

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET

SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

INITIATION A L'HISTOLOGIE ANIMALE

(Polycopié destiné aux tronc communs, sciences biologiques)

Réalisé par :

MEDJDOUB Houria

BENOUAZ Nadia.

Maitre de conférences, université de Tlemcen

Maitre de conférences, université de Mascara

2015-2016

Introduction

1. Définition de tissu :

Les tissus sont exclusivement constitués de matrice extra cellulaire (MEC) et de cellules. La différence entre les tissus réside dans la nature des cellules, la composition de la MEC et la proportion relative des cellules et de la MEC.

Les cellules s'associent entre elles afin de former un tissu spécialisé dans une (ou plusieurs) fonction. C'est l'association de ces unités fonctionnelles qui donne la définition du tissu. Comment ?

Les cellules peuvent être jointives dans certains tissus et soudées (serrées). Dans d'autres situations, elles sont colées sur une substance dite "*Matrice Extracellulaire*" MEC. Dans le premier cas, on parle de jonctions cellulaires qui attachent les unités et font réduire la quantité de la MEC.

3. Tissus animaux :

Les tissus animaux se répartissent en 4 grandes familles : **les épithéliums, les tissus conjonctifs, les tissus nerveux et les tissus musculaires**. Chaque tissu a des spécificités qui le caractérisent.

Chez les tridermiques et à un moment de la vie embryonnaire, l'être animal et humain sont constitués de trois couches cellulaires, endoderme (endoblaste), ectoderme (ectoblaste) et mésoderme (mésoblaste). La dernière couche est à l'origine des tissus, musculaires, conjonctifs

et épithéliaux. En même temps, l'ectoderme et l'endoderme peuvent donner naissance aux tissus épithéliaux. Pour le nerveux, il est d'origine ectodermique.

4. Matrice extracellulaire :

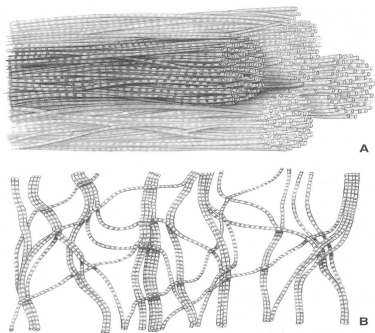
L'abondance et la composition de la MEC varient d'un tissu à l'autre. Elle est très abondante dans les tissus conjonctifs, très pauvre entre les cellules épithéliales, où les jonctions cellulaires sont abondantes.

La MEC peut être souple et fibreuse comme les tissus conjonctifs lâches, les tissus conjonctifs réticulaires, les tissus conjonctifs denses ou bien solide comme les tissus conjonctifs cartilagineux où même solide et minéralisée au niveau du tissu conjonctif osseux.

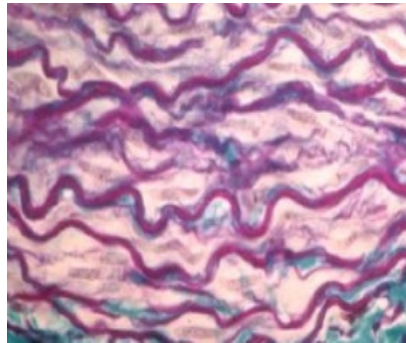
Afin d'assurer la fonction d'une charpente pour les cellules, la MEC est constituée de Fibres et Substances fondamentale (SF). Cette dernière est un mélange de polysaccharides (glycosaminoglycanes et protéoglycanes), représentés sous MPS (Mucopolysaccharides) et des protéines d'adhérence (fibronectine et laminine), jouant un rôle important dans les interactions cellule-cellule et cellule-lame basale. La SF contient de l'eau et sels minéraux dont la proportion diffère selon le tissu (la SF du tissu sanguin est très riche en eau).

Comme dans la construction, les béquilles de fer sont organisées d'une telle façon pour donner une dureté aux murs construits, les fibres ont une organisation et une abondance qui sont à l'origine de la résistance des tissus.

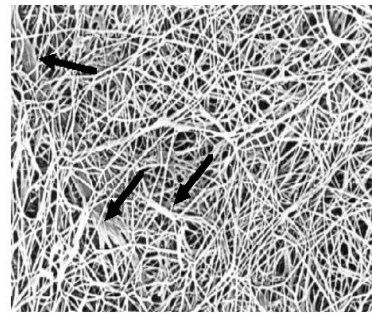
On distingue trois types de fibres, **collagènes**, **élastiques** et **réticulées**. Ces dernières sont, pour certains auteurs, classées parmi les fibres de collagène du fait de leur nature biochimique. En réalité, elles sont constituées de la même protéine que les fibres de collagène, **protéine de collagène**. En même temps, les fibres d'élastine sont à base de la protéine d'élastine.



Fibres de collagène



Fibres d'élastine



Fibres de réticulines

☺ La superfamille des **collagènes** comprend des dizaines de types différents. Les collagènes constituent une superfamille de molécules formée par des protéines classiques et des protéines portant des domaines de type collagénique. Les fibres de collagène sont formées, dans l'espace extra-cellulaire, par l'assemblage de molécules de **tropocollagène** synthétisées et excrétées essentiellement par les **fibroblastes** (cellules actives des tissus conjonctifs). On subdivise cette superfamille en ;

- collagène I, est le plus distribué. Il se trouve dans les tissus conjonctifs, denses et osseux.
- collagène II est surtout présent dans le cartilage. Il se présente sous forme de fines fibrilles qui ne se groupent pas en fibres de plus fort calibre.
- collagène III est celui des fibres de réticuline.
- collagène IV entre dans la constitution des membranes basales.

- collagène X est propre aux chondrocytes (cellules cartilagineuses) hypertrophiques.

☉ Les fibres élastiques sont dispersées en nombre variable dans le tissu conjonctif lâche et sont abondantes dans les ligaments élastiques, les lames élastiques des grosses artères, le cartilage élastique...

5. Lamelle basale (ou membrane basale):

Les membranes basales entourent certains types cellulaires. Les membranes basales correspondent à une région spéciale de MEC formant une **couche complexe** autour de tout ou une partie de la membrane plasmique de certaines cellules.

La MB se trouve dans plusieurs tissus, à l'interface entre la face basale des cellules épithéliales et la MEC sous-jacente, autour des adipocytes, des cellules musculaires, des cellules de Schwann, de certaines régions des astrocytes, etc.

Du point de vue histologique, elle est colorée en trait rouge avec la coloration PAS (acide périodique de Schiff) ou noir après imprégnation argentique. L'aspect morphologique, la composition moléculaire, l'épaisseur des MB varient selon les types cellulaires. Elle est, généralement, composée de fibres de collagène qui peuvent être liées à des laminines formant ainsi un réseau. Des constituants extrinsèques, comme la fibronectine, participent à la constitution des membranes basales

Les membranes basales ont de multiples fonctions :

-un rôle de structure (ancrage des cellules dans le tissu conjonctif)

-des barrières physiologiques avec le milieu extérieur au niveau des épithéliums de revêtement avec le compartiment vasculaire, où peuvent jouer un rôle de filtre sélectif, exemple au niveau de la barrière glomérulaire.

-un rôle important dans la détermination de la polarité et de la différenciation cellulaires (tout particulièrement au niveau des cellules épithéliales)

-elle sert de support à la migration cellulaire dans les processus de réparation tissulaire.

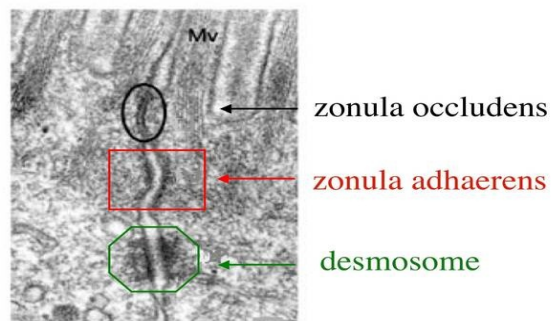
-le rôle physiologique de la MEC Selon sa composition moléculaire : architecture, soutien mécanique, nutrition, stockage moléculaire, support des migrations cellulaires, etc...).

6. Jonctions cellulaires :

L'adhérence des cellules, entre elle, est dépendante de plusieurs familles de protéines de la membrane plasmique, exemple les sélectines les cadhérines...

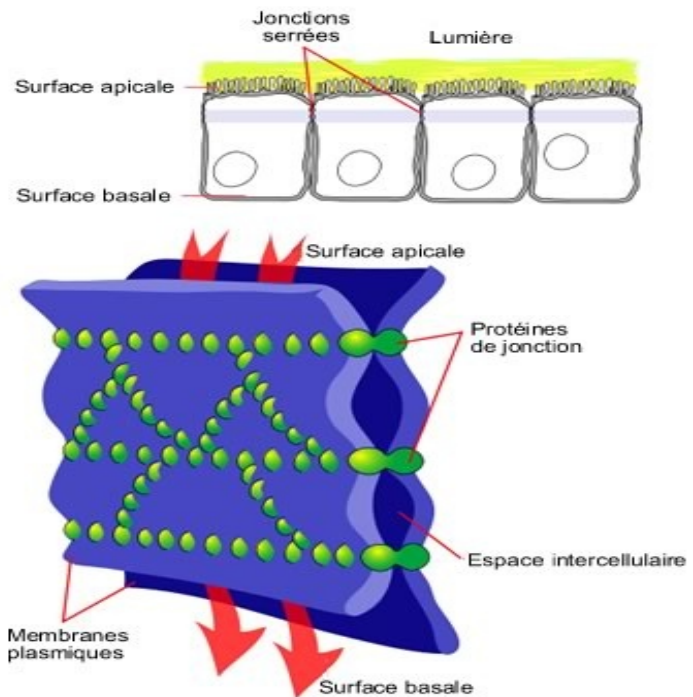
Les jonctions cellulaires peuvent être **serrées**, jouant le rôle d'une barrière, ou **adhérentes** permettant l'adhésion des cellules entre elles et entre cellules et MEC, ou bien de **communication** afin d'assurer un échange cellulaire.

complexes de jonctions



6.1. **Zonula occludens** : (*tight junctions* = les jonctions étanches ou serrés)

Ce type de jonction est un site de contact entre les cellules, qui ceinturent les cellules à proximité de la surface apicale. Ces jonctions empêchent la diffusion et la traversée des solutés. Assurant l'occlusion des espaces intercellulaires par accolement étroit entre bicouches lipidiques. Elle permet d'assurer une bonne



étanchéité aux cellules. On peut trouver cette jonction au niveau du tissu épithélial constituant les intestins (grêles et gros). Elle forme une ceinture qui empêche la pénétration des substances et des micro-organismes.

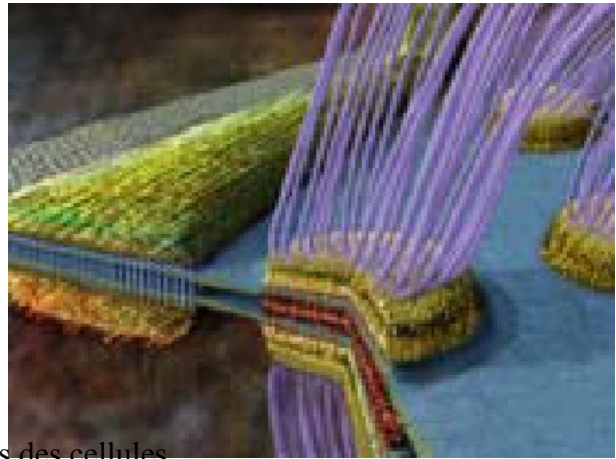
5.2. **Jonctions adhérentes** : (Desmosomes adherens)

a) **Zonula adherens** : *Belt desmosom*

Les ceintures adhérentes sont des points de liaison entre les cellules se plaçant en dessous des jonctions serrées. Ce type de jonction renferme des amas de cadhérines qui se lient entre eux dans l'espace extracellulaire. Avec les domaines cytoplasmiques sont unis par des protéines du cytosquelette.

b) **Macula adherens** : *spot desmosom*

Elles sont en forme de disque, localisées à la base des autres jonctions. Les plaques cytoplasmiques de la face interne des membranes plasmiques servent d'ancrage avec des filaments intermédiaires qui traversent la cellule en largeur. Cela permet de relier les faces internes des desmosomes maculaires sur les côtés des cellules.



Les *spot desmosom* forment ainsi une continuité structurale et une force de tension aux cellules, tissus et organes qui sont soumis à des contraintes mécaniques (la peau, le col, l'utérus...).

c) Fascia adherens :

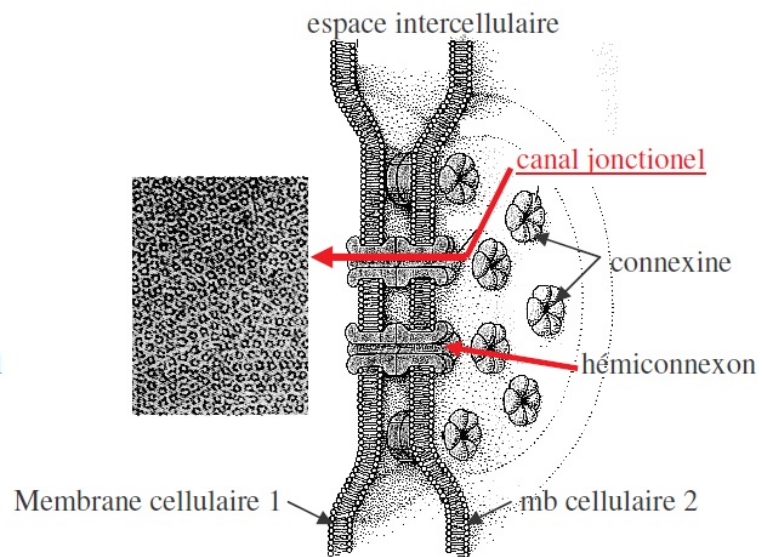
C'est un desmosome en forme de disque de taille supérieure, discontinue. On les trouve dans les disques intercalaires du muscle.

d) Hémidesmosomes :

Ils sont toujours du côté basolatéral (pôle basale), riches en glycoprotéines transmembranaires. Ils sont constitués d'une plaque dense à la face interne de la M.P. avec des filaments intermédiaires type kératine (cellules épithéliales). Ils jouent le rôle de supports des cellules.

6.2. Jonctions lacunaires (jonctions de communication): Gap junction

Ce sont des jonctions qui permettent la diffusion et le passage direct d'une cellule à la cellule voisine de certains solutés (AMPc, AA,...). Il permet également la propagation de l'excitation au sein d'un tissu (muscle cardiaque, tube digestif...).



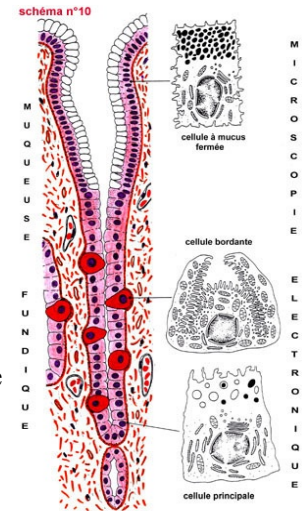
Une gap junction est constituée par l'assemblage de six polypeptides identiques transmembranaires nommées **connexines**, qui représentent des sous-unités disposées en hexagone formant un connexon qui sont en face l'un de l'autre réalisant un canal central d'un diamètre de 1,5 nm.

Epithéliums

I. Introduction

Le tissu épithélial peut être d'origine endodermique, mésodermique ou ectodermique. Les cellules épithéliales sont caractérisées par :

- 1) La morphologie : ces cellules sont proches et jointives, on distingue une forme pavimenteuse, cubique ou prismatique ;
- 2) L'interactions cellule-cellule : par l'intermédiaire des molécules d'adhérence cellulaire et des systèmes de jonctions spécialisés ;
- 3) La présence de filaments intermédiaires de type cytokératine dans leur cytosquelette ;
- 4) Les relations cellule-MEC : qui s'effectuent, à travers la **MB** (membrane basale=lame basale), par l'intermédiaire de molécules d'adhérence cellulaire ;
- 5) Elles sont hautement polarisées : La membrane plasmique comprend 2 domaines distincts : **apical** (vers les cavités) et **basolatéral** (vers la **MB**) ;
- 6) Le tissu épithélial est avascularisé où il repose toujours sur une membrane basale qui le relie au tissu conjonctif sous-jacent assurant le passage des éléments nutritifs.



Comment ?

- Les microtubules et microfilaments jouent un rôle important dans le tri et l'adressage des protéines aux 2 domaines de la membrane plasmique.

Les filaments **intermédiaires** du cytosquelette des cellules épithéliales appartiennent à la famille des kératines appelés "cytokératine".

Les filaments de kératine sont attachés aux desmosomes type maculaire et aux hémidesmosomes.

➤ Tous les épithéliums, qu'ils soient ou non kératinisés, contiennent des filaments intermédiaires de cytokeratine.

Les cellules épithéliales sont normalement dépourvues des filaments intermédiaires caractéristiques d'autres types cellulaires: **vimentine** (cellules conjonctives), **desmine** (cellules musculaires), **neurofilaments** (cellules nerveuses). Des filaments intermédiaires de lamine se trouvent à l'intérieur du noyau de toutes les cellules.

7) Le pôle apical des cellules épithéliales présente des différenciations morphologiques de la membrane plasmique représentées essentiellement par les microvillosités apicales que l'on observe au pôle apical des cellules de nombreux épithéliums, qu'ils soient de revêtement ou glandulaires et également basal.

II. Epithélium de revêtement :

Les épithéliums de revêtement revêtent **l'extérieur** du corps et les cavités de l'organisme. Le corps humain est entièrement limité par le revêtement cutané (**la peau**) qui constitue une **interface** fondamentale entre l'organisme et le milieu extérieur).

A **l'intérieur** du corps, existent de nombreuses **cavités**:

→ les unes représentent des prolongements du monde extérieur à l'intérieur du corps. Par exemple, les voies aériennes, le tube digestif, les voies urinaires et les voies génitales, leur revêtement s'appelle une muqueuse ;

→ les autres sont entièrement closes (fermées) et correspondent soit aux cavités cardiovasculaires dont le revêtement s'intitule endocarde pour le cœur et intima pour les vaisseaux ;

→ soit aux cavités cœlomiques, cavités pleurales, péritonéale et péricardique dont le revêtement porte le nom de séreuse ;

Tous ces ensembles tissulaires qui bordent la surface externe du corps et ses cavités intérieures ont en commun d'être constitués par un épithélium de revêtement reposant par l'intermédiaire de sa membrane basale sur une couche de tissu conjonctif sous-jacent.

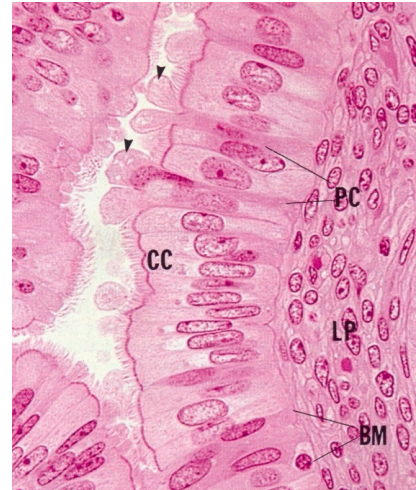
Photo 1 : coupe transversale dans la trompe de Fallope.

PC : cellules sécrétoires.

CC : cellules ciliées.

LP : chorion

BM : membrane basale



☺ A chaque type de localisation s'associe une terminologie différente :

— l'épithélium de la peau s'appelle l'épiderme et le tissu conjonctif sous-jacent le derme ;

— l'épithélium de l'endocarde du cœur et de l'intima des vaisseaux s'appelle un endothélium et le tissu conjonctif sous-jacent la couche sous-endothéliale ;

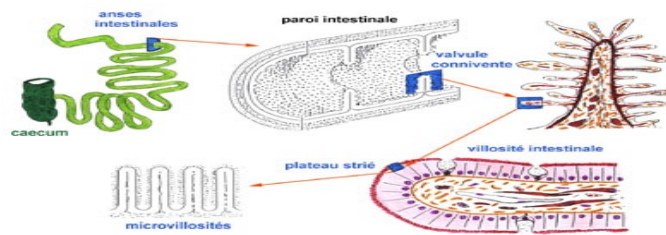
— l'épithélium d'une séreuse s'appelle un mésothélium et le tissu conjonctif sous-jacent la couche sous-mésothéliale ;

— les muqueuses sont constituées d'un épithélium de revêtement reposant sur du tissu conjonctif qui prend le nom de chorion.

A/ Différenciations apicales :

Les épithéliums de revêtement présentent des différenciations apicales comme :

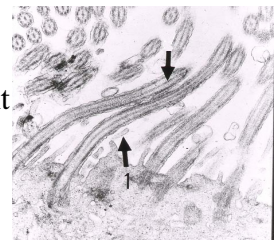
1. **Le plateau strié** : des microvillosités situés au pôle apical des **entérocytes (cellules intestinales)**, même calibre, même longueur avec une disposition *ordonnée* (voir la figure ci-dessous).



2. **La bordure en brosse** : des microvillosités plus longues et disposition *moins ordonnée*, exemple la bordure en brosse du tube contourné proximal du **rein**.

3. **Les stéréocils** : correspondent à des microvillosités longues et flexueuses, les plus typiques sont celles du canal **épididymaire** et du **canal déférent**.

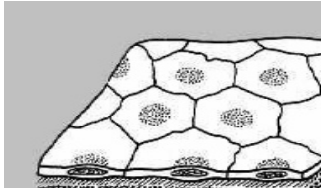
4. **Les cils vibratiles** : permettent à certains épithéliums de mettre en mouvement les éléments du contenu de la cavité qu'ils bordent. Les cils sont surtout présents au niveau de l'épithélium des **voies respiratoires** et de l'épithélium de certains segments des voies génitales **trompes utérines** chez la femme.



B/ Formes des cellules :

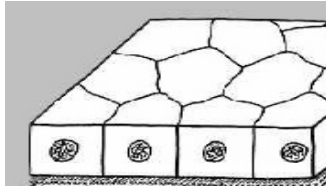
On peut distinguer trois formes de cellules épithéliales : pavimenteuse (aplatie), cubique et cylindrique (prismatique).

Aplaties



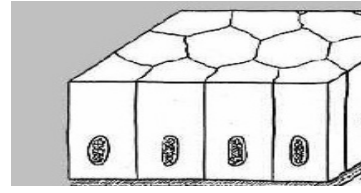
Plus larges que hautes

Cubiques



Aussi larges que hautes

Cylindrique

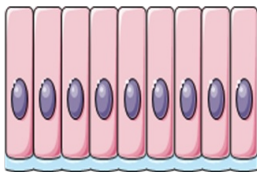


Plus hautes que larges

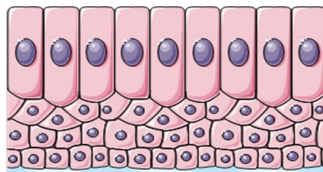
C/ Nombres de couches cellulaires :

Un tissu épithélial peut être, simple (une seule couche de cellules), stratifié (plusieurs couches cellulaires, voir photo 9) ou pseudostratifié (toutes les cellules reposent sur la lame basale, voir photo 26).

Simple



Stratifiés



Pseudostratifié



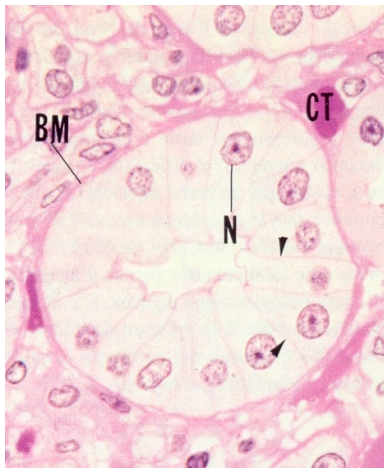


Photo 2 : Epithélium simple cubique.
N : noyan
BM : membrane basale
CT : tissu conjonctif

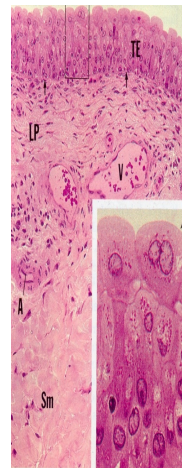


Photo 3 : Epithélium de transition (urinaire) au niveau de la vessie. Remarquer le nombre de couche cellulaire.
TE : épithélium de type urinaire
V : veinule

III. Epithélium glandulaire:

A/ Origine :

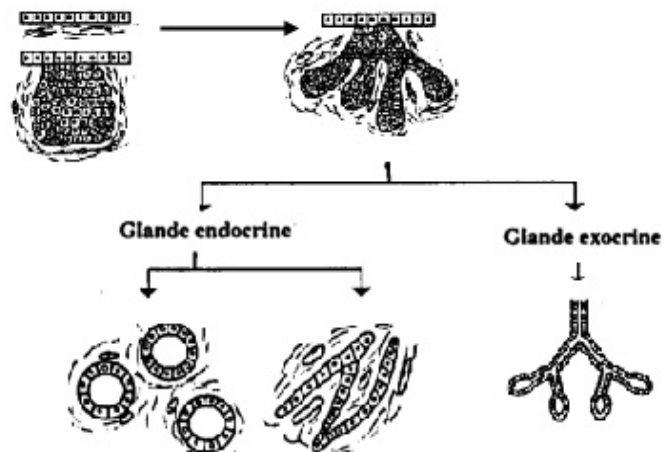
Ils se forment à partir d'épithéliums de revêtement. Ils dérivent des trois feuilletts embryonnaires. De ce fait, ils suivent les mêmes critères du point de vue, forme de cellules, nombre de couches cellulaires ...

Exemples :

Ectoderme : glandes sébacées

Mésoderme : corticosurrénale

Endoderme : glandes du tube digestif



B/ Classification des glandes :

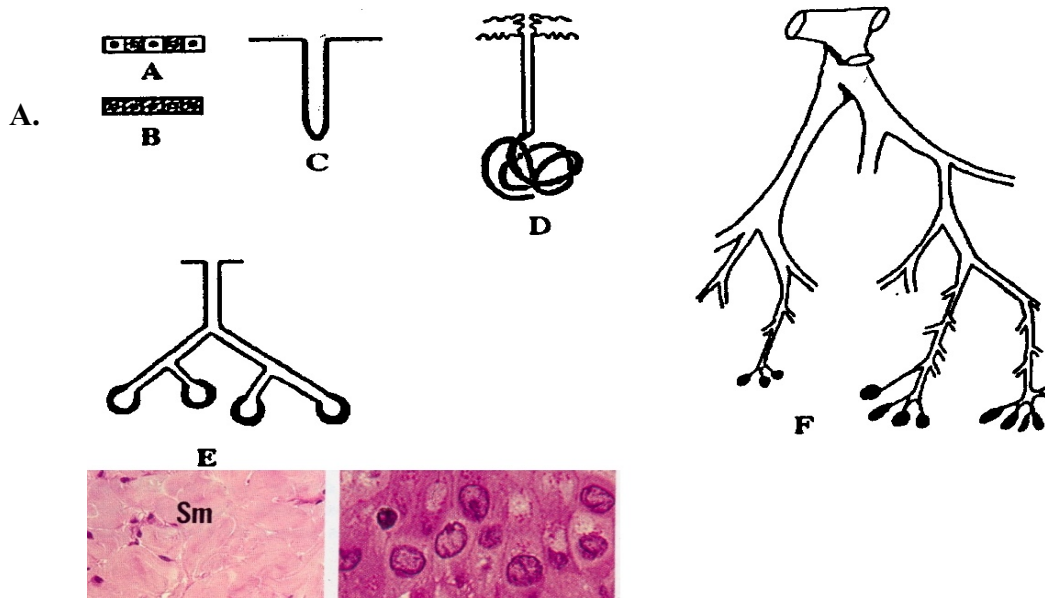
Selon le lieu de sécrétion, on distingue les glandes:

Exocrines : glandes sudoripares (sueur)

Endocrines : thyroïdes (thyroxine 3 et 4)

Amphicrines (mixtes): pancréas (insuline, enzymes de la digestion).

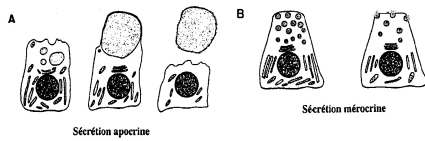
C/ Forme de glandes exocrines :



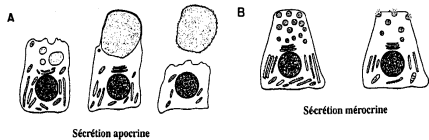
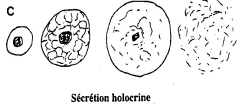
glande unicellulaire. **B.** glande en nappe. **C.** glande tubuleuse simple. **D.** glande tubuleuse contournée. **E.** glande tubuleuse ramifiée. **F.** Glande composée

D/ Modalités d'excrétion :

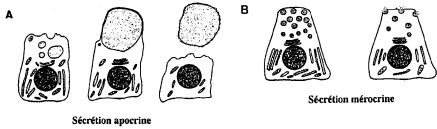
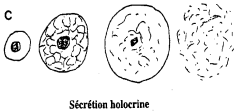
Il y a trois modalités de sécrétion : apocrine, mérocrine et holocrine.



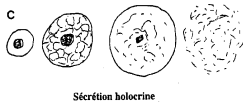
Ce mode de sécrétion conduit à la libération de toute la partie apicale de la cellule endocrine, Ex : Glandes mammaires.



La sécrétion mérocrine est un simple exocytose. Ex : Cellule β pancréatique.



Afin de libérer les produits de sécrétion, certaines cellules s'éclatent. Ex : Glandes sébacés.



E/ Nature du produit de sécrétion :

- Les cellules exocrines sécrétant des protéines sont dites séreuses avec un aspect sombre.
- Les cellules exocrines sécrétant des mucus sont dites muqueuses avec un aspect clair.

Il existe des glandes dont le produit n'est ni protéines ni mucus comme le lait le sébum, HCl...

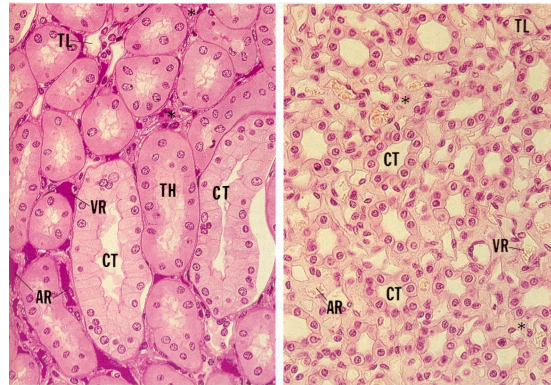
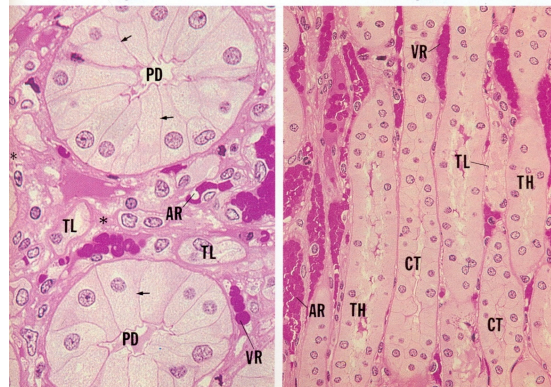


Figure 1

Figure 2

Photo 4 : coupe transversale dans les tubes collecteurs de Bellini (rein).
PD : canal papillaire
AR : artérioles droites
TL : Branche grêle de l'anse de Henlé
VR : veinules droites



Les tissus conjonctifs

L'origine embryonnaire des tissus conjonctifs est mésenchymateux, ils dérivent du deuxième feuillet : le mésoderme (mésoblaste).

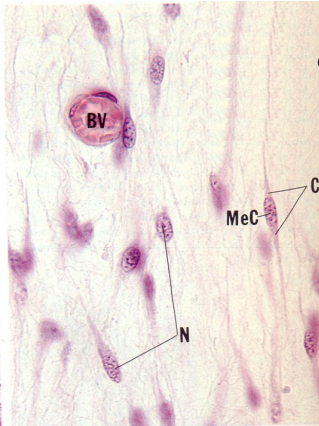


Photo 5 : Tissu conjonctif mésenchymateux du fœtus.

BV : vaisseaux sanguins

MeC : cellule mésenchymateuse

N : noyau

C : cytoplasme

Ils sont constitués de cellules séparées par de la matrice extra- cellulaire. *Cette dernière peut être souple et fibreuse comme les tissus conjonctifs lâches, les tissus conjonctifs réticulaires, les tissus conjonctifs denses, les tissus conjonctifs élastiques ou liquide pour les tissus conjonctifs sanguin et lymphatique ou bien solide comme les tissus conjonctifs cartilagineux ou même solide et minéralisée au niveau du tissu conjonctif osseux.*

Les fibroblastes et fibrocytes sont les cellules principales du tissu conjonctif. Elles sont des cellules fusiformes ou étoilées possédant de longs prolongements cytoplasmiques.



Les fibroblastes ont un noyau, ovoïde, allongé, avec un ou deux nucléoles, leur cytoplasme est peu visible.

On se basant sur la quantité de cellules, de fibres, de substance fondamentale, et sur la nature des fibres et leur orientation, on peut distinguer :

1. Tissu conjonctif lâche :

Le tissu conjonctif lâche, est équilibré en cellules, substance fondamentale et fibre. On distingue des fibres de type collagènes, élastiques ou réticuline. Ce tissu est considéré comme un tissu de remplissage, il s'intercale entre les tissus d'un même organe où entre les organes.

Il est très répandu dans l'organisme on en trouve :

- ❖ sous la peau représentant le tissu conjonctif sous-cutané
- ❖ entre les masses musculaires
- ❖ dans le chorion des voies respiratoires, des voies génitales et urinaires
- ❖ dans l'adventice des vaisseaux,
- ❖ sous l'épithélium des séreuses
- ❖ dans de nombreux organes pleins stroma conjonctif.

Le rôle que joue le tissu conjonctif lâche dans l'organisme est important et complexe :

- ❖ un rôle de soutien et d'emballage des tissus et organes (mécanique)
- ❖ il assure le passage de nombreuses substances entre le sang et les tissus, nutrition
- ❖ il est le siège des cellules libres du système immunitaire (lymphocytes et plasmocytes, monocytes et macrophages, granulocytes, mastocytes).
- ❖ il joue un rôle majeur dans les réactions inflammatoires et dans les phénomènes immunitaires (défense)
- ❖ il assure un rôle de cicatrisation grâce à la prolifération des fibroblastes.

Classification du tissu conjonctif lâche :

	<i>Tissu</i>	<i>Caractéristiques</i>

<i>TC lâches</i>	TC lâche ou aréolaire. (Riche en fibroblastes et macrophages).	Le tissu le plus abondant (chorion des épithéliums).
	TC muqueux (Riche en fibroblastes)	TC jeune trouvé chez le fœtus avec prédominance de la substance fondamentale. Il existe au niveau du cordon ombilical (gelée de Wharton).
	TC réticulé. (contient les cellules réticulaires)	Tissu qui forme les organes lymphoïdes et hématopoïétique (ganglions lymphatiques, rate, moelle osseuse), le foie et le rein.



Photo 6 : Tissu conjonctif lâche (Chorion de l'intestin grêle) délimité par le trait noir. La flèche délimite le tissu épithélial simple cylindrique des entérocytes.

GC : cellules caliciformes
TCA : tissu conjonctif aréolaire
BB : bordure en brosse
L : lumière de l'intestin

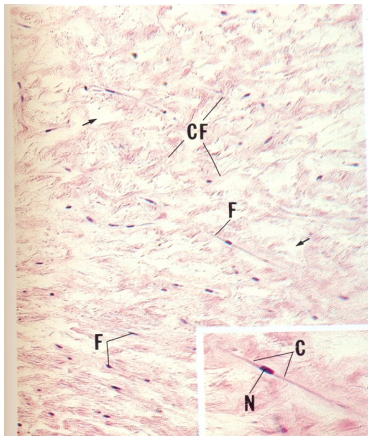


Photo 7 : Tissu conjonctif muqueux (cordon ombilical).

CF : fibrilles de collagène
F : fibroblaste
C : cytoplasme
N : noyau



Photo 8 : Tissu conjonctif réticulé lymphoïde.

LN : follicule lymphoïde
RC : cellule réticulée
LC : cellule lymphoïde
RF : fibres de réticulées

2. Tissus conjonctifs denses :

Les tissus conjonctifs riches en fibres, pauvres en cellules et en substance fondamentale, ont une fonction essentiellement mécanique. Ils contiennent essentiellement des fibres de collagène; ils se répartissent en deux sous-groupes :

2.1. Les tissus fibreux non orientés :

Sont soumis à des forces multidirectionnelles (derme, périoste, capsules articulaires, dure-mère, capsules des organes pleins comme le foie, la rate, les reins, etc.

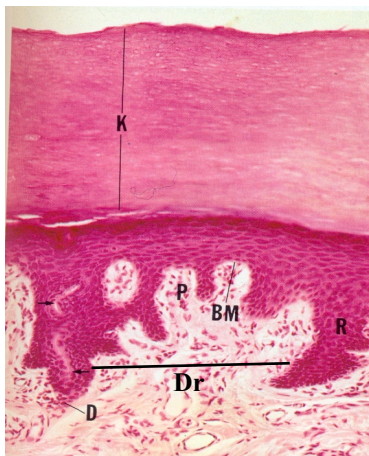


Photo 9 : coupe longitudinale au niveau de la peau. Le derme représente le tissu conjonctif fibreux non orienté.

K : kératine
P : papille dermique
BM : membrane basale
R : crête épidermique
D : canal
Dr : derme

C'est un tissu résistant, les fibres de collagènes non orientées sont agencées de manière compacte, très serrées les unes contre les autres avec peu de substance fondamentale. Les quelques cellules sont les fibroblastes et des macrophages. Ce tissu joue un rôle mécanique surtout et un rôle de défense et nutritionnelle.

2.2. Les tissus fibreux orientés :

Les fibres sont disposées parallèlement à l'intérieur de feuillets superposés et qui peuvent être soit perpendiculaire ou non. Ce tissu est organisé pour résister à des tensions directionnelles. Ex: **tendon**

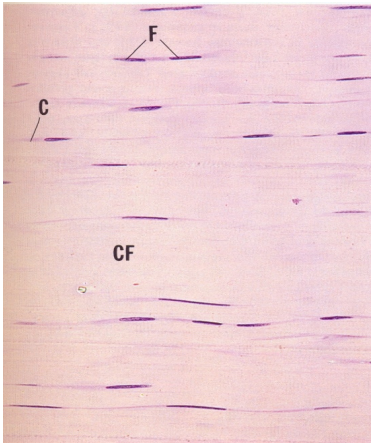


Photo 10 : Tissu conjonctif fibreux orienté (tendon).

F : fibroblaste
C : cytoplasme
CF : fibres de collagène

2.3. Les tissus élastiques orientés :

Les fibres élastiques prédominent, entre de rares fibroblastes comme les ligaments élastiques des cordes vocales. La vascularisation et l'innervation sont peu développées. Les ligaments élastiques maintiennent l'état de tension lors de l'étirement, ils reviennent à l'état initial au repos.

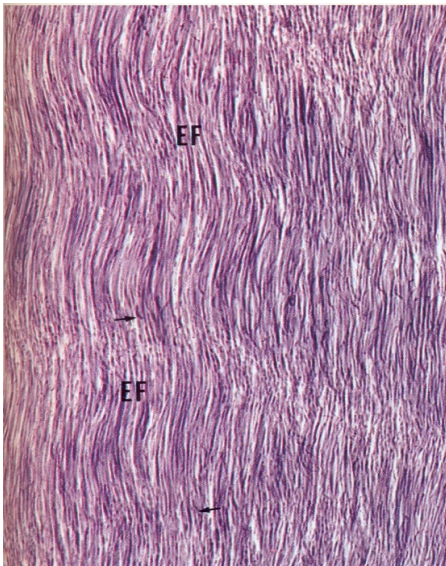


Photo 11 : Tissu conjonctif dense élastique (ligaments).

EF : fibres élastiques

3. Tissus conjonctifs spécialisés :

3.1. Tissu adipeux

Il existe deux variétés d'adipocytes ou cellules adipeuses : les adipocytes blancs et les adipocytes bruns et, couramment appelé « graisse ».

La graisse blanche est la plus importante réserve énergétique de l'organisme. Les adipocytes blancs renferment une volumineuse vacuole de triglycérides.

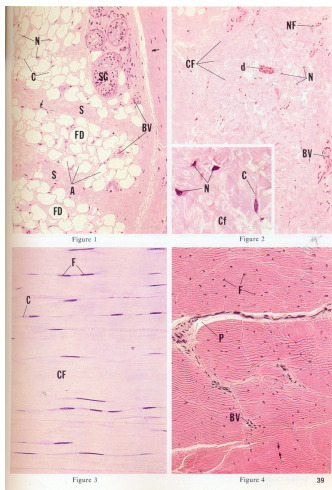


Photo 12 : Tissu adipeux au niveau de l'hypoderme.

A : adipocyte
BV : vaisseaux sanguins
C : cytoplasme
S : septum
FD : vacuoles lipidiques
SG : glande sudoripare
N : noyau

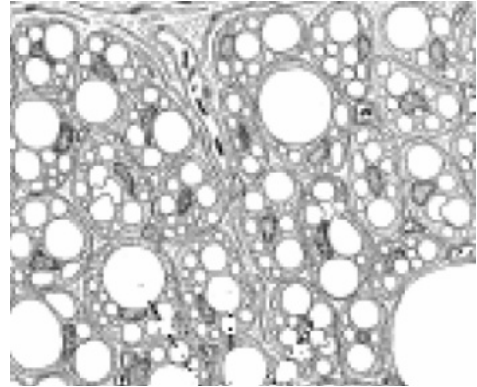
3.1.1. Le tissu adipeux blanc : représente 15 à 20 % du poids de l'adulte. Les adipocytes de la graisse blanche sont des cellules sphériques, d'un diamètre d'environ une centaine de micromètres voire plus. Leur cytoplasme renferme une volumineuse vacuole lipidique, entourée par une mince couronne cytoplasmique contenant un appareil de Golgi, du réticulum endoplasmique granulaire, du réticulum endoplasmique lisse et des mitochondries. Le noyau, aplati, est refoulé contre la membrane plasmique.

Les adipocytes blancs peuvent être isolés ou groupés. Ils assurent la synthèse, le stockage et la libération des lipides. La synthèse des lipides ou lipogenèse est insulino-dépendante.

L'adipocyte est également une cellule sécrétrice endocrine (la leptine).

Il intervient comme isolant thermique et mécanique.

3.1.2. La graisse brune est une source de chaleur, surtout abondante chez les mammifères hibernants. La graisse brune est néanmoins présente dans l'espèce humaine. Contrairement aux adipocytes blancs, les adipocytes bruns ont un noyau central et un cytoplasme rempli de nombreuses petites vacuoles lipidiques.

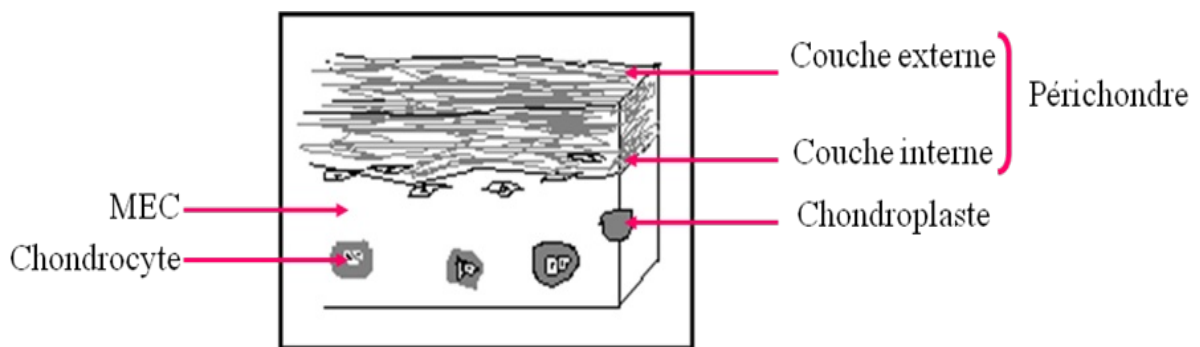


Chez le fœtus et le nouveau-né, elle se répartit dans la région inter scapulaire, autour des gros vaisseaux (aisselle, cou), autour des reins et du cœur.

Sa localisation habituelle au contact immédiat des principaux vaisseaux sanguins facilite la diffusion dans tout l'organisme de la chaleur qu'elle produit (calorifère naturel, source de chaleur).

3. 2. Tissu cartilagineux

Le cartilage est un tissu de soutien spécialisé, caractérisé par plusieurs points :



1)- C'est un tissu conjonctif spécialisé de consistance dure mais le cartilage n'est pas minéralisé.

2)- Les cellules sont appelées chondrocytes, réparties dans une MEC abondante et complexe.

Les chondrocytes sont des cellules volumineuses, arrondies, localisées dans de petits espaces appelés "chondroplastes" (voir photo 13).

- 3)- Ils possèdent de nombreux récepteurs en particulier pour l'hormone de croissance (GH), les vitamines A et D, la parathormone, les glucocorticoïdes et les œstrogènes.
- 4)- Les chondrocytes assurent la **synthèse** et la **dégradation** de tous les composants de la MEC cartilagineuse.
- 5)- Une haute teneur en eau de la MEC (70 à 80 % de son poids) permet la déformabilité du cartilage.
- 6)- La MEC, est principalement constituée de collagène II, des protéoglycanes qui donnent au cartilage ses propriétés mécaniques de compressibilité et d'élasticité et de glycosaminoglycanes (chondroïtine-sulfate et kératane-sulfate).
- 7)- la MEC contient des enzymes protéolytiques métalloprotéinases permettant la dégradation de la matrice au cours de son **renouvellement** et de nombreux facteurs de croissance et cytokines produits par les chondrocytes.
- 8)- le cartilage est dépourvu de vascularisation et d'innervation.

Photo 13 : coupe d'un tissu cartilagineux.

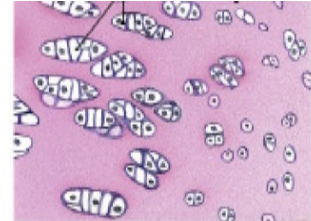
C : chondrocyte logé dans le Chp
N : Noyau
Chp : chondroplaste
F : fibres



On distingue 3 types de cartilage, selon la richesse de la MEC en fibres de collagènes ou élastiques :

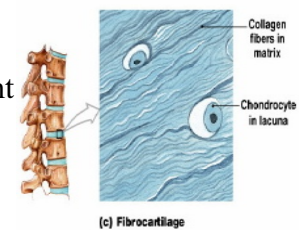
3.2.1. cartilage hyalin :

Ce cartilage contient peu de fibres de collagène. Il est localisé dans les surfaces *articulaires* de presque tous les os, constitue le tissu de soutien des *ails du nez*, de la *trachée*, des *bronches*, *l'extrémité antérieure des côtes*,...



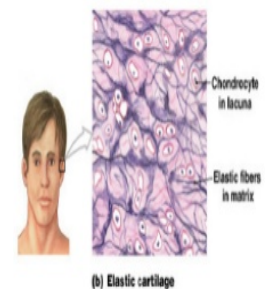
3.2.2. cartilage fibreux (ou fibro-cartilage) :

La MEC est très riche en fibres de collagène de type I. Les faisceaux sont orientés le long des lignes de force. C'est un tissu résistant aux contraintes mécaniques. Il est localisé dans les *disques intervertébraux*, les *ménisques articulaires* (genou)...



3.2.3. cartilage élastique :

Le cartilage élastique se distingue par une densité cellulaire beaucoup plus importante que les autres types de cartilage et par la présence de nombreuses fibres élastiques et également des fibres de collagène. Ces fibres élastiques sont disposées en un réseau tridimensionnel permettant leur déformation et la restitution de leur forme initiale. Localisé dans le *pavillon de l'oreille*, le *conduit auditif externe*, le *cartilage du larynx*...



La plupart des cartilages sont nourris par diffusion à travers la matrice, à partir des capillaires de la couche interne du *périchondre*. Tous les cartilages de l'organisme adulte, sont

recouverts de périchondre, tissu conjonctif formé de fibroblastes et d'un réseau dense de fibres de collagène. À l'exception des cartilages articulaires,

Le périchondre comprend deux couches, l'externe est richement vascularisé qui joue un rôle dans la nutrition, la croissance et la réparation du cartilage, formée de fibres de collagène, de fibres élastique et quelques fibroblastes. Les cellules mésenchymateuses peu vascularisé de la couche interne du périchondre peuvent se transformer en chondrocytes qui produisent la matrice. Si les mitoses se font suivant une seule direction, on aboutit à un groupe de chondrocytes disposés en ligne : groupe isogénique axial (voir photo cartilage hyalin).

Si les mitoses se succèdent dans des directions diverses, on aboutit à un groupe de chondrocytes disposés circulairement : groupe isogénique coronaire. Cette croissance appositionnelle (ou périchondrale) s'oppose à la croissance interstitielle (rare chez l'adulte)

3.3. Tissu osseux

Le tissu osseux, est un tissu de soutien, squelettique et spécialisé. Il est caractérisé par la nature solide de la MEC. La matrice osseuse a la particularité de se calcifier, ce qui la rend opaque aux rayons X et permet l'étude des os par radiographie.

Ce tissu remplit 3 fonctions :

❖ **Fonction mécanique** : le tissu osseux est un des tissus les plus résistants de l'organisme, capable de supporter des contraintes mécaniques.

❖ **Fonction métabolique** : le tissu osseux est un tissu dynamique, constamment remodelé sous l'effet des pressions mécaniques, entraînant la libération ou le stockage de sels minéraux, et assurant ainsi le contrôle du métabolisme phosphocalcique.

❖ **Fonction hématopoïétique** : les os renferment dans leurs espaces médullaires, la moelle hématopoïétique, dont les cellules souches, à l'origine des 3 lignées des cellules sanguines.

A. Cellules osseuses :

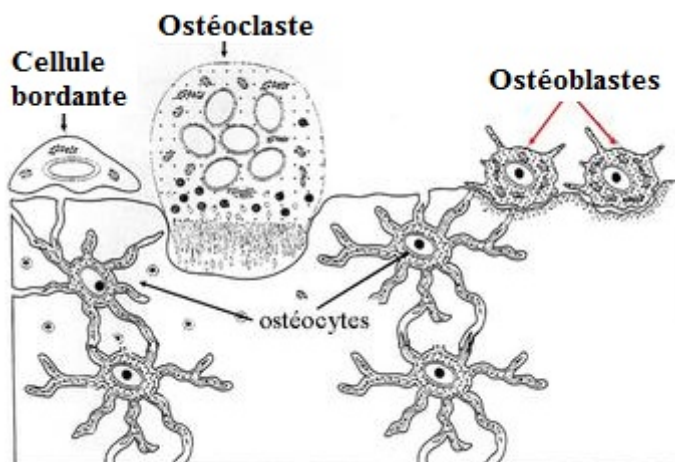
Le tissu osseux : contient 4 types de cellules :

Les ostéoblastes

Ce sont des cellules ostéo-formatrices cubiques situées à la surface externe et interne du tissu osseux en croissance. Ils sont reliés entre eux et avec les ostéocytes par des jonctions communicantes. Leur membrane plasmique renferme en abondance de la phosphatase alcaline. Les ostéoblastes élaborent les constituants organiques de la MEC ; de ce fait, leur cytoplasme est riche en organites impliqués.

Le devenir des ostéoblastes :

- ▶ deviennent des ostéocytes en s'entourant complètement de MEC.
- ▶ Rester au repos sous la forme de cellules bordantes tapissant les surfaces osseuses
- ▶ Mort par apoptose.



Les ostéocytes

Ce sont des ostéoblastes différenciés, incapables de se diviser, entièrement entourés par la MEC osseuse minéralisée. Les ostéocytes siègent dans des logettes ostéoplastes d'où partent

des canalicules anastomosés. Les ostéocytes sont reliés entre eux par des jonctions communicantes. Leurs corps cellulaires sont de plus petite taille que celui des ostéoblastes, fusiforme, possédant moins d'organites que les ostéoblastes.

Les ostéocytes, avec des capacités de synthèse et de résorption limitées, participent au maintien de la matrice osseuse et contribuent à l'homéostasie de la calcémie.

Les cellules bordantes

Les cellules bordantes sont des ostéoblastes au repos, susceptibles, s'ils sont sollicités, de redevenir des ostéoblastes actifs. Elles revêtent les surfaces osseuses qui, à un moment donné, ne sont soumises ni à la formation ni à la résorption osseuse. Ce sont des cellules aplaties et allongées, possédant peu d'organites et reliées entre elles et avec les ostéocytes voisins par des jonctions communicantes.

Les ostéoclastes

Ce sont des cellules très volumineuses, de 20 à 100µm de diamètre, plurinucléées, hautement mobiles, capables de se déplacer à la surface des travées osseuses d'un site de résorption à un autre.

Lorsqu'il est activé, l'ostéoclaste, cellule ostéorésorbante, développe son appareil lysosomal et se polarise fortement ; sa membrane plasmique se différencie en deux domaines séparés par un anneau de jonctions étanche cellule-MEC : un domaine apical qui développe une bordure en brosse au contact de la surface osseuse et un domaine basolatéral situé à l'opposé.

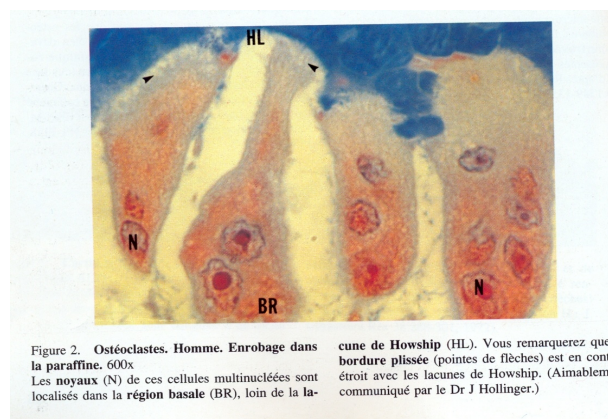


Figure 2. Ostéoclastes. Homme. Enrobage dans la paraffine. 600x
Les noyaux (N) de ces cellules multinucléées sont localisés dans la région basale (BR), loin de la lacune de Howship (HL). Vous remarquerez que la bordure plissée (pointes de flèches) est en contact étroit avec les lacunes de Howship. (Aimablement communiqué par le Dr J Hollinger.)

Photo 14 : Ostéoclastes. Remarquer les flèches indiquant les bordures en brosse.

N : noyau
BR : région basale
HL : lacune de Howship

B. MEC du tissu osseux:

La MEC du tissu osseux comporte une phase organique et une phase minérale.

- La matrice organique

La MEC organique est composée de microfibrilles de collagène I, protéoglycanes, ostéopontine, ostéonectine, ostéocalcine, sialoprotéine osseuse et de thrombospondine (permettant l'attache des cellules osseuses à la MEC avec un récepteur membranaire de la famille des intégrines). La MEC osseuse contient des cytokines et des facteurs de croissance sécrétés par les ostéoblastes et jouant un rôle fondamental dans la régulation du remodelage du tissu osseux et de la minéralisation de la MEC osseuse.

- La phase minérale

Elle est constituée de cristaux de phosphate de calcium cristallisé et de carbonate de calcium. L'os, qui contient 98 % du calcium de l'organisme, représente un réservoir de calcium et joue un rôle primordial dans le métabolisme phosphocalcique.

C. Types de tissus osseux :

1. Tissus osseux primaires (non lamellaires):

On le trouve chez le fœtus et le jeune enfant. Les microfibrilles de collagène sont répartis sans disposition ordonnée. Les ostéocytes sont disposés sans orientation précise par rapport aux canaux vasculaires, de forme irrégulière et de taille variables. La substance fondamentale est fortement riche en protéoglycanes.

2. Tissus osseux lamellaires qui se divisent en :

- Tissu osseux haversien compact
- Tissu osseux haversien spongieux (aréolaire)

Le tissu osseux de l'adulte est de type lamellaire, la matrice osseuse est disposée en lamelles superposées où les microfibrilles de collagène sont arrangées parallèlement selon une direction qui se modifie dans chaque lamelle successive.



Photo 15 : Tissu osseux spongieux

Tissu osseux haversien compact :

Des lamelles se juxtaposent concentriquement à un canal central l'ostéone. Avec des lamelles interstitielles qui constituent les systèmes intermédiaires.

Localisé dans la diaphyse des os longs.

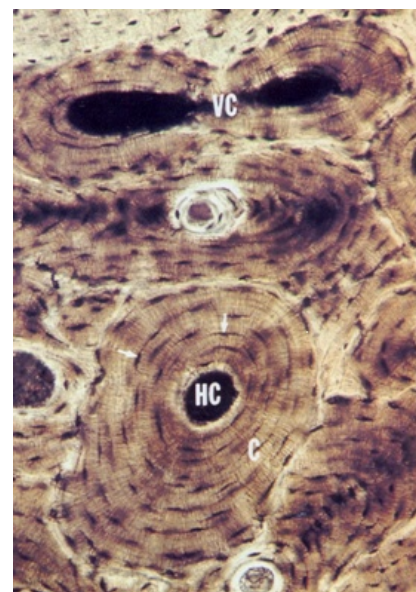


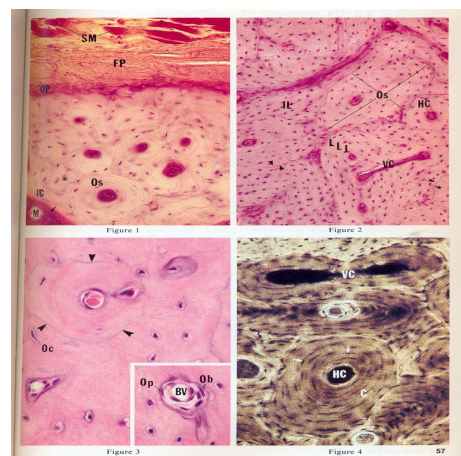
Photo 16 : Tissu osseux haversien compact.

HC : canal d'Havers
VC : canal de Volkmann
C : lamelles concentriques internes

Structure de l'ostéone :

Représente le système de Havers, structures cylindriques qui comprennent :

► Un canal central, le canal de Havers d'un diamètre de 10 à 20 µm.



Occupé par un capillaire et des cellules conjonctives fixes et mobiles ainsi que de fines fibres de collagènes. Les canaux de grand diamètre sont occupés par une artériole et une veinule.

► Des lamelles osseuses concentriques d'une épaisseur de 10 à 13.5µm

Les fibres de collagènes ont une orientation différente d'une lamelle à une autre (résistance mécanique des ostéones).

Photo 17 : tissu osseux haversien compact. Remarquer la structure de l'ostéone.

Os : ostéone
L : lamelle
IL : lamelle interstitielle

► Des canalicules forment des rayons partant des lacunes où les ostéoplastes vers le canal de Havers.

► Des canalicules unissent les ostéoplastes de la même rangée et des rangées voisines.

► Les lignes cimentantes forment des limites périphériques des ostéones.

► Les canaux de Volkmann d'un diamètre identique à ceux de Havers leur direction transversale oblique. Ils réunissent les canaux de Havers voisins.

L'os compact décalcifié est composé de Tissu osseux périostique:

a)- Le périoste : deux couches s'ancrent à l'os par les fibres de Sharpey.

-Couche externe fibreuse qui contient des fibres de collagène et des fibroblastes.

- Couche interne contenant des cellules ostéogènes et des ostéoblastes.

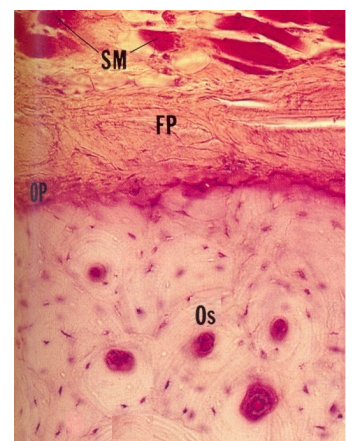


Photo 18: coupe transversale au niveau d'un os compact.

FP : périoste fibreux (externe)
OP : périoste ostéogène (interne)
SM : muscle squelettique

b)- Systèmes lamellaires : comprennent des lamelles concentriques externe et interne, des lamelles interstitielles et des ostéones.

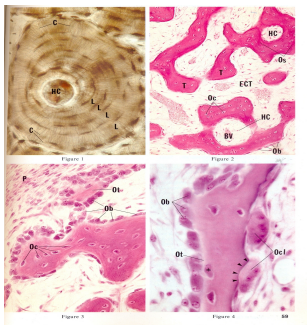


Photo 19: Structure lamellaire.

L : lamelle
HC : canal d'Havers
C : fibres de collagène

c)- Endoste : c'est la fine membrane qui tapisse la cavité médullaire qui contient la moelle osseuse jaune ou blanche.

d)- les cellules sont représentées par :

- des ostéocytes qui occupent les lacunes
- des ostéoblastes et des fibroblastes ostéogènes présents dans le périoste, dans l'endoste et bordent les canaux de Havers.
- des ostéoclastes localisés dans les lacunes de Howship, le long de la surface des résorptions de l'os.

E)- La matrice non calcifiée (l'ostéoïde), s'intercale entre les cellules osseuses et le tissu calcifié.

F)- la vascularisation :

Les vaisseaux sanguins sont présents dans le périoste, la cavité médullaire, dans les canaux de Havers.

Tissu osseux haversien spongieux (aréolaire) :

Le tissu osseux spongieux (ou trabéculaire ou spicules) se caractérise par :

► Des lamelles osseuses en nombre variable, associés en travées, contenant des ostéocytes et ostéoplastes et leurs canalicules, ainsi que des fibres de collagène plus au moins orientées à l'intérieur d'une lamelle.

► les cavités vasculaires de taille variable et de forme irrégulières, communiquent les unes avec les autres. Dans ces cavités, on trouve soit un capillaire, soit une veinule et de la moelle rouge hématogène. Qui occupe les espaces libres entre les travées osseuses.

Il siège essentiellement :

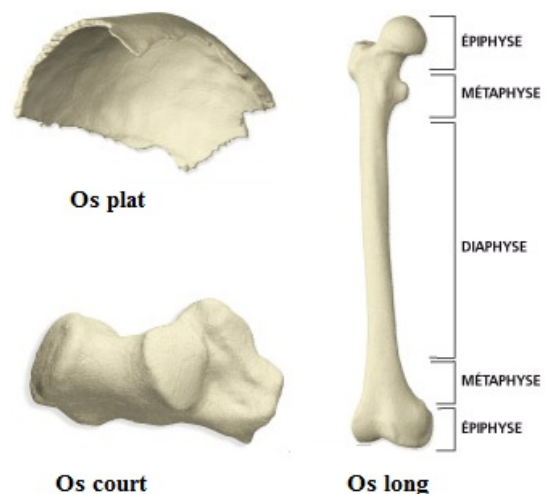
- ❖ dans les os courts
- ❖ dans les os plats (sternum, ailes iliaques)
- ❖ dans les épiphyses des os longs.

D. Structure des os :

L'os est formé de l'association de plusieurs tissus d'origine mésenchymateuse. Les os, principalement constitués de tissu osseux, contiennent également du tissu hématopoïétique, du tissu adipeux, des vaisseaux, des nerfs, du tissu cartilagineux et du tissu conjonctif.

Il existe 3 variétés anatomiques d'os :

- ❖ les os longs (comme le tibia, le fémur),
- ❖ courts (comme les os du carpe)
- ❖ plats (comme le sternum, les côtes).

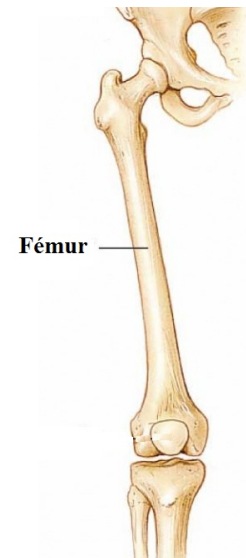


Dans certains cas, les os sont entourés par le périoste sauf au niveau des surfaces articulaires où se trouvent les cartilages articulaires.

La plupart des os sont constitués d'une zone externe de tissu osseux compact et d'une zone interne de tissu osseux spongieux.

Os long : (Exemple : les os du fémur) comprend 3 parties : la diaphyse, les épiphyses, les métaphyses.

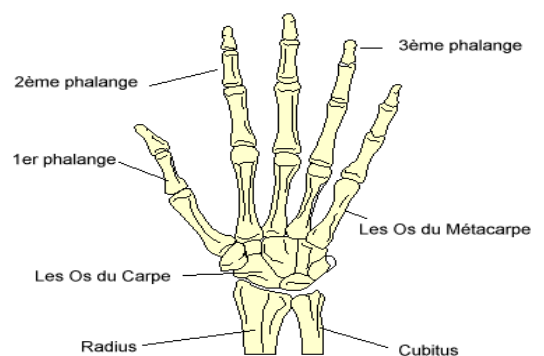
La diaphyse est cylindrique à son centre se trouve la cavité médullaire remplie de moelle osseuse. Le corticale diaphysaire est fait de tissu osseux haversien compact, les ostéones sont orientés longitudinalement entre eux on trouve les lamelles interstitielles. Le corticale diaphysaire est limité en dehors par le tissu osseux périostique.



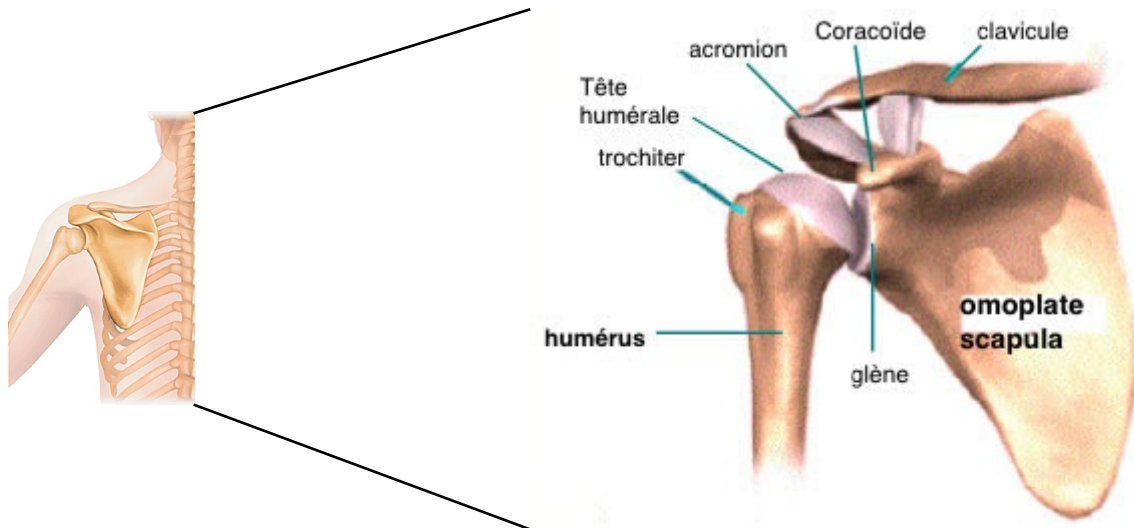
Les épiphyses sont situées aux deux extrémités de l'os, constituées par du tissu haversien aréolaire et recouvertes par le tissu osseux périostique à l'exception de la surface articulaire.

Les métaphyses sont situées entre les épiphyses et la diaphyse. Formées par un tissu haversien aréolaire, revêtu d'une mince couche de tissu osseux périostique. Pendant la période de croissance elles sont séparées des épiphyses par le cartilage de conjugaison.

Os courts : (Exemple : os du carpe et du tarse) sont constitués d'une couche corticale mince de tissu osseux périostique à lamelles parallèles à la surface qui entoure, et d'un tissu haversien aréolaire



Os plats : (Exemple : os des cotes, omoplates, os de la voûte crânienne) : un tissu compact enveloppe une couche moyenne de tissu osseux spongieux.



3.4. Le tissu sanguin :

3.4.1. Introduction:

Le sang est un tissu conjonctif spécialisé dont la matrice extracellulaire est liquide c'est le plasma sanguin, ou baignée une population cellulaires libres très diversifiées.

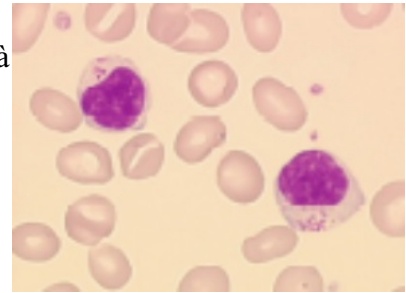
Le sang, représente près de 10% de la masse corporelle. C'est la moelle osseuse qui produit les cellules sanguines au cours d'un processus appelé hématopoïèse.

Les principales fonctions du sang résident dans le transport du gaz (CO₂, O₂..), des hormones, également des produits de métabolisme ainsi que des cellules au cours de migration, aussi d'autres substances sont transportées par le flux sanguin. Il s'agit d'électrolytes, de glucose et des nutriments. . Il assure aussi un rôle de tampon en capturant les ions H⁺ produits par le métabolisme cellulaire.

Cela explique l'importance de ce tissu dans le diagnostic des pathologies, la morphologie, le nombre et les proportions de chaque type cellulaires est indicateur pour de nombreuses modifications biologiques.

Les techniques d'étude des éléments du sang sont surtout basées sur la coloration par divers colorants comme la coloration de May Grunwald-Giemsa, Romanoski, Field et Leishman.

L'hématologie est la spécialité médicale qui s'intéresse à l'étude et au traitement des pathologies qui touchent au tissu sanguin et à l'hématopoïèse.



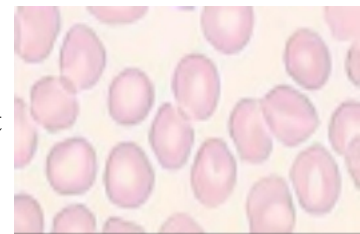
Le tissu conjonctif, le sang contient des éléments cellulaires et une substance fondamentale mais dépourvue de fibres. Les protéines plasmatiques sont représentées par l'albumine, les globulines (alpha, Bêta, gamma), et les protéines de la coagulation sanguine. Toutes les protéines sont synthétisées au niveau du foie à l'exception de l'immunoglobuline synthétisée par les plasmocytes.

La centrifugation d'un prélèvement sanguin non coagulé montre la présence de deux composantes majeures. Un surnageant liquide de couleur jaunâtre qui occupe 55% du volume sanguin total ; c'est le plasma. La deuxième composante est un culot cellulaire constitué par les cellules sanguines qu'on appelle aussi les éléments figurés du sang. Le sérum sanguin est obtenu après une centrifugation sans anti-coagulant qui ne diffère du plasma que par l'absence de fibrinogène car ce dernier se transforme en fibrine solide lors de la coagulation.

3.4.2. Les éléments figurés du sang :

Ce sont les cellulaires qui circulent librement dans le plasma. Nous pouvons distinguer :

3.4.2.1. les érythrocytes: sont également nommées hématies ou globule rouge, elles sont anucléées, hautement différenciées et spécialisées, riches en hémoglobines et impliquées dans le transport de l'oxygène et le dioxyde de carbone.

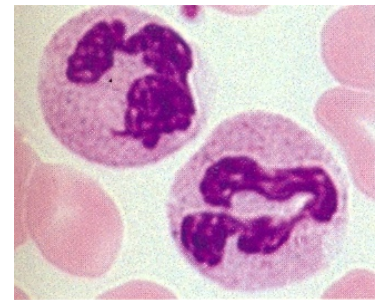


Les globules rouges ont une forme biconcave, elles sont élastiques. Leur diamètre moyen est de l'ordre de 7.6μ . Capable de traverser des capillaires de très petit calibre, leur durée de vie est estimée chez l'être humain à 120 jours dans les conditions physiologiques. Les hématies sont plus nombreuses que les autres éléments sanguins. Chez l'adulte

de sexe masculin elles sont de l'ordre de 5000000 à 5500000 par m^3 /sang et chez la femme, ils sont de 4500000 à 5000000 m^3 /sang. La membrane plasmique des globules rouges comporte un glycocalyx, dont la composition en sucres détermine les groupes sanguins du système ABH(ABO) et d'autre système érythrocytaire.

Les réticulocytes représentent normalement 1% des globules rouges circulants. Ils sont immature, identifiables par la persistance dans leur cytoplasme de reste des organites cytoplasmiques.

3.4.2.2. Les Leucocytes: ou globules blancs, sont nucléés, leur nombre est compris entre 5000 à 9000 m^3 /sang chez l'adulte. Si leur nombre augmente au delà des 9000 on parle d'une leucocytose. Le contraire c'est la leucopénie.



Les leucocytes sont des cellules très mobiles entre le sang et les tissus conjonctifs où ils jouent un rôle essentiel dans les systèmes

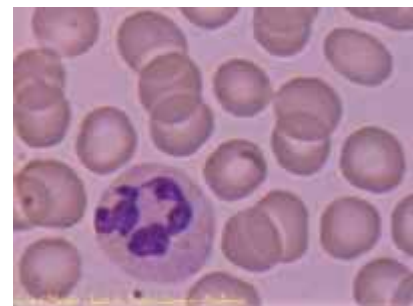
de défenses et d'immunité de l'organisme. Ils sont dotés d'une grande capacité de diapédèse (passage à travers la membrane des capillaires sanguins),

Les leucocytes sont répartis en deux grandes familles en fonction de la présence de granulations cytoplasmiques identifiables en microscopie optique et à la forme du noyau. La répartition de leur pourcentage selon la formule leucocytaire à l'état physiologique chez un adulte est 60% à 75 % pour les granulocytes et 35% à 40% pour les agranulocytes.

A. Les granulocytes : également appelle les polynucléaires

➤ **Granulocytes neutrophiles:** 65%-75%

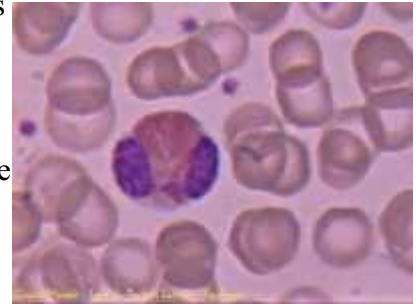
Cellules sphériques de 7 à 9 μm de diamètre. A l'état frais et 10 à 12 μm dans les frottis. Le noyau possède trois à cinq lobes bien individualisés reliés par des ponts de chromatine et le cytoplasme contient des granulations de petite taille homogènement répartie, azurophiles dites primaires impliquent dans la dégradation des micro-organismes et des granulations spécifique qui contient divers enzymes de nature lysosomiale.



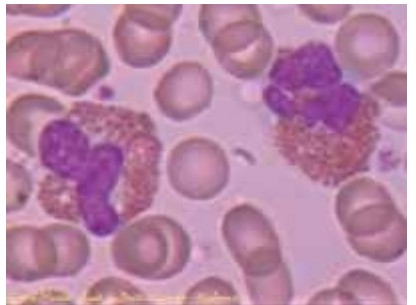
Ils sont impliqués dans les processus de phagocytose, de l'inflammation aigue et lésion tissulaire.

➤ **les granulocytes éosinophiles (acidophiles) :** constituent 2% à 4%

Ils sont légèrement plus grands que les granulocytes neutrophiles et possèdent un noyau bilobé, liés par un pont de chromatine visible et des granulations nombreuses et volumineuses colorées en rouge orangé sur les frottis. Ils mesurent de 9 à 10 μ de diamètre à l'état frais et de 12 à 14 μ dans les frottis desséchés.



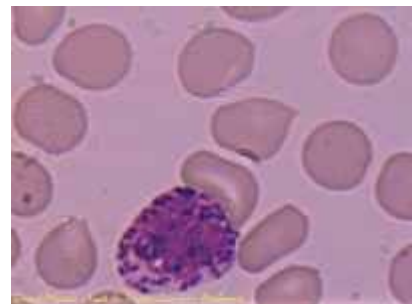
Elles secrètent de nombreux facteurs de croissance ainsi qu'une peroxydase. Ils ont aussi un rôle modulateur de la réaction d'hypersensibilité en neutralisant l'histamine. Les granulocytes éosinophiles sont les cellules effectrices principales de l'immunité antiparasitaires



Dans l'état physiologique on trouve les éosinophiles dans la rate, les ganglions lymphatiques, tube digestif.

➤ **les granulocytes basophiles:** 0,5 à 1 %

Ils sont moins abondants que les autres granulocytes. Le noyau est moins lobulé, leurs diamètre est de (14 à 16 μ m). Les granulations sont basophiles, très volumineuses et recouvrent le noyau. Elles renferment essentiellement de l'histamine et de l'héparine.



La membrane plasmique de ces cellules est riche en récepteurs aux IgE. la fixation des IgE sur ces récepteurs entraîne la libération du contenu des granulations. Cette dégranulation est à l'origine des réactions allergiques chez les personnes génétiquement prédisposées entraînant une simple urticaire, une crise d'asthme ou même un choc anaphylactique.

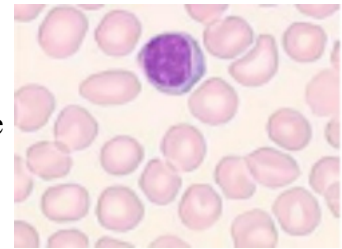
B. les agranulocytes

➤ **Les lymphocytes (25 à 35 %)**

Les lymphocytes du sang ne représentent qu'une faible partie de la population lymphocytaire car la plupart d'entre eux se trouvent dans le tissu lymphoïde.

• **Les petits lymphocytes** de forme régulière et arrondie. Leur taille 7 à 8 micromètres de diamètre. Cellule arrondie, de 8 à 12 μ m de diamètre.

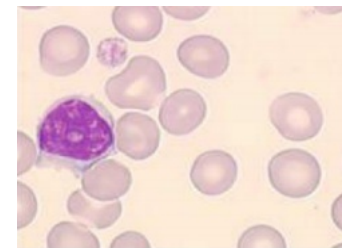
- Rapport N/C élevé
- Noyau très dense, rouge-violet foncé, arrondi avec parfois une petite encoche ou dépression.
- C'est au niveau de cette dépression que l'on observe un petit cytoplasme bleuté.



La taille est à peine supérieure à celle d'une hématie.

Le cytoplasme est parfois modérément basophile

• **Les grands lymphocytes** de taille modérément plus grande. Leur noyau, sphérique, occupant la presque totalité du volume de la cellule. Le cytoplasme est réduit à une mince couronne contenant les organites cellulaires habituels en quantité très restreinte.



- Le diamètre varie de 12 à 15 μ m.
- un rapport N/C moins élevé.
- Noyau ovalaire ou quadrangulaire
- Chromatine dense, d'aspect plus ou moins laqué avec des craquelures ou marbrures.
- Cytoplasme translucide, parfois discrètement bleuté.
- Peut contenir quelques granulations rouges (de 5 à 30), définissant les grands lymphocytes.

Les lymphocytes comprennent trois grandes familles fonctionnelles pouvant être reconnues par des antigènes membranaires différents qu'on appelle marqueurs de surface ou complexe de différenciation (CD).

-Les lymphocytes T de Thymus car leur maturation s'effectue dans le thymus. Les lymphocytes T sont impliqués dans les réactions d'immunité à médiation cellulaire.

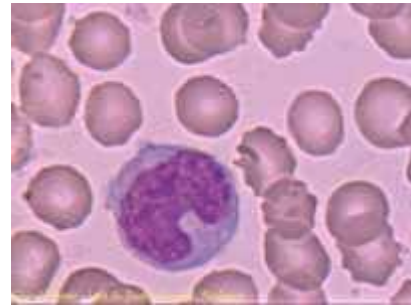
-Les lymphocytes B de Bone marrow car leur maturation s'effectue dans la moelle osseuse. Les plasmocytes, étape finale de la maturation de ces cellules, sont responsables de l'immunité humorale : ils synthétisent les immunoglobulines.

La plupart des réactions immunitaires font intervenir les deux populations lymphocytaires T et B,

-Les lymphocytes NK (Natural Killer).

➤ **Les monocytes (2 à 10 %)**

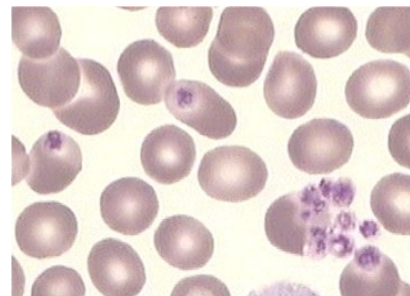
Le monocyte est la plus grande cellule du sang. Il mesure 15 à 18 μm de diamètre. Son noyau est réniforme ou encoché. Le cytoplasme contient quelques granulations azurophiles. Les monocytes ont un pouvoir phagocytaire important.



3.4.2.3. Les Thrombocytes ou plaquettes

Les plaquettes sanguines ou thrombocytes proviennent de la fragmentation cytoplasmique de leurs précurseurs médullaires, les mégacaryocytes.

Ce sont donc de petits fragments cytoplasmiques anucléés entourés de membrane. Leur diamètre varie de 2 à 5 μm . Elles jouent un rôle essentiel dans l'hémostase et la coagulation sanguin.



3.4.3. Les cellules libres des tissus conjonctif représentent : les systèmes de phagocytose mononucléés comprenant les macrophages tissulaires libres et fixes, les histiocytes, les cellules de Kupffer dans le foie, les microglies dans le système nerveux central, les cellules de Langerhans de la peau et les macrophages alvéolaires du poumon.

Tissus musculaires

I. Caractéristiques générales :

Les cellules musculaires, les myocytes ou fibres musculaires, possèdent un certain nombre de caractéristiques communes.

- Elles sont spécialisées dans la production d'un travail mécanique → la contraction
- Leur cytoplasme contient un matériel protéique filamentaire contractile. Les myofilaments *d'actine* associés à des filaments de *tropomyosine* et de *myosine*, ainsi que des filaments intermédiaires de **desmine**.

- Elles contiennent une concentration plus ou moins élevée de **myoglobine**, pigment respiratoire fixant l'oxygène.
- **Leur membrane plasmique** contient de nombreux récepteurs à des molécules variées ainsi que des **transporteurs** de glucose.
- Elles sont revêtues par une **membrane basale (MB)** → **le complexe dystrophine-protéines associées à la dystrophine** établit un lien entre les filaments d'actine du myocyte et la laminine de la MB.

La dystrophine est une protéine située sous la membrane plasmique de tous les types de myocytes (squelettiques, cardiaques et lisses). Elle permet l'accrochage des myofilaments d'actine de la cellule musculaire à la laminine de la MB.

II. Types de tissus musculaires :

On distingue **trois types différents de tissus musculaires** : *striées squelettiques, striées cardiaques et lisses.*

II.1. Les tissus musculaires striés :

Il est formé de :

II.1.1. Le sarcomère représente l'unité élémentaire d'organisation des protéines contractiles des myocytes striés. Il est constitué de :

► Les myofibrilles

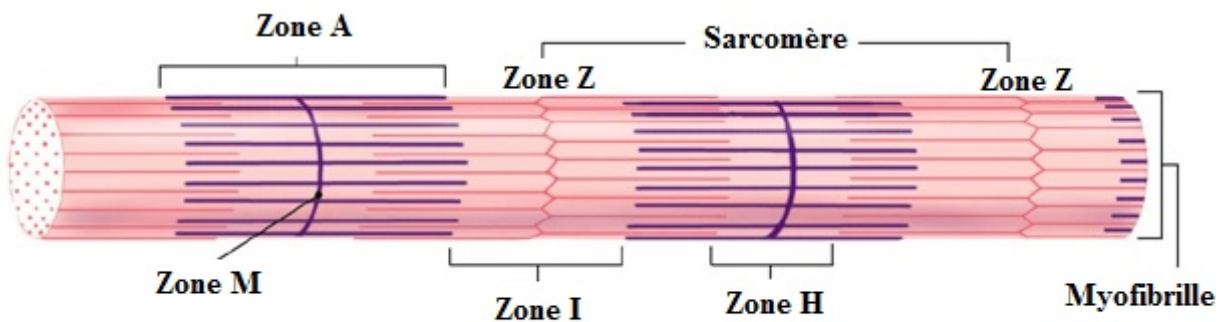
Les myofibrilles sont des cylindres parallèles allongés dans le sens de la cellule, faits de la succession régulière, bout à bout, de petits cylindres identiques appelés sarcomères.

Chaque sarcomère est fait d'un faisceau de myofilaments parallèles à son grand axe. La répartition des filaments fins d'actine et les filaments épais de myosine déterminent au sein du

sarcomère des régions de structure différente rendant compte de la striation transversale des myofibrilles bien visible en MO.

Les **filaments épais** sont disposés au milieu du sarcomère à l'emplacement du **disque A (anisotrope)** ou disque sombre. Par contre, dans les **parties latérales du disque A**, les **filaments fins et épais se chevauchent**. Les **filaments fins** se disposent entre les filaments épais selon un mode hexagonal régulier, avec des ponts d'union.

Chaque **filament épais** semble attaché au filament voisin par un renflement médian qui constitue le **disque M (protéine M myoméline)**.



Cependant, le **disque H (strie de Hensen)**, n'est composé que de **filaments épais**. Le **disque I (isotrope)** ou disque clair, n'est composé que de filaments fins. Le **disque (ou strie) Z (Zwischenscheibe)** est marqué par l'interpénétration sur une faible distance des extrémités des filaments fins de deux sarcomères. Ils servent à relier l'extrémité des filaments fins de chaque sarcomère entre elles et avec les extrémités des filaments fins du sarcomère adjacent.

► **Les filaments épais** : sont essentiellement formés de l'assemblage régulier de molécules de myosine

► **Les filaments fins** : sont essentiellement composés de polymères d'actine

II.1.2. Autres constituants cytoplasmiques :

► **De nombreuses mitochondries**

► **Des filaments intermédiaires de desmine et des microtubules**

► **Le réticulum sarcoplasmique longitudinal**

Il est constitué par un réseau de canalicules et de saccules anastomosés, longitudinaux, entourant chaque myofibrille et se détachant en une citerne terminale au niveau de chaque sarcomère.

► **De nombreux grains de glycogène**

Bien visibles en ME, ils constituent une réserve énergétique. Il existe également de nombreuses gouttelettes lipidiques.

II.1.3. Sarcolemme et la région sous-sarcolemmique présentent des différenciations fondamentales. Le terme de sarcolemme s'applique, soit à l'ensemble de la membrane plasmique et de la MB qui la tapisse, soit à la seule membrane plasmique du myocyte.

► **Les transporteurs de glucose**

Le glucose pénètre dans le myocyte strié par diffusion facilitée grâce à deux protéines transmembranaires qui servent de **transporteurs**.

► **Le système T**

Le système T est un système transversal de canalicules (ou tubules) représentant des invaginations tubulaires de la membrane plasmique. Ces canalicules pénètrent dans le cytoplasme et cheminent autour des myofibrilles entre les citernes terminales du réticulum sarcoplasmique longitudinal. La membrane des citernes terminales du réticulum sarcoplasmique et celle des canalicules du système T (triades) renferment de nombreux canaux calciques.

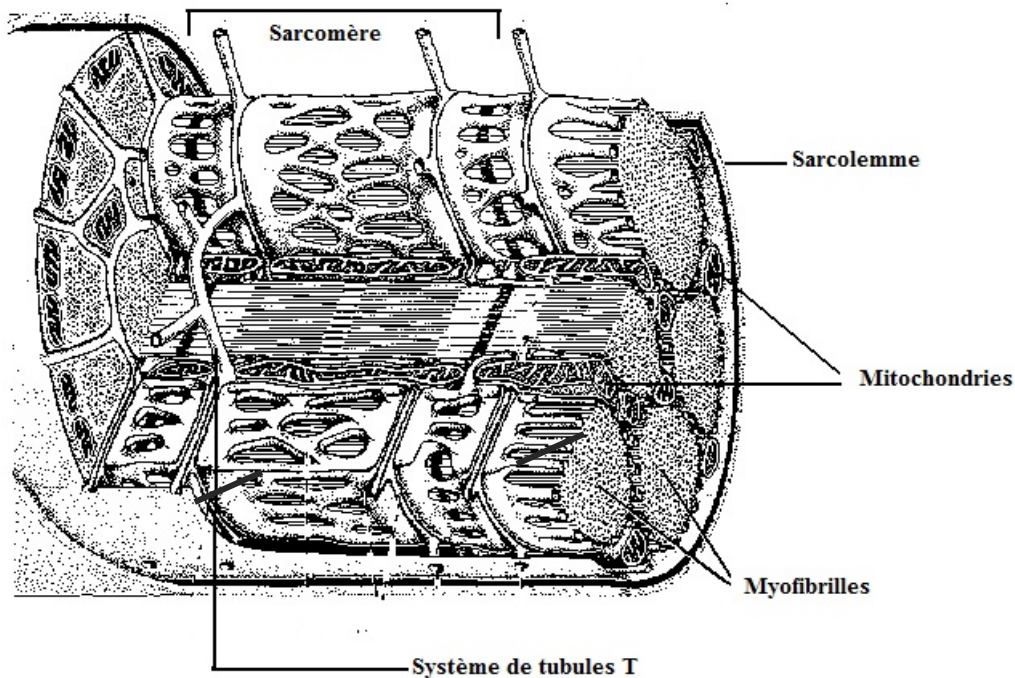


Photo 20: schéma représentant un rhabdomyocyte.

Remarquer la structure du sarcomère. Les deux traits en noir (flèches) représentent la zone Z. La bande qui contient le trait Z (en blanc) représente la zone I. Directement après I, on trouve la zone A.

Un sarcomère est l'espace limité par deux zones Z.

II.2. Tissu musculaire strié squelettique :

Cernée par sa membrane plasmique entourée de sa MB, la cellule musculaire striée squelettique (ou **fibre** musculaire striée squelettique ou rhabdomyocyte a la forme d'un cylindre allongé, dont le diamètre est d'environ 10 à 100 micromètres et dont la longueur excède rarement 10 cm. Elle possède plusieurs centaines de noyaux situés en périphérie de la cellule, contre sa membrane plasmique. Son cytoplasme contient de très nombreuses myofibrilles organisées selon le modèle sarcomérique (Zones, A, I, H, Z et M).

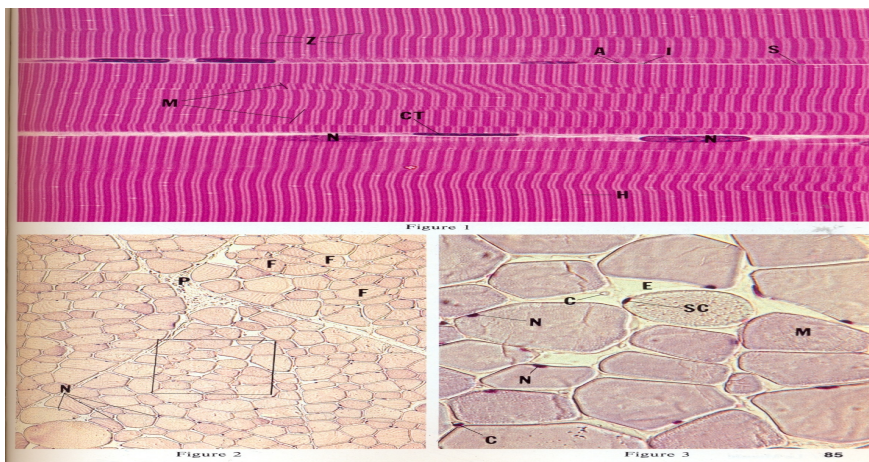


Photo 21: coupe longitudinale dans un muscle squelettique.

CT : tissu conjonctif
M : myofibrille
N : noyau
S : sarcomère

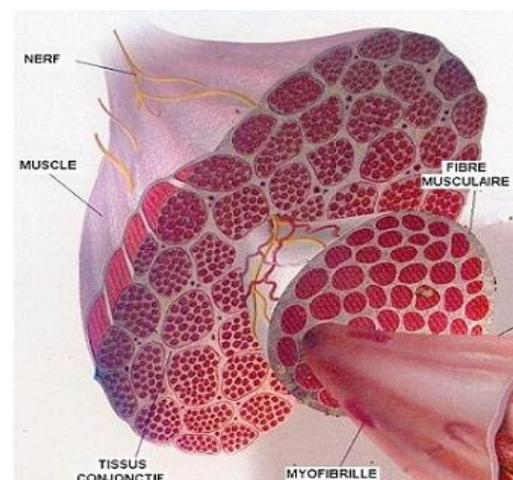
I : bande I (claire)
A : bande A (sombre)
H : strie H
Z : strie Z

II.2.1. L'organisation du tissu conjonctif du muscle squelettique :

Un muscle squelettique est constitué par des cellules musculaires striées groupées en faisceaux et assemblées par du tissu conjonctivo-vasculaire qui se répartit à plusieurs niveaux :

- ❖ l'**endomysium** entoure chaque myocyte,
- ❖ le **pérимysium** entoure chaque faisceau.
- ❖ l'**épимysium** revêt le muscle dans son entier.

Photo 22: Tissu conjonctif du muscle



II.2.2. Cellules satellites :

Situées entre la membrane plasmique et la MB du rhabdomyocyte, les cellules satellites possèdent un seul noyau. Elles sont capables, en cas de lésion musculaire, d'être activées et de contribuer à la réparation des myocytes lésés ou à la formation de nouveaux myocytes (régénération musculaire).

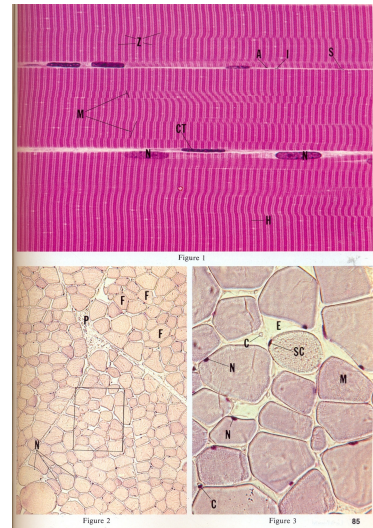


Photo 23: coupe transversale d'un muscle squelettique.

SC : cellule satellitaire
C : capillaire

E : endomysium

II.2.3. Fibres de type I et de type II :

Les cellules musculaires striées squelettiques possèdent des caractéristiques morpho-fonctionnelles variables qui permettent de distinguer des myocytes de type I, de type II et de type intermédiaire aux deux précédents.

— **Les myocytes de type I** ou fibres rouges car riches en myoglobine sont de petit calibre et à contraction lente, essentiellement pour maintenir la station debout et les postures. Ils sont riches en mitochondries. Ils fonctionnent principalement par la voie de la glycolyse aérobie.

— **Les myocytes de type II** ou fibres blanches, car pauvres en myoglobine sont de grand calibre et à contraction rapide essentiellement pour les mouvements des membres. Ils sont riches en glycogène. Ils fonctionnent principalement par la voie de la glycolyse anaérobie.

— **Les myocytes de type intermédiaire** possèdent certaines caractéristiques de ceux de type I et d'autres de ceux de type II.

II.2.4. Jonctions neuro-musculaires :

La jonction neuro-musculaire est la synapse entre les terminaisons axonales du motoneurone alpha et fibre musculaire striée squelettique :

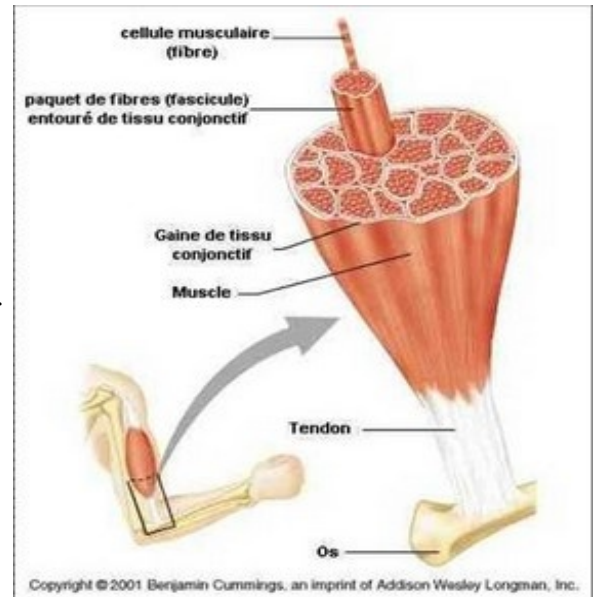
Dans un muscle squelettique normal, chaque cellule musculaire possède une innervation unique.

La plaque motrice est l'endroit du sarcolemme où s'effectue la jonction neuro-musculaire.



II.2.5. Jonctions myo-tendineuses :

Les fibres musculaires striées squelettiques (rhabdomyocytes) s'insèrent sur les os par l'intermédiaire de tendons. C'est au niveau des jonctions myo-tendineuses que les forces générées par la contraction des myofibrilles sont transmises à travers la membrane plasmique du myocyte pour agir sur le tendon.



II.3. Tissu musculaire strié cardiaque :

Le tissu musculaire strié cardiaque (ou tissu myocardique) se caractérise par son aptitude à se contracter rythmiquement et harmonieusement de façon spontanée.

Les battements cardiaques et leur rythme sont déterminés par l'activité intrinsèque des cardiomyocytes du nœud sino-auriculaire. En effet, les cardiomyocytes sont spontanément

excitables ; leur dépolarisation et repolarisation rythmique est indépendante du système nerveux.

Le système nerveux végétatif exerce toutefois une influence sur le rythme des contractions : schématiquement, le parasympathique ralentit le cœur alors que le sympathique l'accélère.

II.3.1. Différence entre les cellules myocardiques les cellules musculaires striées squelettiques :

a/ L'aspect général est très différent :

Les cellules myocardiques (ou cardiomyocytes), beaucoup moins allongées que les rhabdomyocytes, ont une forme de cylindre dont les extrémités présentent des bifurcations, grâce auxquelles elles entrent en connexion avec les cellules myocardiques adjacentes pour former un **réseau tridimensionnel complexe**.

b/ Au lieu des centaines de noyaux dans les rhabdomyocytes, chaque cardiomyocyte possède un **noyau, central, unique**, allongé dans le sens du grand axe de la cellule.

c/ Les myofibrilles divergent autour du noyau et laissent, une région axiale fusiforme dépourvue de matériel contractile et contenant divers organites cytoplasmiques.

d/ Les mitochondries sont plus nombreuses et les grains de glycogène plus abondants que dans les rhabdomyocytes.

e/ L'absence de jonction neuro-musculaire et donc de plaque motrice

f/ La diversité des récepteurs membranaires

La membrane plasmique comporte de nombreux récepteurs (récepteurs de l'acétylcholine, récepteurs alpha-1, bêta-2 et surtout bêta-1 de l'adrénaline/noradrénaline,

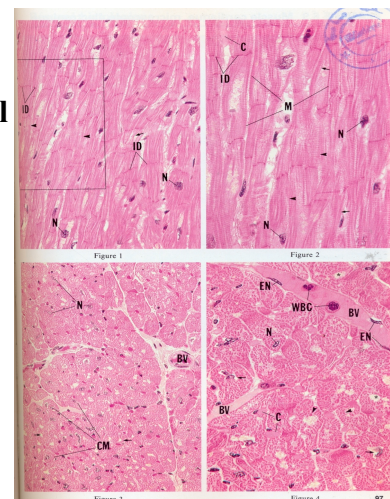


Photo 24: muscle strié cardiaque.

récepteurs de l'angiotensine II, canaux calciques voltage-dépendants, canaux calciques ligand-dépendants, etc...).

g/L'existence de dispositifs de jonction cellule-cellule

Des dispositifs de jonction très particuliers assurent en effet la cohésion des cellules myocardiques de l'ensemble du cœur et permettent d'une part la transmission d'une cellule à l'autre de la tension développée par la contraction des myofibrilles et d'autre part la diffusion rapide de l'excitation d'une cellule à l'autre à travers le cœur. Ces dispositifs de jonction striées scalariformes où disques intercalaires (striées intercalaires) visibles en MO aux extrémités de chaque cardiomyocyte sous la forme d'un trait continu globalement transversal mais fait de la succession alternée de segments transversaux et de segments longitudinaux, apparaissent en ME comme constitués de desmosomes, de zonula adhaerens et de jonctions communicantes.

- **Les desmosomes** permettent une forte adhésion des cellules entre elles et évitent ainsi que les contractions régulièrement répétées ne les détachent les unes des autres.
- **Les zonula adhaerens**, servent également de jonctions d'ancrage cellule-cellule
- **Les jonctions communicantes**, forment des voies de faible résistance permettant la transmission intercellulaire directe des signaux contractiles.

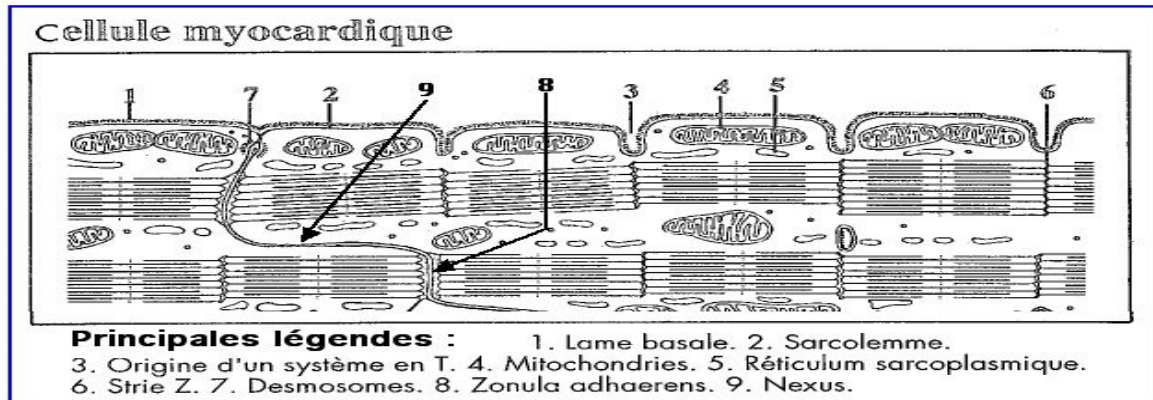


Photo 24: schéma d'une cellule musculaire cardiaque.

1. Lame basale ; 2. Sarcolemme ; 3. Origine d'un système T ; 4. Mitochondrie ; 5. Réticulum sarcoplasmique ; 6. Strie Z, 7. Desmosomes ; 8. Zonula adhaerens ; 9. Nexus (jonctions communicantes).

Chaque cardiomyocyte présente une dizaine environ de disques intercalaires avec ses voisins et de l'ordre d'un millier de jonctions communicantes au total.

II.3.2. Les trois variétés principales de cardiomyocytes :

- **Les cardiomyocytes contractiles :**

Qu'ils siègent dans les ventricules ou dans les oreillettes, les cardiomyocytes contractiles correspondent à la description.

- **Les cellules myoendocrines :**

Pauvres en myofibrilles, ces cardiomyocytes ont également une fonction endocrine. Ils contiennent de nombreuses vésicules de sécrétion, contenant le précurseur d'une famille de polypeptides collectivement connus sous le nom de **cardiodilatine** ou **Facteur Auriculaire Natriurétique**, hormones impliquées dans la régulation du volume sanguin et la composition électrolytique du liquide extra-cellulaire. Elles entraînent une vasodilatation, une baisse de la pression artérielle et une diminution du volume sanguin, avec une considérable augmentation de la diurèse et de l'élimination urinaire de sodium.

- **Les cellules cardionectrices :**

Ce sont des cardiomyocytes modifiés qui constituent le système de conduction du myocarde (**système cardionecteur**). Ces cellules sont spécialisées dans l'initiation de l'excitation (qui est myogénique) et dans la conduction de l'excitation. On en distingue deux variétés principales.

II.3.3. Cellules nodales :

Elles sont situées dans le nœud sino-auriculaire, le nœud auriculo-ventriculaire et le tronc du faisceau de His. Nettement plus petites que les cardiomyocytes banals, elles sont pauvres en myofibrilles et riches en glycogène. Leur aspect fusiforme et leur disposition enchevêtrée au sein d'un tissu conjonctif abondant et dense peuvent les rendre difficiles à différencier des fibroblastes qui les entourent, mais à un examen attentif on découvre leur striation transversale. C'est là que naît l'initiation de chaque battement : le nœud sino-auriculaire est le stimulateur de l'excitation cardiaque.

II.3.4. Cellules de Purkinje :

Elles sont situées dans les branches du faisceau de His et dans le réseau de Purkinje. Ce sont des cellules beaucoup plus volumineuses que les cardiomyocytes banals. Leur cytoplasme est abondant, clair, riche en glycogène et en mitochondries, pauvre en myofibrilles. La conduction de l'onde de dépolarisation se fait à une vitesse 4 à 5 fois plus élevée que dans les cardiomyocytes banals.

II.4. Tissu musculaire lisse :

Les cellules musculaires lisses, jouent un rôle majeur dans la vie végétative. Elles se caractérisent par le fait qu'elles sont le siège de contractions spontanées, susceptibles d'être régulées par de nombreux stimuli (nerveux, hormonaux, cytokiniques) et qu'elles sécrètent de nombreuses molécules.

II.4.1. Organisation des protéines contractiles

Fusiforme et allongée, la CML comporte un noyau unique central et un cytoplasme qui présente deux zones : l'une contient les organites vitaux de la cellule et coiffe les deux pôles du noyau, l'autre occupe la plus grande partie de la cellule et est remplie de myofilaments. Son cytoplasme renferme des protéines contractiles, actine et myosine, qui

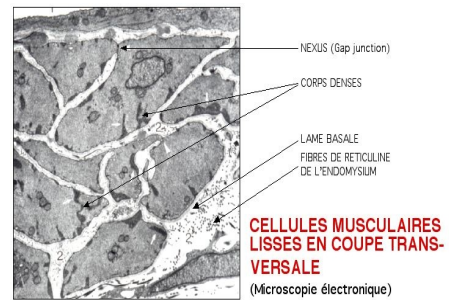


Photo 25: photo d'une cellule musculaire lisse obtenue par ME.

ne sont pas organisées selon l'agencement précis parallèle visible dans les myofibrilles du muscle strié. Seuls les microfilaments fins d'actine sont visibles en ME de routine ; ils se groupent en faisceaux irréguliers orientés selon le grand axe de la cellule, plus ou moins obliquement par rapport à celui-ci.

Comme dans le muscle strié, les filaments d'actine sont associés à des molécules de tropomyosine ; en revanche, ils sont dépourvus de troponine. les **myofilaments** d'actine et de myosine s'attachent à des **zones denses** et soit dispersées dans le cytoplasme soit accolées à la face interne de la membrane plasmique. A ces zones denses, s'attachent également des filaments intermédiaires de desmine et de vimentine.

II.4.2. Jonctions cellulaires :

■ La présence de jonctions communicantes permet la diffusion de l'excitation entre les CML

Selon les variétés de CML, et éventuellement selon les conditions fonctionnelles, le nombre des jonctions communicantes est extrêmement variable :

Exemple les jonctions communicantes entre les **CML utérines** myomètre varie considérablement selon les circonstances physiologiques.

■ Entre les jonctions communicantes, le sarcolemme des CML est divisé en deux domaines distincts. La membrane plasmique des CML est revêtue d'une **MB** qui repose sur la MEC adjacente.

(1)- Un domaine correspond à des plaques d'adhérence (contacts focaux) :

Ces plaques d'adhérence sont impliquées dans l'accrochage des filaments d'actine de la cellule aux molécules de la MEC. A leur niveau, se trouvent des intégrines et de nombreuses protéines cytoplasmiques.

(2)- L'autre domaine est appelé cavéolaire

Ce domaine correspond aux zones situées entre les précédentes et riches en invaginations vésiculaires ou cavéoles, dont une des principales protéines constitutives est la cavéoline ; c'est au niveau de ce domaine que l'immunofluorescence permet de localiser le complexe dystrophine-protéines associées. Ce complexe présente des récepteurs à la laminine qui permettent l'adhérence de la cellule à la MEC. On note également la présence de très nombreux récepteurs membranaires, en particulier à l'acétylcholine, à l'adrénaline-noradrénaline (récepteurs adrénergiques alpha, bêta-1 et surtout bêta-2), à l'ocytocine, à la vasopressine, à l'histamine, à l'angiotensine II, aux prostaglandines, etc., ainsi que des canaux calcium (les uns voltage-dépendants et les autres ligand-dépendants) et des canaux potassium (dont l'ouverture entraîne une hyperpolarisation et la relaxation de la CML, alors que leur fermeture déclenche une dépolarisation et donc la contraction de la CML).

II.4.3. Les différents regroupements des CML

- **CML isolées**

Les CML peuvent être isolées, dans la capsule ou le stroma de certains organes pleins comme la prostate dans le tissu conjonctif sous-cutané, au niveau du scrotum ou du mamelon du sein ou encore au centre des villosités intestinales.

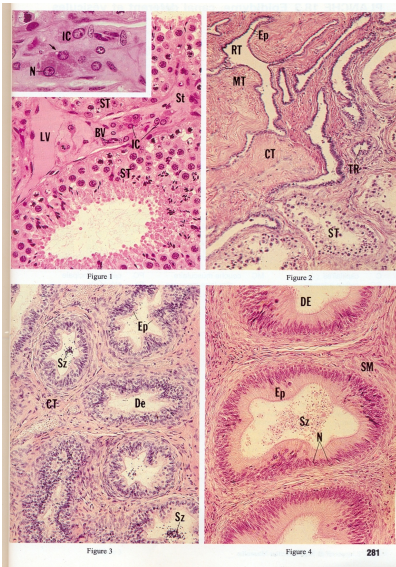


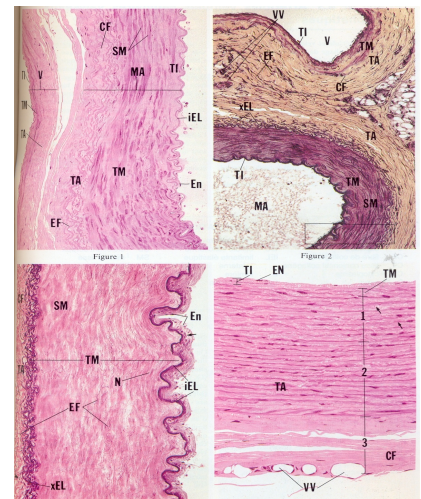
Photo 27: canal épididymaire montrant des CML isolées.

SM : muscle lisse
 EP : épithélium pseudostratifié
 Sz : spermatozoïde
 DE : canal épididymaire

Le plus souvent, les CML sont groupées en couches superposées pour former des tuniques qui constituent la musculature lisse des organes creux : vaisseaux sanguins et lymphatiques, tube digestif et canaux excréteurs des glandes digestives, arbre trachéo-bronchique, voies uro-génitales, utérus.

Photo 27 : coupe transversale dans une grande veine.

TA : adventice	EN: couche endothéliale
TM : média	CF: fibres de collagène
TI : intima	1: couche interne
2: couche moyenne	3: couche externe



• **Petits muscles individualisés**

Enfin, rarement, les CML se groupent pour former des petits muscles individualisés, comme les muscles arrecteurs des poils dont la contraction entraîne la chair de poule, les muscles constricteur et dilatateur de l'iris qui règlent le diamètre de la pupille, les muscles ciliaires qui permettent l'accommodation dans la vision de près.

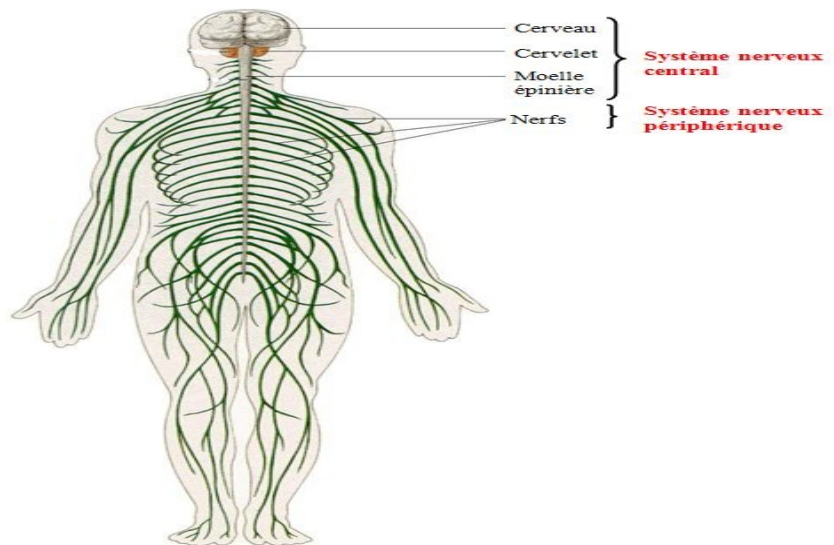
La contraction de la CML ne s'exerce pas sous le contrôle de la volonté. Elle peut être spontanée ou dépendre du système nerveux végétatif, d'une stimulation hormonale, exemple,

les hormones post-hypophysaires, ADH et surtout l'ocytocine entraînent une contraction des CML et/ou de modifications locales survenant à l'intérieur du muscle lisse lui-même et en particulier de l'étirement.

Tissu nerveux

I. Introduction :

Le tissu nerveux est d'origine ectodermique. Il est spécialisé dans la **conduction**, la **transmission** et le **traitement** des informations.



Il est présent dans toutes les régions du corps. Il est, avec le système hormonal, l'un des grands moyens de communication de l'organisme.

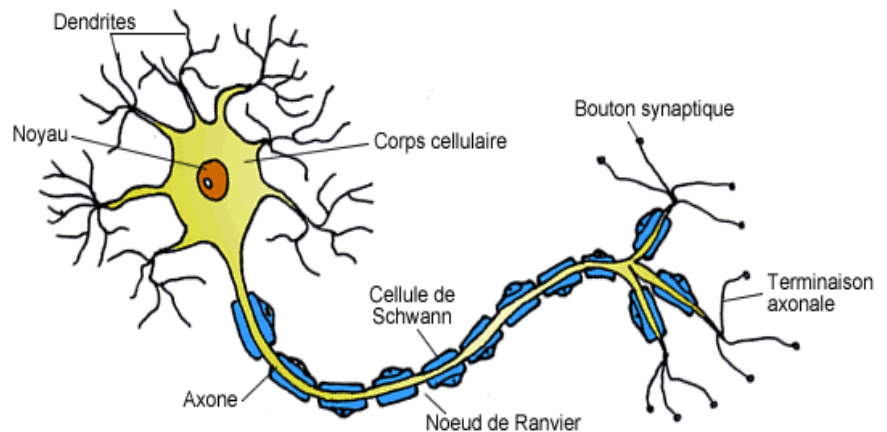
D'un point de vue anatomique, il est commode de distinguer au sein du tissu nerveux, ce qui appartient au système nerveux central (SNC) de ce qui appartient au système nerveux périphérique (SNP). **D'un point de vue histologique, l'élément constitutif de base du tissu nerveux est le neurone.**

II. Les éléments du tissu nerveux :

Le tissu nerveux est la base du système nerveux central (SNC). Il est constitué de neurones, de cellules gliales (Névroglie), de capillaires sanguins et de MEC.

II.1. Le neurone :

Les neurones ou cellules nerveuses sont des cellules hautement différenciées, spécialisées dans la communication intercellulaire. Ils reçoivent, traitent et transmettent des signaux. Chez l'adulte, les neurones matures ne se renouvellent pas.



Du point de vue physiologique, un neurone seul, isolé, n'a pas de signification car la fonction du système nerveux (SN) implique que les neurones communiquent entre eux, au niveau des **synapses**, réalisant ainsi des réseaux nerveux compliqués.

La cellule nerveuse, ou neurone, est constituée par un **corps cellulaire** d'où partent des prolongements de deux types, les **dendrites** et l'**axone**, qui diffèrent par de nombreux caractères.

Les dendrites, habituellement multiples, et toujours très courts, conduisent l'influx nerveux vers le corps cellulaire, alors que l'axone, toujours unique, parfois très long (pouvant atteindre 1 mètre). Il conduit l'influx nerveux à partir du corps cellulaire jusqu'à ses cibles.

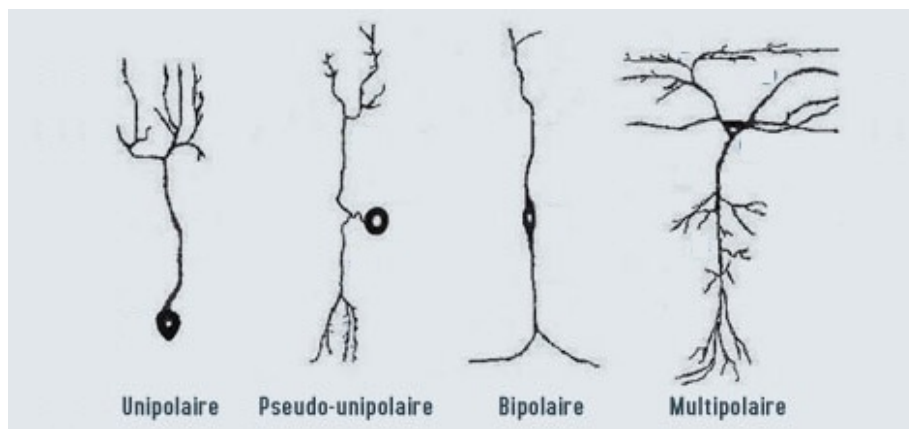
II.1.1 Types de neurones :

- Selon la disposition générale des prolongements par rapport au corps cellulaire:

a/ **Des neurones unipolaires** : qui n'ont qu'un seul prolongement.

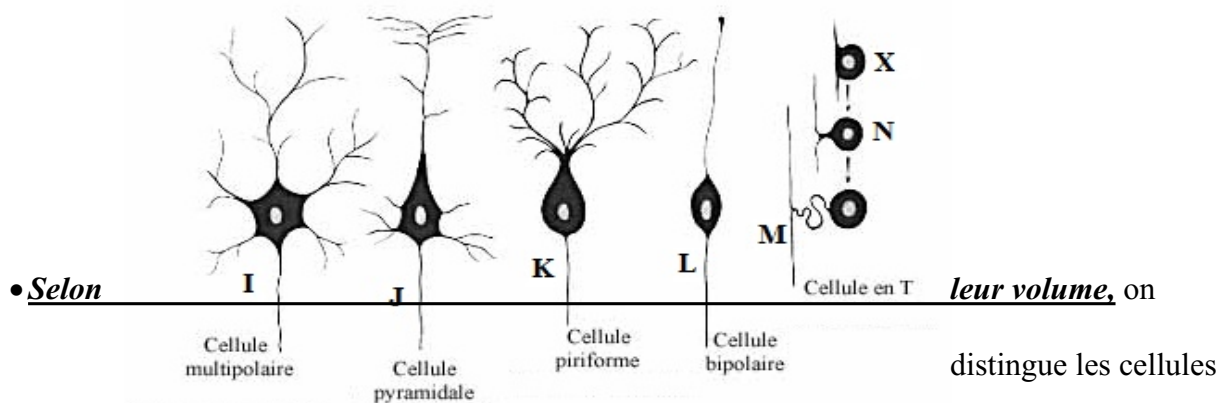
b/ **Bipolaires** : qui ont un prolongement afférent et un prolongement efférent.

c/ **Pseudo-unipolaires** : ayant un prolongement unique qui se bifurque à distance du corps cellulaire en un prolongement afférent et un prolongement efférent.



d/ **Multipolaires** : qui ont des prolongements multiples : un seul axone, mais de nombreux dendrites.

- Selon la forme du corps cellulaire, on reconnaît des neurones : étoilés (I), fusiformes (L), coniques (K), polyédriques, sphériques (M, N, X), pyramidaux (J),



- en petites, moyennes, grandes ou géantes.
- Selon l'organisation dans l'espace des ramifications dendritiques :

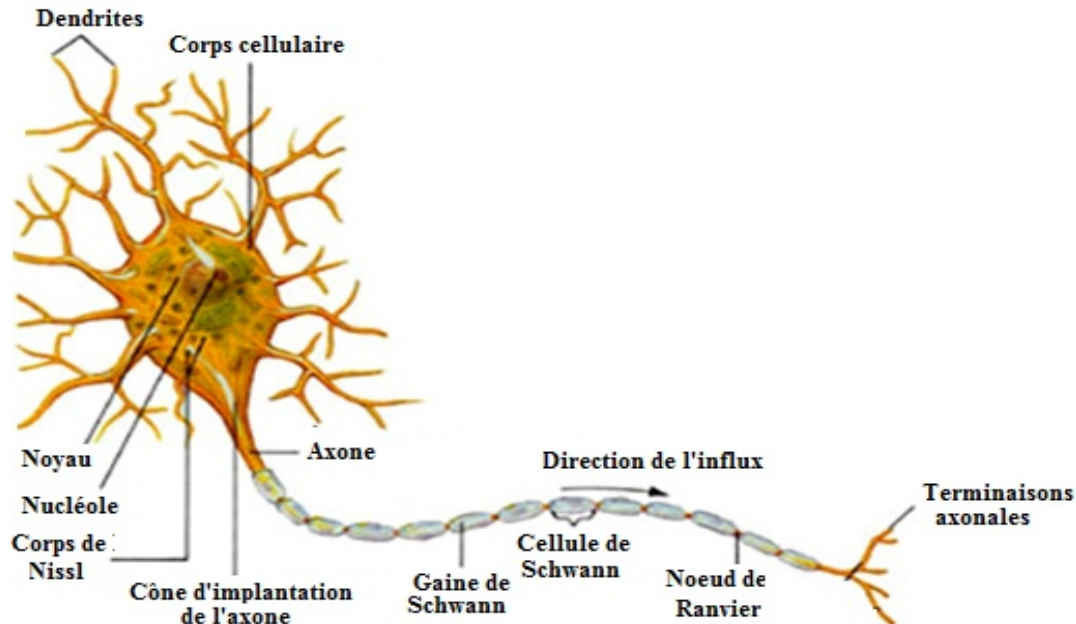
a/ **Isodendritiques** : divergence des dendrites dans toutes les directions

b/ **Allodendritiques** : asymétrie limitée de l'arbre dendritique

c/ **Idiodendritiques** : organisation spécifique de l'arbre dendritique.

II.1.2. Structure des neurones :

Le neurone est caractérisé par un **noyau**, volumineux et sphérique. Il contient un **gros nucléole**, arrondi, dense et une **chromatine** dispersée. Le **cytoplasme** est riche en organites, mais leur répartition n'est pas homogène. **L'appareil de Golgi**, habituellement volumineux, est situé dans le corps cellulaire, en position juxta-nucléaire.



Les corps de Nissl se situent dans le corps cellulaire et éventuellement dans les dendrites. Ils correspondent, à des amas de citernes de réticulum endoplasmique granulaire entre lesquels se trouvent de nombreux **ribosomes libres et polysomes**. Ils sont totalement absents de l'axone et de son cône d'implantation (la base).

Les mitochondries sont nombreuses et réparties dans le corps cellulaire, les dendrites et l'axone. Le **cytosquelette** est composé de **microfilaments** d'actine, de **filaments intermédiaires** et de **microtubules**. Les microtubules sont indispensables à la réalisation du flux axonal, qui permet les transports bidirectionnels d'organites.

Les synthèses protéiques ont lieu dans le corps cellulaire du neurone et ne peuvent se produire dans l'axone. Ainsi, les produits nouvellement synthétisés doivent cheminer le long de l'axone pour permettre le maintien de l'intégrité de la terminaison nerveuse qui est parfois très éloignée.

Les cas particuliers : Les neurones pigmentés du tronc cérébral contiennent dans leur cytoplasme des grains de neuro-mélanine.

Les neurones neuro-sécrétoires, situés dans l'hypothalamus, renferment des vésicules de sécrétion, contenant des neuro-hormones.

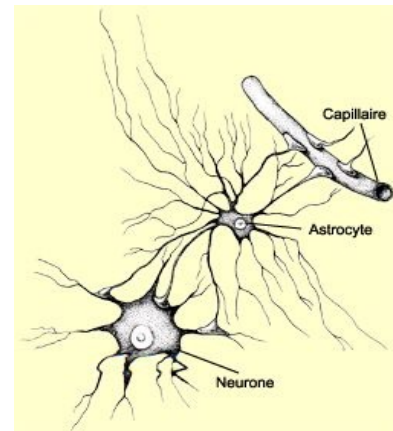
II.2. Les cellules gliales ou Névrogie :

Pour le tissu constituant le **SNC**, il existe 4 variétés de cellules gliales : **les astrocytes**, **les oligodendrocytes**, **les cellules épendymaires** et les cellules **microgliales**.

Le système nerveux périphérique (**SNP**) comprend les cellules satellites des neurones périphériques et les cellules de Schwann.

II.2.1. Astrocytes :

Ils sont de forme étoilée. Les astrocytes sont faits d'un corps cellulaire contenant le noyau et de prolongements cytoplasmiques diversement ramifiés. Ils se caractérisent par l'abondance, de filaments intermédiaires « gliofilaments » riches en **GFAP** (protéine glio-fibrillaire acide) et de **grains de glycogène**. Ce stock glycoléique constitue la principale réserve énergétique cérébrale.



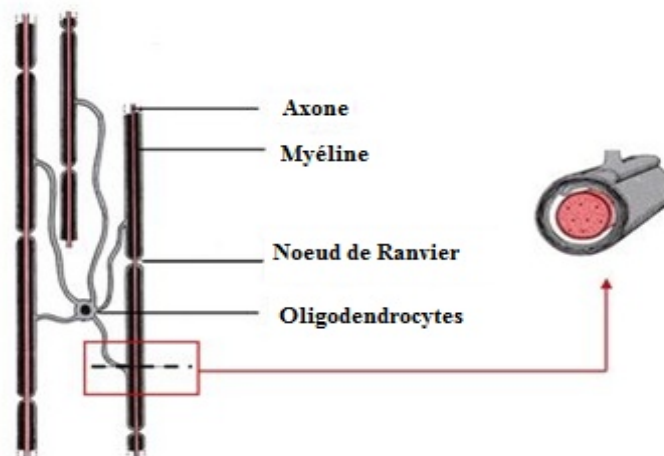
La membrane astrocytaire contient de nombreux canaux ioniques voltage-dépendants canaux- Na^+ , canaux- Cl^- ainsi que des canaux ioniques mécanosensibles, des pompes et des récepteurs membranaires pour de nombreux ligands neurotransmetteurs, neuropeptides, cytokines. De nombreuses jonctions communicantes existent entre les astrocytes et entre les neurones et les astrocytes. Ces cellules jouent plusieurs rôles fondamentaux. Les astrocytes participent largement dans la formation de la barrière hémato-encéphalique. Ils assurent aussi le transport d'oxygène et des nutriments aux neurones ainsi qu'ils maintiennent la composition chimique du milieu et captent les neurotransmetteurs libérés. Ils ont, donc, un rôle de soutien en assurant un lien entre les capillaires sanguins et les neurones.

Les astrocytes synthétisent et sécrètent des neurostéroïdes. Ils contiennent des récepteurs nucléaires pour les hormones thyroïdiennes, pour les stéroïdes sexuels et pour les corticostéroïdes surrénaliens.

II.2.2. Oligodendrocytes

Les oligodendrocytes possèdent un corps cellulaire de petit volume d'où partent quelques prolongements cytoplasmiques, plus fins et moins nombreux que ceux des astrocytes.

Les oligodendrocytes de la substance blanche élaborent la myéline du SNC.



Ils interviennent dans le soutien et la synthèse de la myéline. Ainsi, ils forment des couches de membrane qui isolent la plupart des axones ; il s'agit de la gaine de myéline. La gaine de myéline n'est pas continue le long de l'axone, mais est segmentée par des nœuds de Ranvier ; la conduction de l'influx nerveux est dite saltatoire, car elle se propage de nœud en nœud.

II.2.3. Cellules microgliales

Elles appartiennent au système des monocytes/macrophages. En MO, les cellules microgliales (ou microglie) apparaissent comme des cellules de petite taille, avec un noyau arrondi ou ovalaire. Elles

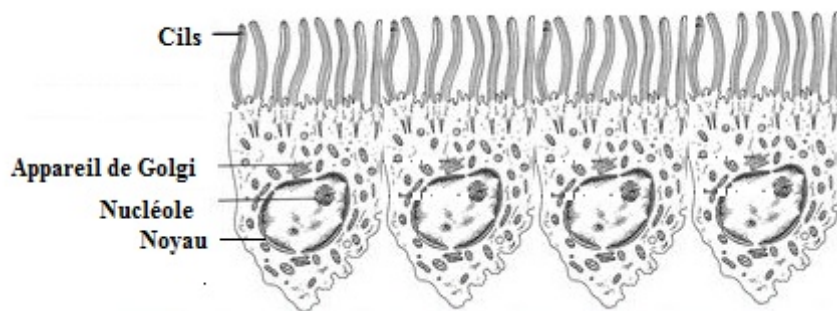


proviennent des monocytes sanguins ayant pénétrés dans le parenchyme du SNC et peuvent, lors de lésions du tissu nerveux, s'activer et se transformer en macrophages.

Les microglies constituent un système de défense spécifique du SNC.

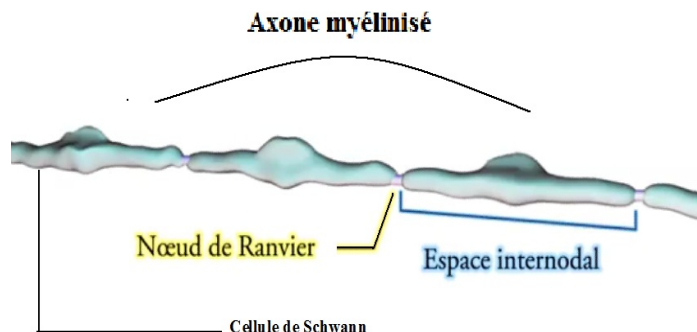
II.2.4. Ependymocytes

Ils constituent le revêtement du système ventriculaire. Ce sont des cellules épithéliales jouant un rôle dans le revêtement des cavités et dans la sécrétion du liquide céphalo-rachidien. Ils jouent également un rôle dans le sens de la migration de certaines cellules au cours du développement cérébral. Ils revêtent les cavités internes du SNC (ventricules).



II.2.5. Cellules de Schwann

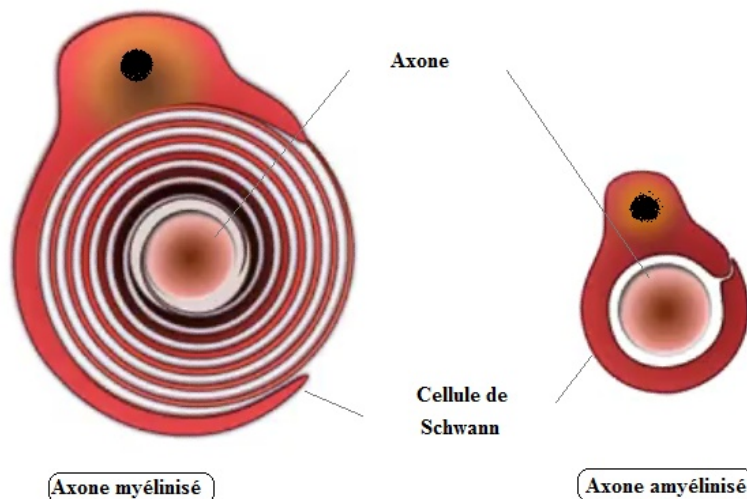
Ce sont les équivalents des oligodendrocytes pour le SNP. À la différence des oligodendrocytes qui peuvent myéliniser plusieurs axones, une cellule de Schwann ne myélinise qu'une petite partie d'un axone.



Chaque cellule de Schwann forme une gaine de myéline sur un segment limité d'un axone.

Les axones périphériques myélinisés sont ainsi associés à un ensemble de cellules de Schwann reposant sur une lame basale.

Il existe également des cellules de Schwann non myélinisantes qui sont associées aux axones périphériques non myélinisés ou qui sont localisés dans les ganglions végétatifs ou sensitifs.



II.2.6. Cellules satellites

Les cellules satellites sont présentes au niveau des ganglions rachidiens et des ganglions du système nerveux végétatif et entourent les neurones végétatifs ou sensoriels à ce niveau. Ce sont de petites cellules aplaties, riches en vésicules de pinocytose, leur rôle reste cependant une question toujours d'actualité (peut-être impliquées dans les processus d'échange et de sécrétion des neurones).

II.3. Capillaires sanguins :

Les capillaires du SNC sont des capillaires continus, faits de cellules endothéliales jointives entourées par une MB continue se dédoublant par endroits pour envelopper des péricytes (les pieds vasculaires des astrocytes entourent complètement les capillaires, dont ils restent séparés par la MB). Ils se distinguent morphologiquement des capillaires continus banals par trois points essentiels :

- la présence de jonctions intercellulaires de type *Zonula occludens*,
- la rareté des vésicules de pinocytose,
- l'abondance des mitochondries.

De ce fait, les capillaires sanguins jouent un rôle essentiel dans la restriction des échanges entre le sang et le SNC (« barrière sang-cerveau »).

Les cellules endothéliales des capillaires cérébraux sont hautement polarisées et la membrane plasmique luminale présente une architecture moléculaire et enzymatique particulière.

II.4. MEC :

Les neurones n'ont aucun contact direct avec les capillaires et leurs échanges avec le sang peuvent s'effectuer par l'intermédiaire des astrocytes ou par diffusion dans l'espace extra-cellulaire. Cet espace extra-cellulaire contient les éléments de la MEC du SNC, ainsi répartie entre les neurones, les cellules gliales et les capillaires sanguins. Elle est moins riche en collagènes, en fibronectine et en laminine, mais contient plus de protéoglycanes et de glycoprotéines, elle contient également des protéases extracellulaires et des inhibiteurs des protéases.

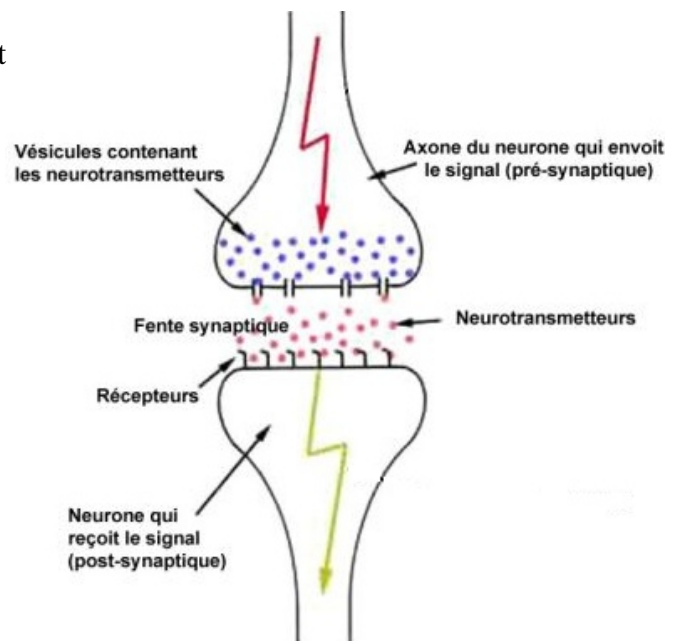
III. Organisation tissulaire :

La membrane plasmique neuronale est le siège des synapses qui sont des zones spécialisées de contact membranaire permettant la transmission de l'influx nerveux d'un neurone à un autre neurone ou d'une cellule réceptrice à un neurone ou d'un neurone à une cellule effectrice.

Les '**synapses électriques**' sont des jonctions communicantes assurant le couplage électrotonique des deux neurones qu'elles relient.

La diffusion électrotonique de l'influx nerveux y est passive, bidirectionnelle, très rapide, sans fatigabilité. Dans la pratique courante, le terme de synapse désigne en fait uniquement les **synapses chimiques**, au niveau desquelles la transmission de l'influx nerveux se fait de façon unidirectionnelle par l'intermédiaire de molécules de signalisation ou neurotransmetteurs ou médiateurs chimiques.

Chaque synapse comporte un élément **présynaptique** et un élément **post-synaptique** séparés par une **fente synaptique** comprise entre la **membrane présynaptique** et la membrane **postsynaptique**. La fente synaptique est le très mince espace qui sépare la membrane pré-synaptique de la membrane post-synaptique.

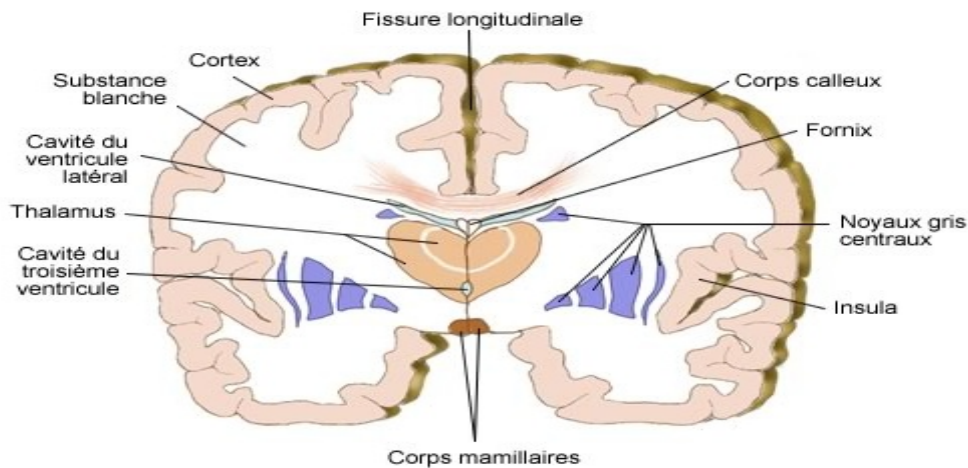


L'élément post-synaptique présente de nombreux récepteurs membranaires.

III.1. SNC :

III.1.1. Les substances, blanche et grise :

Le parenchyme du SNC est organisé en substance grise (SG) et substance blanche (SB). Sa surface profonde est bordée par le revêtement épendymaire. Sa superficie est formée par le revêtement astrocytaire marginal.



La SG (substance grise) correspond aux régions où s'établissent les connexions interneuronales (synapses). C'est dans la SG que siègent toutes les synapses du SNC. C'est à son niveau que sont intégrées les informations et construit le signal. Elle est donc constituée par le groupement des corps cellulaires neuronaux et de leurs prolongements qui se fait suivant une organisation spatiale particulière à chaque région par des cellules gliales.

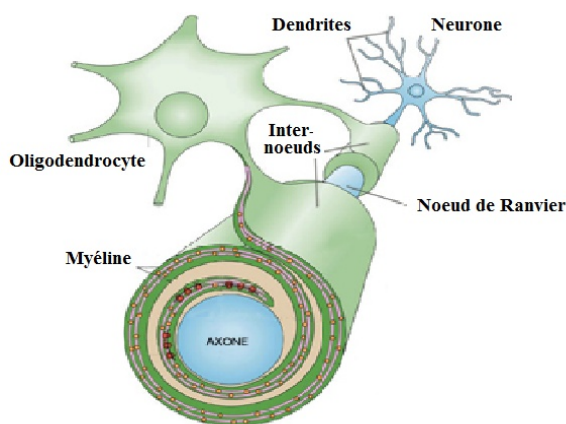
On appelle *neuropile* les plages de SG situées entre les corps cellulaires neuronaux, les corps cellulaires gliaux et les capillaires sanguins ; le neuropile, tel qu'il apparaît en ME, est

donc constitué par l'enchevêtrement d'innombrables prolongements cytoplasmiques neuronaux (axones et dendrites) et gliaux, de calibre variable et souvent impossibles à identifier précisément. Tous ces éléments sont jointifs et ne laissent entre leurs membranes plasmiques qu'un espace de 20 à 25 nm qui définit le compartiment extra-cellulaire de la SG.

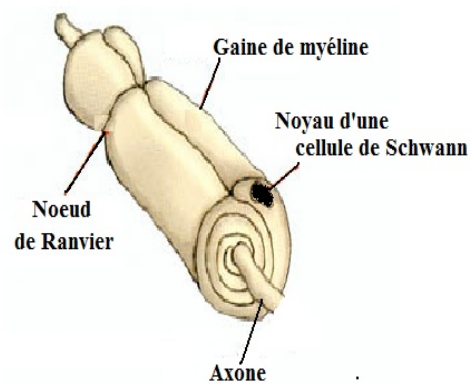
La SB, (substance blanche) dépourvue de synapses, est essentiellement faite de faisceaux d'axones myélinisés. Là aussi, les éléments sont jointifs et ne laissent que peu d'espace extra-cellulaire. Les cellules gliales (astrocytes, oligodendrocytes, microglie) sont groupées entre ces faisceaux ou allongées suivant leur axe longitudinal. Les capillaires sanguins sont peu nombreux. La SB est, avant tout, un organe de conduction et son organisation très différente de celle de la SG va de pair avec une activité métabolique. Dans la SB, les oligodendrocytes assurent la myélinisation du SNC par l'enroulement de leurs prolongements cytoplasmiques autour des axones.

III.1.2. Myéline :

La structure membranaire régulièrement spiralée et périodique de la myéline s'explique par l'enroulement et par l'accolement consécutif des membranes plasmiques des prolongements



Myélinisation du SNC



Myélinisation du SNP

cytoplasmiques oligodendrogliaux. L'oligodendrocyte envoie un certain nombre de

prolongements qui s'enroulent autour des axones adjacents. Ainsi un oligodendrocyte myélinise en moyenne une quarantaine d'internodes situés sur des fibres nerveuses différentes dans le système nerveux central.

Les oligodendrocytes enroulent leur propre membrane plasmique en couches superposées qui forment une spirale serrée autour de l'axone sur un segment de fibre nerveuse appelée **internode** (ou segment interannulaire), séparé des internodes adjacents par les **nœuds de Ranvier**, dépourvus de myéline.

Au niveau des nœuds de Ranvier l'axone est entouré par des prolongements astrocytaires. La disposition des lamelles myéliniques au niveau des nœuds de Ranvier s'explique par le mode de formation de la myéline et par le fait que la longueur de chaque tour de spire va en croissant de l'axone vers la périphérie.

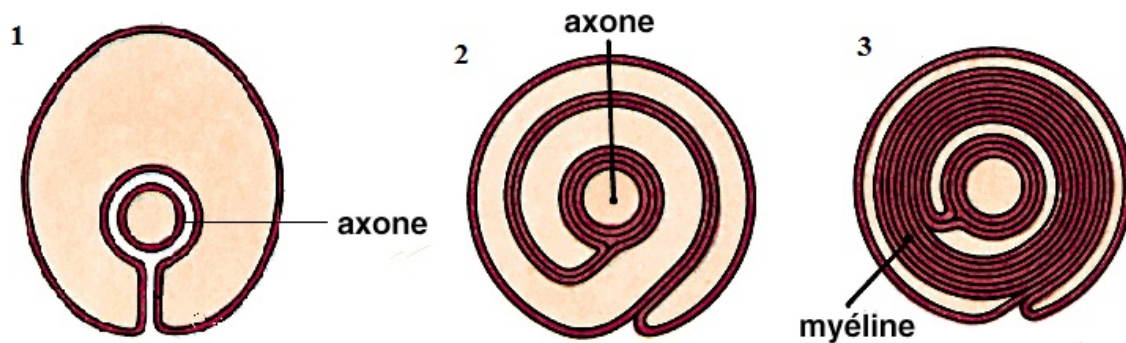
En ME, la myéline apparaît comme une structure lamellaire spiralée.

En coupe transversale, la myéline se présente comme une structure lamellaire spiralée, régulièrement arrangée, constituée par l'alternance de lignes denses majeures (ou périodiques) et de bandes claires (intrapériodiques). Chaque bande claire est elle-même divisée en deux parties égales par une (ou deux) lignes dense(s) mineure(s) ou intrapériodique(s) plus fine.

La disposition périodique de la myéline résulte de la conjonction de trois phénomènes :

(1) l'aplatissement d'une portion de la cellule myélinisante en un mince feuillet dépourvu de cytoplasme (fusion des faces internes des membranes cytoplasmiques réalisant la ligne dense majeure) ;

(2) l'enroulement de ce feuillet autour de l'axone ;



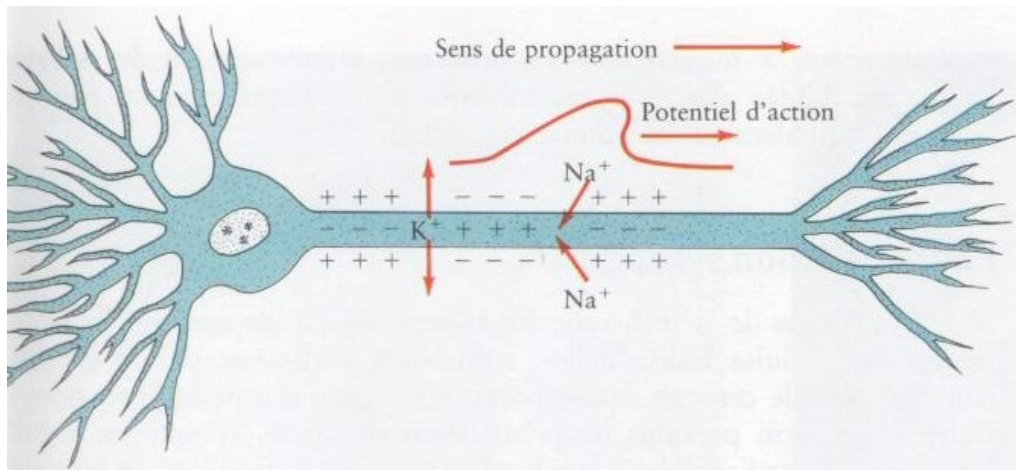
(3) et le rapprochement des tours de spire avec accolement des faces externes des membranes cytoplasmiques (réalisant la ou les lignes denses mineures) : ce compartiment extracellulaire intramyélinique est séparé de l'espace extracellulaire général par des complexes de jonction.

La différence de rapprochement des membranes selon qu'il s'agit de l'accolement de leurs faces internes ou de leurs faces externes, est liée à une différence dans la composition protéique des deux faces de la membrane. La composition protéique différente de la myéline centrale et de la myéline périphérique se traduit morphologiquement par une périodicité légèrement différente des deux types de myéline.

La composition chimique de la myéline est très particulière. En effet la myéline centrale contient 70 % de lipides (cholestérol, phospholipides et glycolipides) et 30 % de protéines. Ce rapport est inversé dans la membrane des autres types cellulaires. Cette richesse en lipides exclut l'eau et les ions qui y sont dissouts, et fait de la myéline un *bon isolant électrique*.

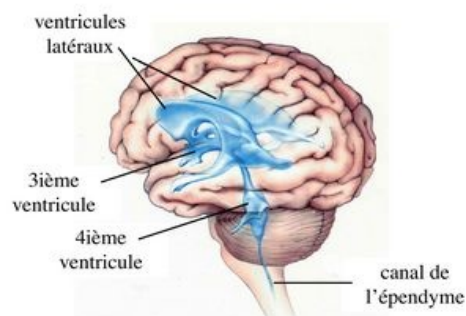
La myélinisation des axones accélère la conduction de l'influx nerveux, au moindre coût énergétique et dans le minimum d'espace possible. Les fibres myélinisées dont les axones sont les plus larges, ont les gaines de myéline les plus épaisses (c'est à dire ayant le plus grand nombre de tours de spire), les internodes (partie délimitée par deux nœuds de Ranvier) les plus longs, et la vitesse de conduction la plus élevée.

Un rôle très important de la myélinisation est l'accélération de la conduction nerveuse. Les nœuds de Ranvier constituent une zone de faible résistance électrique au niveau de laquelle à peu près tous les canaux Na^+ de l'axone sont concentrés ; ils constituent donc la zone privilégiée pour le déclenchement des potentiels d'action. Les propriétés d'isolant électrique de la myéline facilitent la propagation passive au nœud suivant des courants associés au potentiel d'action nodal, la conduction nerveuse le long de l'axone myélinisé s'effectuant de façon saltatoire d'un nœud de Ranvier à l'autre.



III.1.3. L'épendyme :

Les épendymocytes (ou cellules épendymaires) forment un épithélium cubique ou prismatique simple cilié assurant le revêtement des cavités ventriculaires du SNC (ventricules latéraux, troisième ventricule, aqueduc de Sylvius, quatrième ventricule, canal de l'épendyme) et jouent ainsi un rôle



dans les échanges entre le LCR et le SNC. Les faces latérales des cellules épendymaires sont

reliées par des *zonula adhaerens* et d'abondantes jonctions communicantes, mais il n'existe pas de *zonula occludens*. Leur pôle apical est cilié et présente, entre les cils, de nombreuses microvillosités dont le glycocalyx joue un rôle important dans les échanges avec le LCR. Leur pôle basal émet un prolongement cytoplasmique qui s'enchevêtre avec les prolongements cytoplasmiques des astrocytes sous-épendymaires. Les cellules épendymaires expriment la GFAP et la vimentine. L'épendyme règle les mouvements d'eau entre le LCR et le compartiment extracellulaire du système nerveux central ; il exerce également une activité d'endocytose, de phagocytose et de dégradation lysosomiale vis à vis de diverses molécules ou particules présentes dans le LCR.

III.1.4. Le revêtement astrocytaire marginal :

La superficie de tout le névraxe est formée par la juxtaposition de prolongements cytoplasmiques astrocytaires dont la face externe est en contact, par l'intermédiaire d'une MB continue, avec le LCR (liquide céphalo-rachidien ou liquide cérébro-spinal) contenu dans les mailles de la leptoméninge.

III.1.5. La répartition de la SG et de la SB :

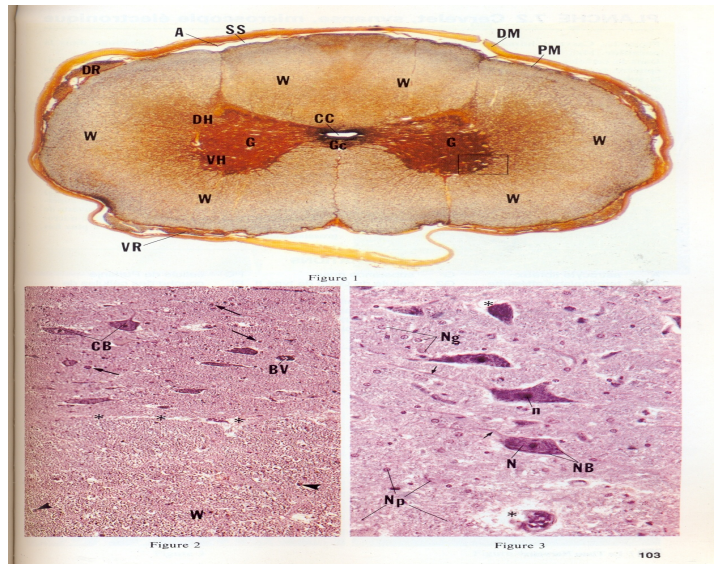
Dans l'ensemble, la SG est profonde, située autour des cavités épendymaires : axe gris de la moelle, noyaux gris du tronc cérébral et au niveau de l'encéphale, ganglions de la base (noyaux gris centraux) : thalamus, noyaux caudés et noyaux lenticulaires. La SB est plus périphérique : cordons de la moelle, centre ovale.

III.1.5.1. La moelle épinière

L'exemple le plus simple permettant de mettre en place les éléments constitutifs du SNC est celui d'une coupe horizontale de la moelle épinière.

Photo 28 : coupe transversale dans la moelle épinière.

W : substance blanche
DH : corne dorsale
CC : canal central
Gc : commissure grise
PM : pie-mère
VH : corne ventrale
G : substance grise
SS : espace sous-arachnoïdien
DR : racine dorsale
A : arachnoïde
DM : dure-mère
VR : racine ventrale



A faible grossissement en MO

Sur une coupe horizontale de moelle épinière humaine colorée par l'hématéine-éosine, après fixation au formol et inclusion en paraffine, à faible grossissement en MO, on repère aisément, un axe de substance grise, en forme de X, avec de chaque côté une corne antérieure (ou ventrale), une corne postérieure (ou dorsale) et - au niveau de la moelle thoracique - une corne intermédiaire (ou latérale). Cet axe gris est centré par le canal de l'épendyme et est entouré par des cordons de substance blanche : cordons antéro-latéraux et cordons postérieurs. La racine antérieure (ou ventrale), motrice, part de la corne antérieure.

La racine postérieure (ou dorsale) entre dans la moelle au niveau de la corne postérieure. Le ganglion spinal (ou rachidien) est situé sur le trajet de la racine postérieure. Plus loin, les deux racines se réunissent pour former un nerf périphérique.

A des grossissements supérieurs

— **L'axe de SG**

La corne antérieure contient les corps cellulaires des motoneurones alpha, multipolaires, polyédriques, de grande taille, isodendritiques, de Golgi type I. En dehors des corps cellulaires des neurones, seuls les noyaux des cellules gliales sont bien visibles ; les uns, relativement arrondis, volumineux et clairs, appartiennent à des astrocytes, les autres également arrondis, mais plus petits et plus sombres, à des oligodendrocytes et à des cellules microgliales. Les capillaires sanguins sont très nombreux. L'espace compris entre les corps cellulaires neuronaux, les cellules gliales et les capillaires sanguins est grossièrement amorphe. Il est dépourvu de structures morphologiquement identifiables et est inaccessible à une analyse morphologique précise en MO. Il correspond au neuropile, dont seule la ME permet l'étude. C'est dans ce neuropile que siègent les synapses, mais la MO ne permet pas de les voir.

— **Le canal de l'épendyme**

Au niveau de la moelle, la lumière du canal épendymaire est souvent virtuelle et il n'est pas rare de ne voir qu'un petit amas de cellules épendymaires sans lumière décelable.

— **Les cordons de SB**

Les cordons de SB de la moelle correspondent à des axones myélinisés groupés en faisceaux parallèles. Ces axones appartiennent à plusieurs groupes de neurones de situation anatomique et de signification physiologique différente. Ceux formant les cordons postérieurs proviennent de corps cellulaires neuronaux situés dans les ganglions spinaux et véhiculent la sensibilité profonde vers le bulbe, puis le thalamus et le cortex cérébral. Les axones des cordons antéro-latéraux correspondent les uns à des voies ascendantes (partant de la corne postérieure de la moelle et se dirigeant vers le cervelet, le thalamus ou d'autres régions de

l'encéphale), les autres à des voies descendantes (notamment le faisceau pyramidal) apportant aux motoneurones de la corne antérieure de la moelle les ordres venus des structures supérieures de l'encéphale.

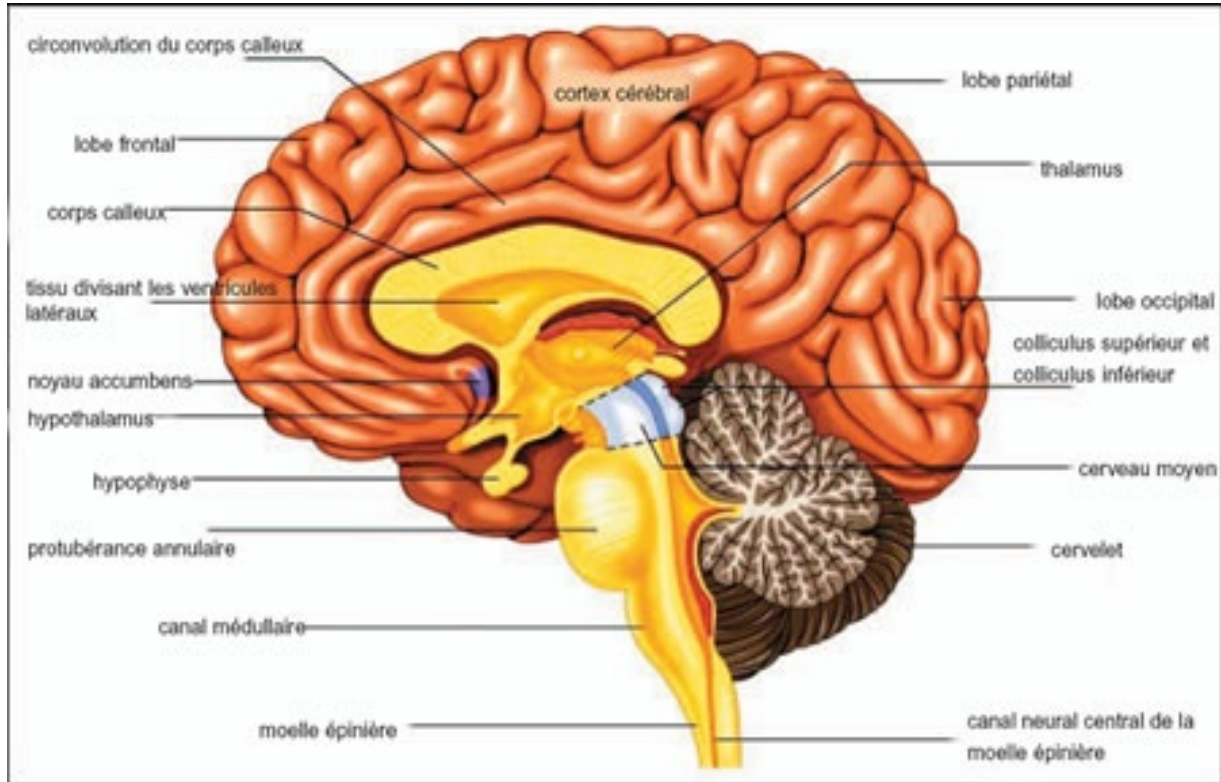
En MO, sur une coupe horizontale de moelle épinière techniquée de façon routinière, les faisceaux d'axones myélinisés se présentent comme un groupement côte à côte de sections circulaires comprenant un centre punctiforme éosinophile correspondant à l'axone coupé transversalement et une couronne vidée de son contenu par les solvants des graisses et correspondant à la gaine de myéline entourant l'axone. Les noyaux de cellules gliales (astrocytes et oligodendrocytes) sont moins bien visibles que dans la SG. Les capillaires sanguins sont beaucoup moins abondants que dans la SG.

Les colorations dites myéliniques permettent de visualiser les gaines de myéline, en noir (coloration de Loyez à la laque d'hématoxyline) ou en bleu-vert (luxol-fast blue).

La coloration de Bodian au protéinate d'argent, qui colore les axones en noir, peut être fructueusement associée à la coloration par le bleu luxol.

III.1.5.2. le cortex cérébral (cerveau) et le cortex cérébelleux (cervelet) :

La surface des hémisphères cérébraux et du cervelet fait exception en ce sens qu'elle est revêtue par une épaisse couche de substance grise, appelée manteau ou cortex.



a. Les hémisphères cérébraux

Le cortex cérébral est organisé en couches parallèles à la surface et en colonnes perpendiculaires.

L'aspect et la répartition des neurones varient d'un endroit à l'autre du cortex ce qui permet de dresser une véritable carte cytoarchitectonique du cortex cérébral et de distinguer des aires fonctionnellement différentes.

b. Le cervelet

Le cortex cérébelleux est organisé en 3 couches parallèles à la surface et son aspect histologique est identique d'un endroit à l'autre.

III.2. Le système nerveux périphérique

III.2.1. Les nerfs périphériques

Qu'ils soient ou non myélinisés, les axones des nerfs périphériques sont toujours entourés par des cellules de Schwann. L'ensemble axone(s) + succession de cellules de Schwann est désigné par le terme de **fibre nerveuse périphérique**.

Chaque cellule de Schwann est limitée par une membrane plasmique revêtue d'une MB ; elle possède un noyau ovalaire allongé et un cytoplasme contenant les organites habituels de la cellule ainsi que diverses inclusions ; et surtout, elle est caractérisée et définie par le fait qu'elle entoure un ou plusieurs axones invaginés dans des dépressions de sa membrane plasmique ; les rapports précis qu'affectent les axones avec les cellules de Schwann qui leur sont associées permettent de reconnaître deux types fondamentaux de fibres nerveuses périphériques : les fibres nerveuses amyéliniques et les fibres nerveuses myélinisées.

III.2.1.1. La fibre nerveuse périphérique amyélinique : est constituée par un faisceau d'axones associés à une même séquence de cellules de Schwann.

Chaque axone est logé dans une invagination de la cellule de Schwann et apparaît ainsi suspendu à la surface de la cellule par un « mésaxone ». Ce mode d'engainement des axones par la cellule de Schwann varie grandement en complexité selon les fibres. Parfois, il n'y a que quelques axones associés à chaque cellule de Schwann ; dans d'autres cas, les axones sont très nombreux et l'on peut alors trouver un mésaxone principal se divisant en mésaxones

secondaires pour aller entourer chaque axone. Par définition, une fibre nerveuse périphérique amyélinique est totalement dépourvue de myéline.

III.2.1.2. La fibre nerveuse périphérique myélinisée : est constituée par un seul axone myélinisé, associé à une même séquence de cellules de Schwann la coloration de Bodian-luxol qui colore les axones en noir et les gaines de myéline en bleu des mers du sud permet sur coupes à paraffine une première analyse des fibres myélinisées.

Par la méthode du teasing (ou dissociation des fibres), avec une coloration par l'acide osmique, les fibres nerveuses myélinisées sont accessibles à une étude histologique permettant de voir les internodes (entre deux nœuds de Ranvier successifs), de constater l'état normal ou non de la gaine de myéline, de mesurer leur longueur. Dans le SNP, au cours des premiers stades du développement, l'axone qui deviendra myélinisé se comporte comme les axones non myélinisés, c'est à dire qu'il s'invagine dans une dépression de la cellule de Schwann qui finit par l'entourer presque complètement en laissant un mésaxone. Ensuite, les feuillettes externes de la membrane plasmique fusionnent au niveau du mésaxone qui devient alors virtuel. Ainsi transformé, le mésaxone s'allonge et s'enroule en spirale autour de l'axone. Au début, les différents tours de spire du mésaxone sont séparés les uns des autres par du cytoplasme de la cellule de Schwann, mais ensuite, un accollement se réalise qui fait disparaître le cytoplasme intermédiaire.

a. La myéline compacte (ou serrée)

Une fois la myélinogénèse achevée, la myéline prend l'aspect ultrastructural d'une **structure lamellaire spiralée périodique.**

— **La ligne dense majeure ou périodique**, formée par l'accolement des faces cytoplasmiques de la membrane plasmique de la cellule de Schwann, se situe à l'emplacement où se trouvait le cytoplasme.

— **La double ligne dense mineure ou intrapériodique**, située entre les lignes denses majeures, correspond à l'apposition des faces extracellulaires de la membrane plasmique de la cellule de Schwann, et se situe donc dans la continuité de l'espace extra-cellulaire.

De part et d'autre de la spirale compacte ainsi constituée, persiste un court mésaxone, situé dans la continuité de la double ligne dense mineure, et reliant la membrane plasmique de la cellule de Schwann respectivement à la lamelle de myéline la plus externe (**mésaxone externe**) et la plus interne (**mésaxone interne**).

Une cellule de Schwann myélinise un seul internode d'une seule fibre nerveuse périphérique. Les nœuds de Ranvier sont le siège d'un enchevêtrement cytoplasmique des deux cellules de Schwann adjacentes.

b. La myéline non-compacte

— **Les incisures de Schmidt-Lanterman.** Ce sont des incisures transversales qui apparaissent en ME comme une dissociation focale des lignes denses majeures s'expliquant par des manques partiels d'accolement qui entraînent la persistance entre les tours de spire d'un peu de cytoplasme schwannien.

— **Les languettes paranodales.** Aux incisures, s'associe un réseau cytoplasmique marginal, ou bride latérale, qui apparaît comme des languettes superposées de cytoplasme situées en bordure du nœud de Ranvier. Dans les deux cas, des jonctions communicantes « réfléchies » existent entre les portions de cytoplasme schwannien séparées par des lamelles myéliniques. Ces

réseaux cytoplasmiques permettent le renouvellement moléculaire et la circulation entre le corps cellulaire et les différentes régions de la myéline.

L'architecture moléculaire de la myéline du SNP est différente de celle de la myéline du SNC.

Dans le SNP, les protéines les plus abondantes sont les protéines P0, P1, et P2, auxquelles s'ajoutent des protéines minoritaires dont la pathologie humaine indique le rôle physiologique important telles que la peripheral myelin protein (**PMP 22**), la **MAG** (Myelin-Associated-Glycoprotein) et la **connexine 32**.

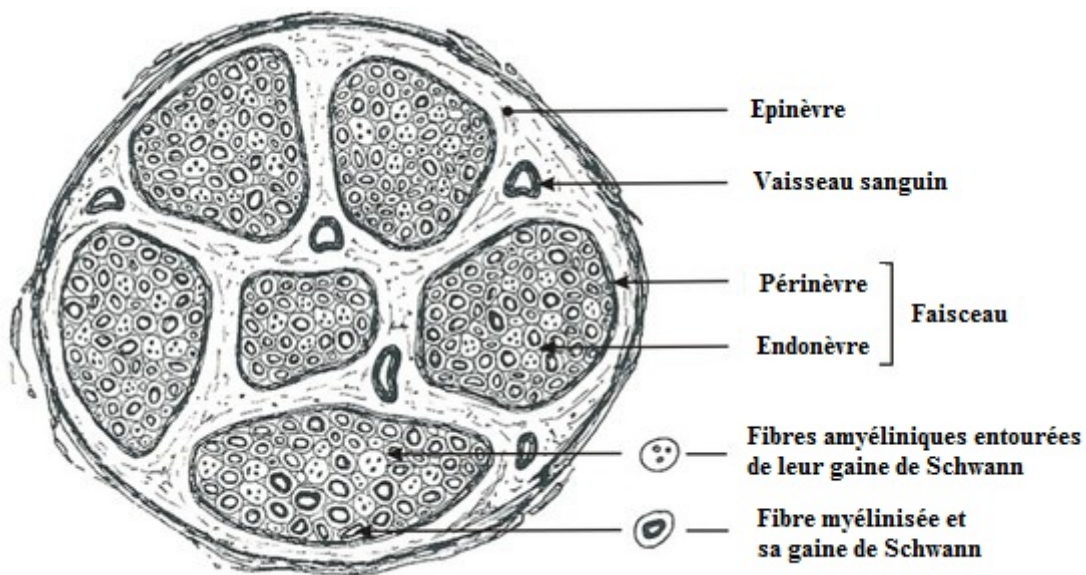
c. Tissu conjonctif du SNP :

Dans les troncs nerveux, les fibres nerveuses se groupent en fascicules. Les nerfs périphériques sont constitués de fibres nerveuses périphériques, myélinisées et amyéliniques, groupées en fascicules (ou faisceaux). Chaque fascicule est limité par son périnèvre. A l'intérieur de chaque fascicule, entre les fibres nerveuses, se trouve l'endonèvre. L'ensemble des fascicules est maintenu par l'épinèvre.

- **L'endonèvre :** est le tissu conjonctif lâche situé à l'intérieur des fascicules. Il comporte des fibroblastes dispersés, quelques mastocytes et de nombreuses microfibrilles de collagène orientées longitudinalement. Il contient de nombreux capillaires sanguins de type continu, dont l'endothélium est le siège d'une barrière entre le sang et les fibres nerveuses périphériques analogue à la barrière sang-cerveau du système nerveux central.

- **L'épinèvre :** est le tissu conjonctif dense qui enveloppe le tronc nerveux et réunit les uns aux autres ses différents fascicules. Il est fait de fibroblastes et de faisceaux de

microfibrilles de collagène ; il contient un nombre variable d'adipocytes et de nombreux vaisseaux sanguins (vasa nervorum).



- **Le périnèvre** : entoure chaque fascicule qui nerveux est entouré par une dizaine de couches de cellules périneurales aplaties, solidarisées par des jonctions intercellulaires, et revêtues par une MB, disposées concentriquement et séparées les unes des autres par quelques microfibrilles de collagène le plus souvent longitudinales.

III.2.2. Les ganglions nerveux

Les axones des fibres nerveuses périphériques sont issus d'un corps cellulaire neuronal. Les corps cellulaires neuronaux d'où partent les axones des fibres nerveuses périphériques sont regroupés soit dans les **noyaux des nerfs moteurs** situés dans la substance grise du névraxe (moelle épinière et tronc cérébral), soit dans des **ganglions nerveux**.

Un ganglion nerveux est constitué par un amas de corps cellulaires neuronaux entourés par des cellules capsulaires, avec les neurites (dendrites et axones) qui en naissent, qui s'y

terminent ou qui le traversent. Il comprend un stroma conjonctif en continuité avec l'enveloppe fibreuse du ganglion. Il existe deux grands types de ganglions.

III.2.2.1. Les ganglions sensitifs spinaux et crâniens

Les ganglions nerveux sensitifs spinaux (ou rachidiens) et leurs équivalents situés sur le trajet des nerfs crâniens sensitifs contiennent le corps cellulaire des neurones sensitifs pseudo-unipolaires (neurones en T). Les corps cellulaires neuronaux, volumineux, sphériques, sont centrés par un gros noyau clair nucléolé et sont entourés par des cellules capsulaires (ou cellules satellites). Aucune synapse ne s'y fait. Le stroma conjonctivo-vasculaire est en continuité avec l'enveloppe conjonctive fibreuse du ganglion.

III.2.2.2. Les ganglions sympathiques et parasympathiques

Ces ganglions, qui appartiennent au système nerveux végétatif, contiennent le corps cellulaire des neurones végétatifs (sympathiques ou parasympathiques) dits post-ganglionnaires. De nombreuses synapses s'y effectuent.

III.2.3. Les terminaisons nerveuses

III.2.3.1. Les terminaisons nerveuses afférentes

Ce sont des récepteurs capables de transformer une stimulation mécanique, chimique ou thermique en un message afférent. L'élément fondamental de leur structure est la terminaison du prolongement périphérique d'une cellule nerveuse en T du ganglion rachidien ou crânien.

Les unes sont des terminaisons nerveuses libres (comme on en voit entre les kératinocytes de la peau ou entre les cellules de l'épithélium antérieur de la cornée), qui sont

des récepteurs de la douleur. Les autres sont des terminaisons nerveuses entourées d'une structure plus ou moins complexe formant un récepteur, encapsulé ou non.

III.2.3.2. Les terminaisons nerveuses efférentes

La variété la mieux connue est la jonction neuromusculaire. Les terminaisons efférentes au niveau des cellules musculaires lisses et des glandes se présentent comme des terminaisons nerveuses libres.

Références bibliographiques :

Melbouci N., 2005. Histologie, le cursus en questions. ISBN : 9947-0-0681-6.

Grignon G., 2003. Histologie, le PCEM en QCM. Edition Ellipses, Paris.

Maillet M., 1980. Histologie des organes, PCEM 2, travaux pratiques, enseignement dirigé. Collection academic press, Edition Etudes vivantes, Paris-Montréal.

Maillet M., 1980. Histologie des organes, PCEM 2, cours. Collection academic press, Edition Etudes vivantes, Paris-Montréal.

Poirier J., Ribadeau Dumas JL., Catala M., André JM., Gherardi R. et Bernaudin JF., 2000. Abrégés d'Histologie, les tissus. Edition Masson.

Leeson TS. et Leeson CR., 1980. Histologie. 2^{ème} Edition, Masson.

Gartner LP. et Hiatt J., 1992. Atlas d'Histologie. Edition De Boeck.

Alliet J. et Lalégerie P., 1997. Cytobiologie, les cours du PCEM. Edition Ellipses.

Bolsover SR., Hyams JS., Shephard EA., White HA. et Wiedemann CG., 2006. Biologie moléculaire et cellulaire. Edition Dunod.

Cailliez JC., 2003. La biologie cellulaire en 1001 QCM et QROC, PCEM. Edition Ellipses.