucléaires éosinophiles

- **100 à 300** par mm^3 (SI : **0,1 à 0,3 x 10^9 /L**), **1 à 3 %** des leucocytes.
- **Noyau unique bilobé** et des **granulations éosinophiles** contenant des enzymes.
- Rôle important dans la **défense antiparasitaire et antitumorale**.
- **Régulation** de l'activité des **PNB** et des **mastocytes**.
- Durée de vie de **10 jours.**
- En **transit** dans le sang, ils se localisent dans le **chorion des muqueuses**.

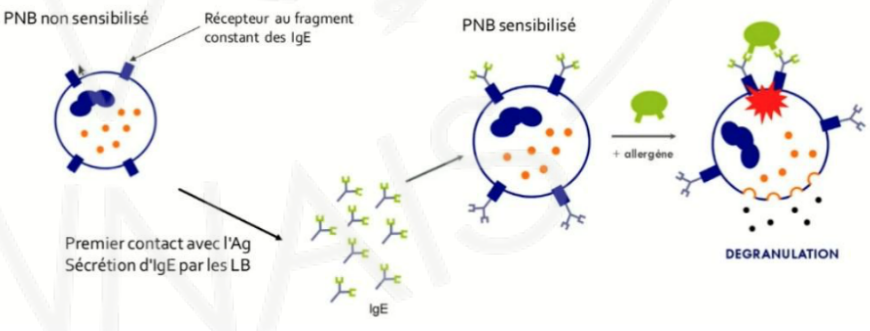
CS myéloïdes-> progéniteurs CFU-Eo
-> Précurseurs granuleux éosinophiles
-> PNE.



C. Les polynucléaire basophiles

- **< 100** par mm^3 (SI : **<0,1 x 10^9 /L**), **<1%** des leucocytes.
- **Noyau unique en forme de "S"**
- **Granulations abondantes** contenant de **l'histamine**, des peroxydases, de l'héparine…
- Rôle important dans l'**allergie ou l'inflammation**.

PNB non sensibilisé présente un fragment constant des IgE -> 1er contact avec Ag -> activation des lymphocytes + sécrétion IgE contre cet Ag -> fixation des IgE sur les récepteurs du PNB qui sera alors sensibilisé à l'antigène en question -> PNB de nouveau mis en contact avec ce ou ces Ag -> libération du contenu de ses granules -> une réaction allergique ou inflammation.



CS myéloïdes -> progéniteurs CFU-B -> 2 voies de différenciation :

- Vers les précurseurs mastocytaires qui donneront les mastocytes
- Vers les précurseurs granuleux basophiles

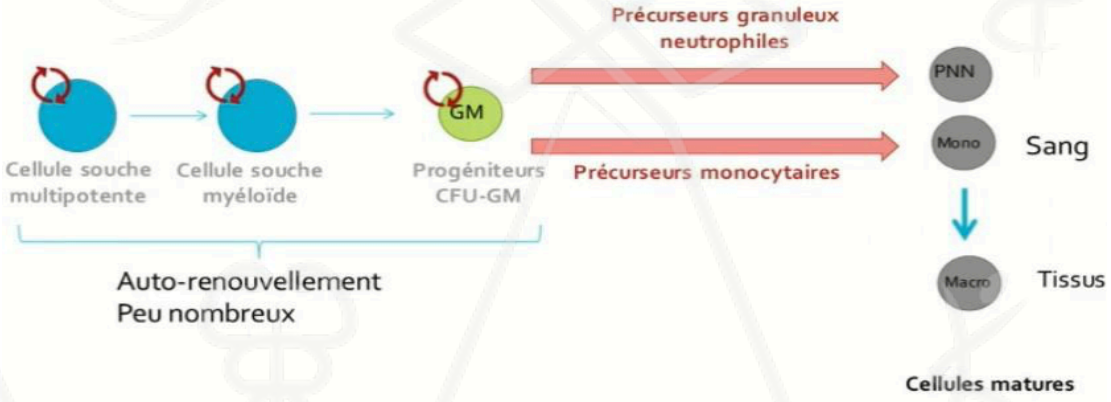
D. Les Mastocytes

- Localisation **majoritairement tissulaire**.
- **Noyau unique, ovalaire,** nombreuses granulations basophiles et métachromatiques.
- Ils ont des fonctions très proches de celles de PNB : **allergie et inflammation**.

V - Les monocytes

- **< 1000** par mm^3 (SI : **1 x 10^9** /L), **2 à 10%** des leucocytes
- **Noyau irrégulier et encoché**, granulations azurophiles (lysosomes).
- **En transit** dans la circulation sanguine, ils termineront leur maturation **dans les tissus**
- Ils peuvent donner **plusieurs types de cellules selon leur localisation tissulaire** :
  - Ostéoclastes, macrophages (ou histiocytes), cellules présentatrices d'antigènes
- Les macrophages sont capables de **phagocyter les antigènes de manière aspécifique**. Mais ils se différencient des PNN :
  - Plus grands et leur noyau a une forme de fer à cheval
  - Durée de vie plus importante (quelques mois)
  - Ils sont, contrairement aux PNN, des cellules présentatrices d'antigène.

Progéniteurs CFU-GM (donnent également les PNB) -> précurseurs monocytaires maturent dans la moelle -> circulation sanguine -> terminent leur maturation dans leur tissu de destination



VI- Les lymphocytes

- **2000 à 4000** par mm^3 SI : **2 à 4 x10^9** /L), **20 à 40%** des leucocytes
- **Trois types** de lymphocytes :
  - **L.B** : BCR : **10-20%**
  - **L.T** : (TCR) : **70-80%**
  - **L. NK** : pas de récepteur Ag-spécifique : **10-15%**
- Les **LB et LT** ont un rôle important dans l'immunité **acquise** :
  - Ils ont la capacité à **reconnaître un antigène spécifique**, grâce à leurs récepteurs de surface.
- Les **LNK** ont un rôle dans l'**immunité innée.**

Organisation de la Lymphopoïèse

2 stades :

- La **lymphopoïèse** qui concerne les **trois types de lymphocytes.**
- La **lymphopoïèse secondaire** qui ne concerne que les **LT et LB**

Lymphopoïèse primaire

- **Indépendante d'une stimulation par un antigène !**
- **CS multipotente** -> **CS lymphoïde** -> 3 voies : progéniteur NK, LB ou LT.
- Les progéniteurs **LB ou NK** -> maturation dans la **moelle.**
- Progéniteurs **LT** -> maturation dans le **thymus**.
- Lymphocytes B, T ou NK matures -> relarguées dans le sang -> organes lymphoïdes secondaires et tissus.
- Les lymphocytes T et B s-> en attente d'être stimulés pour la première fois par leur AG spécifique -> LB et LT naïfs.
- Le lymphocyte NK (Natural Killer) est fonctionnel dès qu'il a gagné son tissu de destination.

La maturation des lymphocytes B et T a deux objectifs majeurs :

- Générer une **grande diversité de récepteurs aux antigènes**
- **Supprimer les cellules qui reconnaîtraient le soi**

Les parties variables du BCR sont codées par des gènes (VDJ) comportant de nombreuses copies différentes les unes des autres. Recombinaison des copies de façon aléatoire -> **réarrangement** ou recombinaison **VDJ** -> permet de créer une grande diversité de récepteurs. Pour les **LT**, le mécanisme est quasiment identique

Ces récepteurs sont ensuite testés afin de détecter ces lymphocytes qui reconnaîtraient le soi par :

- Les **cellules du stroma** de la moelle osseuse (MO) pour les lymphocytes B
- Le stroma et les **cellules dendritiques du thymus** pour les lymphocytes T

Lymphopoïèse secondaire

- Les **LB naïfs** sont localisés dans les ganglions lymphatiques dans un **follicule primaire**.
- La **lymphe** amène les **Ag** aux follicules primaires -> un Ag se fixe sur le BCR d'un LB naïf -> **réponse primaire de la lymphopoïèse secondaire :**
    - Prolifération clonale -> génère un **follicule secondaire**
    - Les lymphocytes vont sécréter une immunoglobuline (Ig) de type M dans le sang.
- Si l'agression persiste -> **réponse secondaire de la lymphopoïèse secondaire** -> autre étape de maturation -> 2 mécanismes :
    - **Hypermutation somatique** : mutations aléatoires de l'ADN dans la séquence VDJ : augmente la spécificité.
    - **Commutation isotypique** : les lymphocytes changent l'immunoglobuline qu'ils sécrètent afin qu'elle entraîne une réponse cellulaire + adaptée au pathogène.
    - Migration vers la rate - > plasmocytes qui produisent des Ac pendant ≈ 20 jours.
    - Ou -> lymphocytes mémoires qui resteront quiescents dans les ganglions prêts à être stimulés par leur Ag spécifique. Durée de vie ≈ 20 ans.

Lignée cellulaire	Norme
Lignée érythrocytaire	4 à 6 .10^{12} par litre = 4 à 6 .10^{6} par mm^3
Lignée plaquettaire	150 à 400.10^{9}par litre = 150 à 400 .10^{3} par mm^3
Lignée granuleuse	*4 à 10* .10^{9}par litre
Sous-type de leucocyte	**Norme**
Les polynucléaires neutrophiles	2,5 à 7,5 x 10^{3}par mm^3(SI : 2,5 à 7,5 x 10^{9}/L), 25 à 75% des leucocytes
Les polynucléaires éosinophiles	100 à 300 par mm^3(SI : 0,1 à 0,3 x 10^{9}/L), 1 à 3 % des leucocytes.
Les polynucléaires basophiles	< 100 par mm^3 (SI : <0,1 x 10^{9}/L), <1% des leucocytes.
Les monocytes	< 1000 par mm^3(SI : 1 x 10^{9}/L), 2 à 10% des leucocytes
Les lymphocytes	2000 à 4000 par mm^3SI : 2 à 4 x10^{9}/L), 20 à 40% des leucocytes

NOTES PERSONNELLES

Page de FIN.

Voilà voilà, on espère que ce livret vous aura plu et qu'il vous aidera pour la suite de vos révisions. Ne lâchez rien, le travail finit toujours par payer.

Vous avez pour projet de faire les plus beaux métiers qui existent à nos yeux et il faut continuer d'y croire.

Vous avez les capacités et la passion pour réussir !

Au besoin, nous sommes là pour vous rappeler pourquoi vous avez choisi cette voie d'études (certes difficiles mais qui en vaut la peine).

Plein de courage pour la suite !

Vos tutrices

Chloé ROCHE
Tutrice 2024/26

Rose-Marie CHESNEL
Tutrice 2024/26