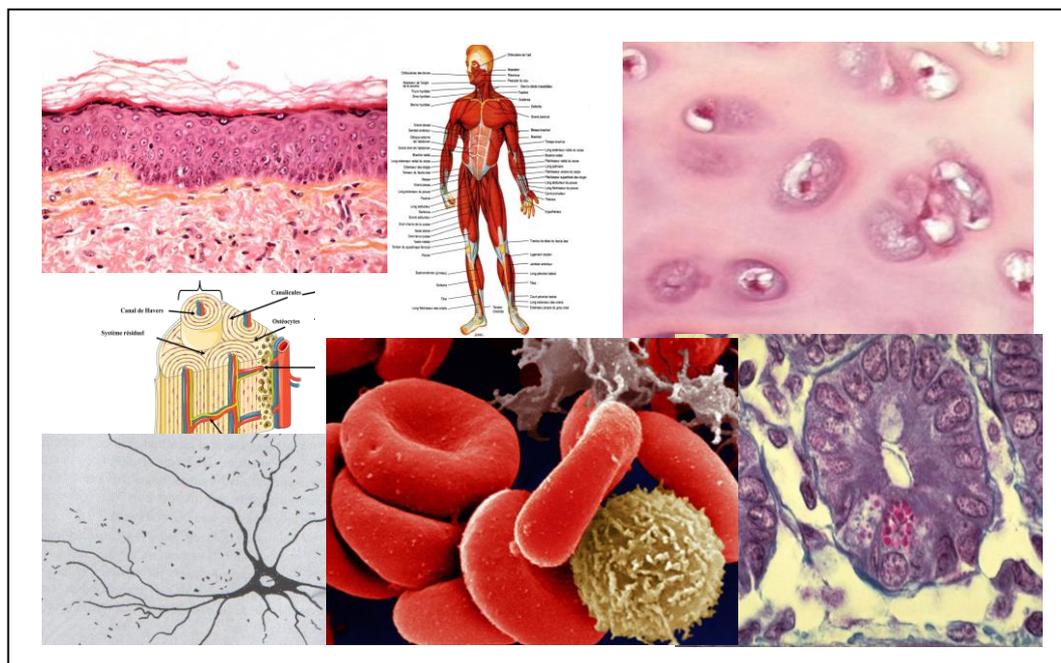


République Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique**

**Ecole Nationale Supérieure Agronomique
Kasdi Merbah (El Harrach)**

Département des Classes préparatoires



COURS DE BIOLOGIE ANIMALE

PARTIE HISTOLOGIE

DESTINES AUX ETUDIANTS DE 1ERE ANNEE CP SNV

Dr. Hassiba BERRAÏ

Année académique 2020 – 2021

TABLE DES MATIERES**Préambule**

I. Tissus épithéliaux.....	3
I.1. Définition.....	3
I.2. Principales caractéristiques des épithéliums.....	3
I.2.1. Polarité.....	3
I.2.2. Morphologie épithéliale.....	3
I.2.3. Présence de filaments intermédiaires de cytokératine.....	3
I.2.4. Cohésion.....	4
I.2.4.1. Les molécules d'adhérence	4
I.2.4.2. Les systèmes jonctionnels	4
I.3. Epithélium de revêtement.....	5
I.3.1. Critères de classification.....	5
I.3.1.1. Forme des cellules.....	5
I.3.1.2. Nombre de couches cellulaires.....	5
I.3.1.3. Nature des spécialisations apicales des cellules épithéliales..	6
I.3.1.4. Présence de cellules particulières.....	7
I.3.2. Exemples d'épithéliums de revêtement.....	8
I.4. Epithéliums glandulaires.....	10
I.4.1. Histogenèse des glandes.....	10
I.4.2. Différents types de glandes.....	10
I.4.2.1. Glandes endocrines.....	11
I.4.2.1.1. Classification des glandes endocrines.....	11

III. Tissus musculaires.....	40
III.1. Généralités.....	40
III.2. Propriétés	40
III.3. Rôle	40
III.4. Classification.....	40
III.4.1. Le tissu musculaire strié squelettique	41
III.4.2. Le tissu musculaire strié cardiaque	44
III.4.3. Le tissu musculaire lisse	45
III.5. Critères de différenciation des trois fibres musculaires	47
IV. Tissus nerveux	52
IV.1. Rôle du système nerveux	52
IV.2. Organisation du système nerveux SN	52
IV.3. Le système nerveux central SNC	53
IV.4. Cellules du tissu nerveux	54
IV.4.1. Neurones	54
IV.4.1.1. Composition d'un neurone	54
IV.4.1.2. Classification des neurones	55
IV.4.2. Cellules gliales	57
IV.5. Nerf	59
IV.6. Influx nerveux	59
IV.7. Structure d'une synapse	60
Bibliographie	62

PREAMBULE

Ce polycopié est destiné aux étudiants en 1^{ère} Année Classes préparatoires des Sciences de la Nature et de la Vie et à tout public, s'intéressant à l'histologie générale.

OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

Ce support pédagogique vient en aide aux étudiants de 1^{ère} année qui jusqu'à lors ont suivi un cursus en langue arabe, et pour qui la prise de notes semble être très difficile voire impossible. En effet, un cours pris par des étudiants non spécialistes, n'est finalement qu'une succession d'erreurs qui lui enlève toute fiabilité. Ainsi, grâce à ce support, les objectifs pédagogiques sont atteints : l'étudiant ne cherche plus à comment écrire tel ou tel mot ou s'il a entendu tout ce qu'a dit le chargé de cours. Il est moins stressé et plus apte à comprendre, apprendre et analyser les connaissances qui lui sont inculquées. Plus encore, ce polycopié est un outil de travail mis entre les mains de l'étudiant qui se doit de le compléter par sa prise de note. Il représente une somme de connaissances minimales qu'un étudiant doit posséder en Histologie pour pouvoir par la suite comprendre la physiologie animale, l'anatomie pathologique, la pathologie

En effet, le cours d'Histologie fait appel souvent à des notions de physiologie car à partir des fonctions physiologiques d'un tissu donné on déduit sa structure morphologique. C'est ainsi que les travaux pratiques s'avèrent indispensables à l'étudiant pour compléter ses connaissances morphologiques. Et c'est en fin de compte, au microscope que s'effectue le travail personnel de compréhension.

VOLUME HORAIRE GLOBAL : 22h30 (cours), **15 h** (travaux pratiques), **22h30** (travaux dirigés), **22h30** (Autre).

TRAVAUX PRATIQUES ET DIRIGES

Cinq séances de travaux pratiques sont programmées afin d'affiner les connaissances acquises en cours. La séance dure 3 heures.

Quatre séances de travaux dirigés viennent compléter le programme des cours et TP. En effet, il s'agit traiter des points qui n'ont pas été abordés au cours de ces derniers. La séance dure 1h30mn.

EVALUATION

Deux examens de moyenne durée sont programmés pour ce qui concerne la partie du cours et travaux dirigés. Une évaluation continue est effectuée en travaux pratiques par des tests de manipulation et ou des comptes-rendus.

D'autres activités sont entreprises par les enseignants de l'équipe modulaire avec les étudiants de 1^{ère} année CP SNV. En effet, parallèlement au déroulement des cours, TP et TD, un travail personnel est demandé aux étudiants. Ceci vise à développer l'esprit de recherche en eux, ainsi que l'esprit d'équipe. Enfin, à travers ce travail, l'enseignant accompagne et guide l'étudiant, il est plus un tuteur pour lui qu'un instituteur.

Dr. BERRAÏ H.

I. Tissus épithéliaux

I.1. Définition

L'épithélium est un tissu à prédominance cellulaire, formé de cellules jointives et juxtaposées assurant un rôle de protection en recouvrant l'organisme (exp. Peau) ou en tapissant les cavités et les conduits (c'est le cas des épithéliums de revêtement) soit un rôle d'excrétion en sécrétant des substances (c'est le cas des épithéliums glandulaires). Les épithéliums reposent sur une lame basale qui les sépare du tissu conjonctif sous-jacent. Il n'existe quasiment pas de substance intercellulaire libre entre les cellules épithéliales (contrairement au tissu conjonctif). La plupart d'entre eux se renouvellent continuellement par mitose. Ils sont avascularisés et innervés.

I.2. Principales caractéristiques des épithéliums

Les principales caractéristiques des épithéliums sont : la polarité, la morphologie épithéliale, la présence de filaments intermédiaires de cytokératine et la cohésion.

I.2.1. Polarité

Les cellules épithéliales présentent une distribution très asymétrique des composants de leur cytoplasme. On parle de pôle basal pour désigner la portion de cytoplasme localisée à proximité de la lame basale et de pôle apical pour désigner le « sommet » du cytoplasme. Les cellules épithéliales présentent également une distribution asymétrique des composants de leur membrane plasmique. On distingue ainsi le domaine basolatéral et le domaine apical.

I.2.2. Morphologie épithéliale

Du fait de fortes interactions cellule-cellule et cellule-lame basale, les cellules épithéliales adoptent toujours la forme d'un cube ou d'un cylindre plus ou moins aplati (pas de forme ronde comme les cellules sanguines, étoilée comme les astrocytes et les neurones, ou fusiforme comme les cellules musculaires).

I.2.3. Présence de filaments intermédiaires de cytokératine

Les cytokératines forment une famille de 20 protéines, spécifiques des cellules épithéliales.

I.2.4. Cohésion

La cohésion des cellules épithéliales est assurée par un ensemble de systèmes de jonctions (molécules d'adhérence et complexes jonctionnels) qui s'établissent entre cellules épithéliales ainsi qu'entre cellules épithéliales et lame basale (Fig. 1).

I.2.4.1. Les molécules d'adhérence :

Les cadhérines, les sélectines, les immunoglobulines et les intégrines.

I.2.4.2. Les systèmes jonctionnels :

a. Systèmes de jonction intercellulaire cellule-cellule :

Les jonctions serrées ou zonula occludens ou tight junctions ;

Les jonctions d'ancrage comprenant les jonctions adhérentes ou zonula adhaerens et les desmosomes ;

Les jonctions communicantes ou gap junctions.

b. Systèmes de jonction entre cellule et lame basale : Les hémidesmosomes et les plaques d'adhérences ou contacts focaux.

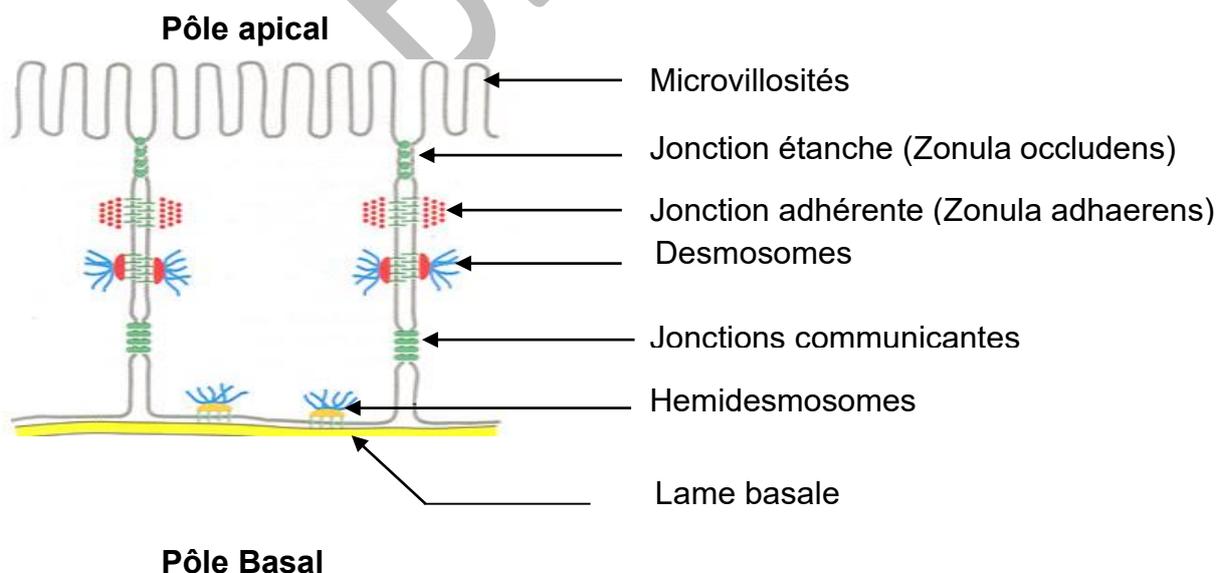


Figure 1 - Schéma du système de jonctions présent dans un épithélium

Sur le plan anatomo-physiologique, il existe deux types d'épithéliums : l'épithélium de revêtement et l'épithélium glandulaire.

I.3. Épithélium de revêtement

I.3.1. Critères de classification

Les épithéliums de revêtement sont classés selon : la forme des cellules, le nombre de couches cellulaires, la nature des spécialisations apicales des cellules épithéliales et la présence de cellules particulières.

I.3.1.1. Forme des cellules

Les cellules épithéliales peuvent être pavimenteuses (plus larges que hautes), cylindriques ou prismatiques (plus hautes que larges) ou cubiques (aussi larges que hautes) (Fig. 2).

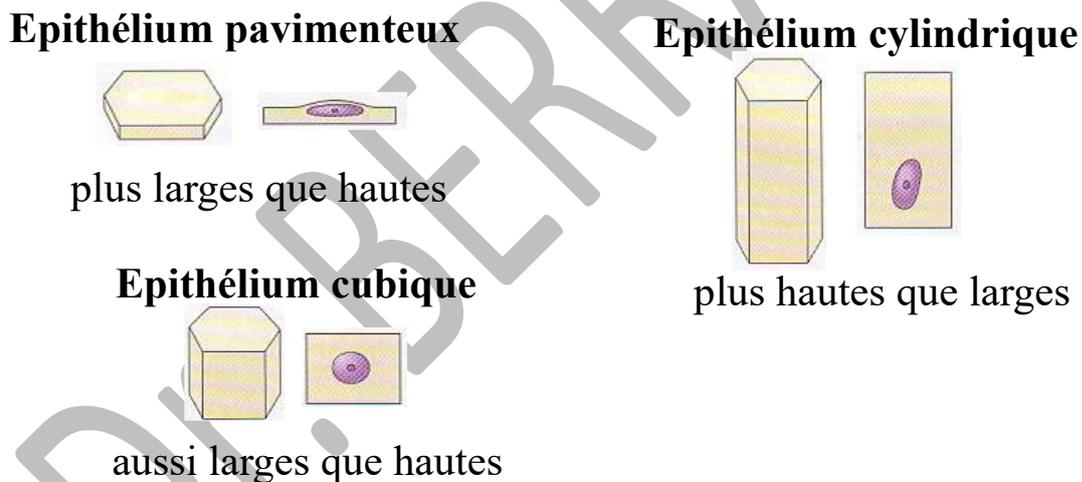


Figure 2 - Formes des cellules épithéliales

I.3.1.2. Nombre de couches cellulaires

L'épithélium de revêtement est soit constitué d'une seule couche de cellules épithéliales. Il s'agit alors d'un épithélium simple. Lorsqu'il est composé de deux ou plusieurs couches cellulaires, il devient stratifié ou pluristratifié. L'épithélium pseudostratifié est un épithélium où toutes les cellules épithéliales sont amarrées à la lame basale mais certaines d'entre elles n'atteignent pas le pôle apical. Il existe un autre type d'épithélium de revêtement, dit particulier. C'est l'épithélium transitionnel comme celui de la vessie. Cet épithélium est

tantôt simple (quand la vessie est pleine), tantôt pseudostratifié quand celle-ci est vide (Fig. 3).

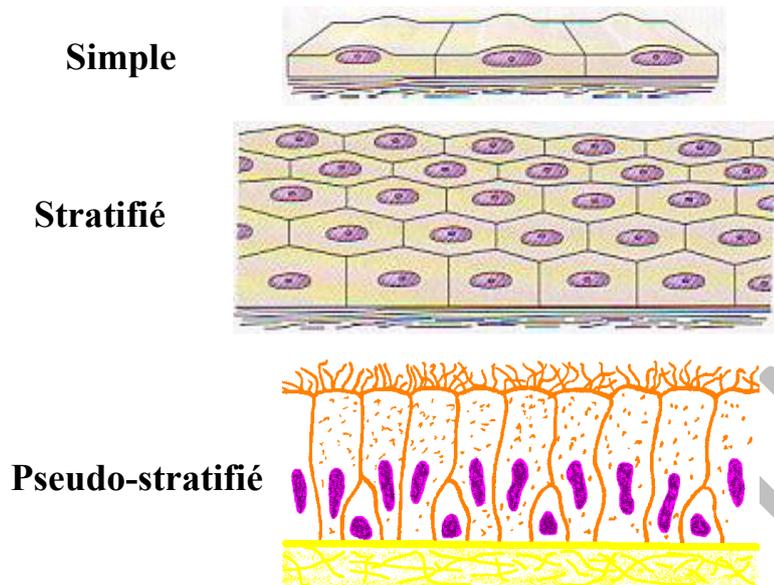


Figure 3 - Nombre de couches cellulaires

I.3.1.3. Nature des spécialisations apicales des cellules épithéliales

Les cellules épithéliales peuvent présenter des natures différentes au niveau du pôle apical, on parle de spécialisation apicale. S'il s'agit de modifications au niveau de la membrane plasmique du pôle apical, on parle de **microvillosités**. Ces dernières sont de 3 formes. Si la membrane plasmique du pôle apical s'invagine et dévagine de manière homogène (hauteur régulière), on parle de **plateau strié**. Si l'invagination et la dévagination de la membrane plasmique se fait de manière hétérogène (hauteur irrégulière), on parle alors de **bordure en brosses**. Enfin, si la membrane plasmique s'invagine et dévagine en se découpant de temps à autre ou en formant des ramifications, on parle alors de **stéréocils** (Fig. 4). La membrane plasmique du pôle apical peut ne pas subir de modifications mais présente plutôt des **cils** qui y sont insérés (Fig. 4).

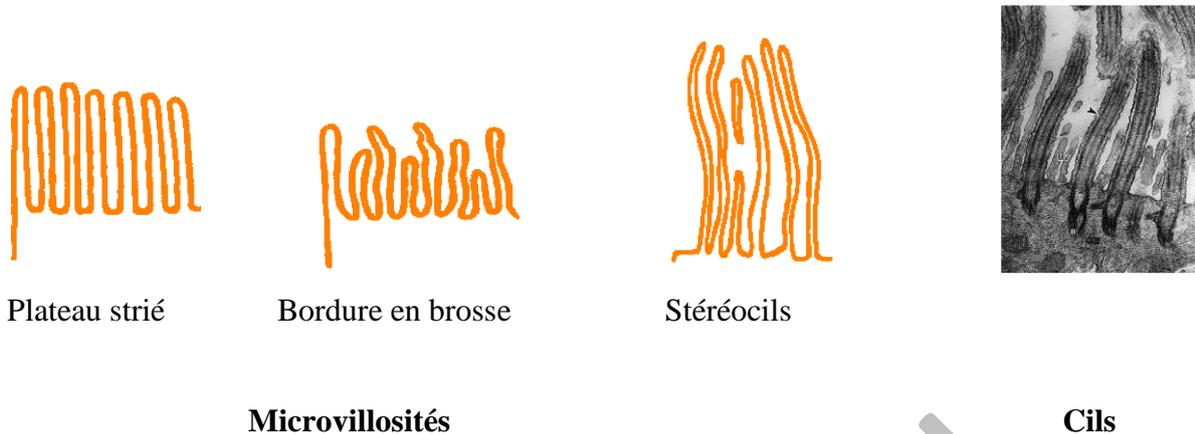


Figure 4 – Nature de la spécialisation apicale

Ainsi le nom de l'épithélium change selon le type de spécialisation apicale :

Présence d'un plateau strié au niveau du pôle apical des cellules épithéliales, on l'appelle **Epithélium à plateau strié.**

Présence d'une bordure en brosse au niveau du pôle apical des cellules épithéliales, on l'appelle **Epithélium à bordure en brosse.**

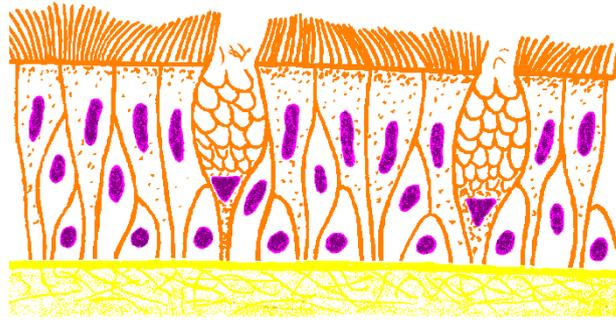
Présence de stéréocils au niveau du pôle apical des cellules épithéliales, on l'appelle **Epithélium stéréocilié.**

Présence de cils au niveau du pôle apical des cellules épithéliales, on l'appelle **Epithélium cilié.**

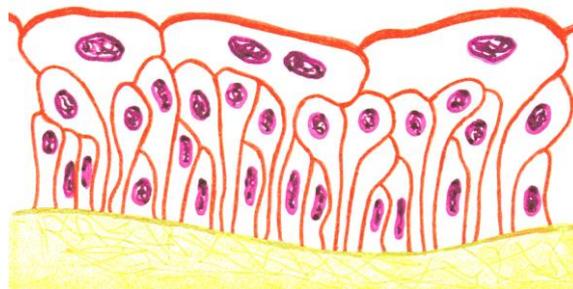
I.3.1.4. Présence de cellules particulières

En dehors des cellules épithéliales, l'épithélium de revêtement peut renfermer dans sa composante cellulaire des cellules dites particulières qui lui donnent l'appellation. Exemple, les cellules kératineuses ou les kératinocytes qui présentent 80% de la population cellulaire épidermique donnant l'appellation à l'épiderme - **Epithélium kératinisé.** Elles ont pour rôle la protection du corps contre les agressions mécaniques (Fig. 5a). Bien que d'autres cellules particulières existent dans l'épiderme, ces dernières ne lui donnent pas l'appellation car elles sont présentes en faible pourcentage, tel que les cellules de Merkel (0,5 à 5%), les mélanocytes (1%) et les cellules de Langerhans (2 à 4%).

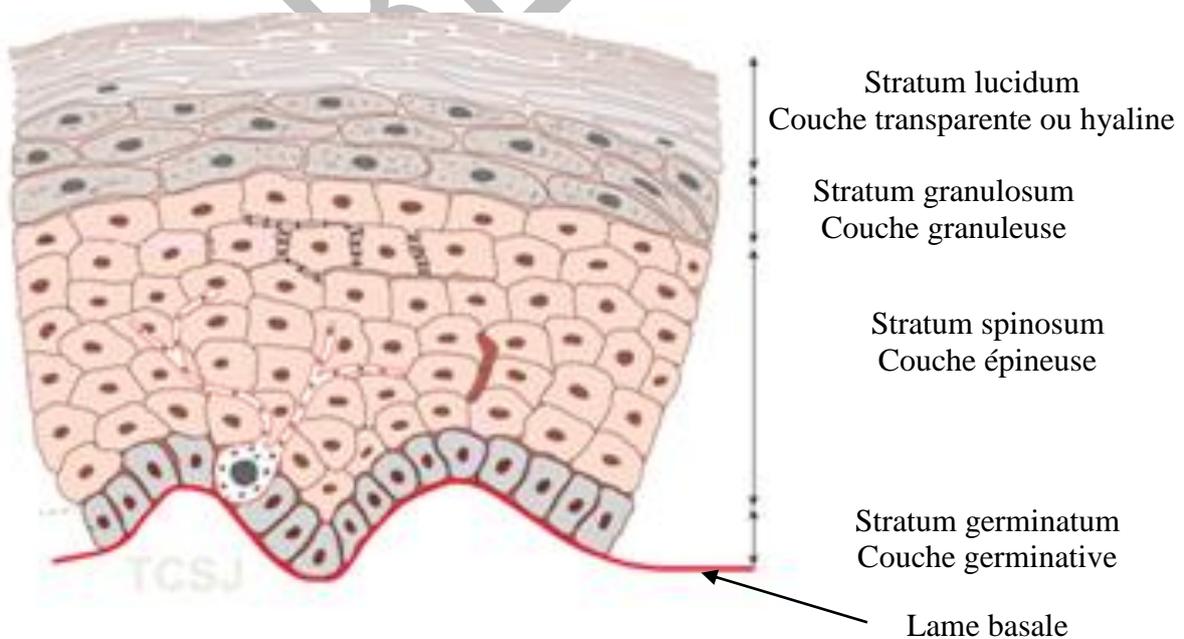
Les cellules caliciformes sont elles aussi des cellules particulières et elles donnent l'appellation à l'épithélium où elles se trouvent (Fig. 5b). On dit alors **Epithélium à cellules caliciformes.** Elles ont la forme d'un calice, d'où leur nom et sont considérées comme l'unique



Epithélium de la trachée : Epithélium de revêtement prismatique pseudo-stratifié cilié à cellules caliciformes à pôle muqueux ouvert.



Epithélium de la vessie : Epithélium de revêtement pseudostratifié transitionnel



Epiderme : Epithélium de revêtement pavimenteux stratifié fortement kératinisé squameux

I.4. Épithéliums glandulaires

I.4.1. Histogénèse des glandes

Les épithéliums glandulaires se différencient par bourgeonnement d'un épithélium de revêtement maternel. Le bourgeon épithélial prolifère et s'enfonce dans le mésenchyme sous-jacent. Il donnera une glande **exocrine** s'il reste relié à l'épithélium d'origine. S'il perd tout contact avec cet épithélium, il formera une glande **endocrine** (Fig. 6).

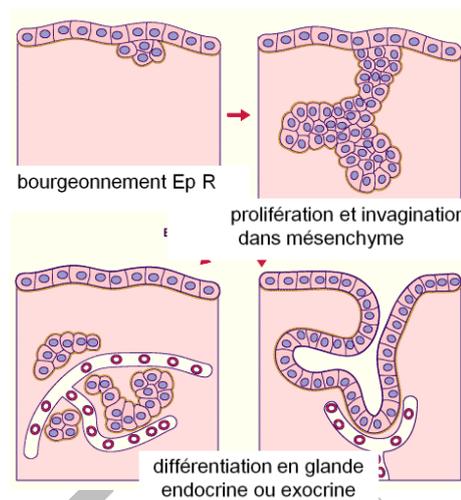
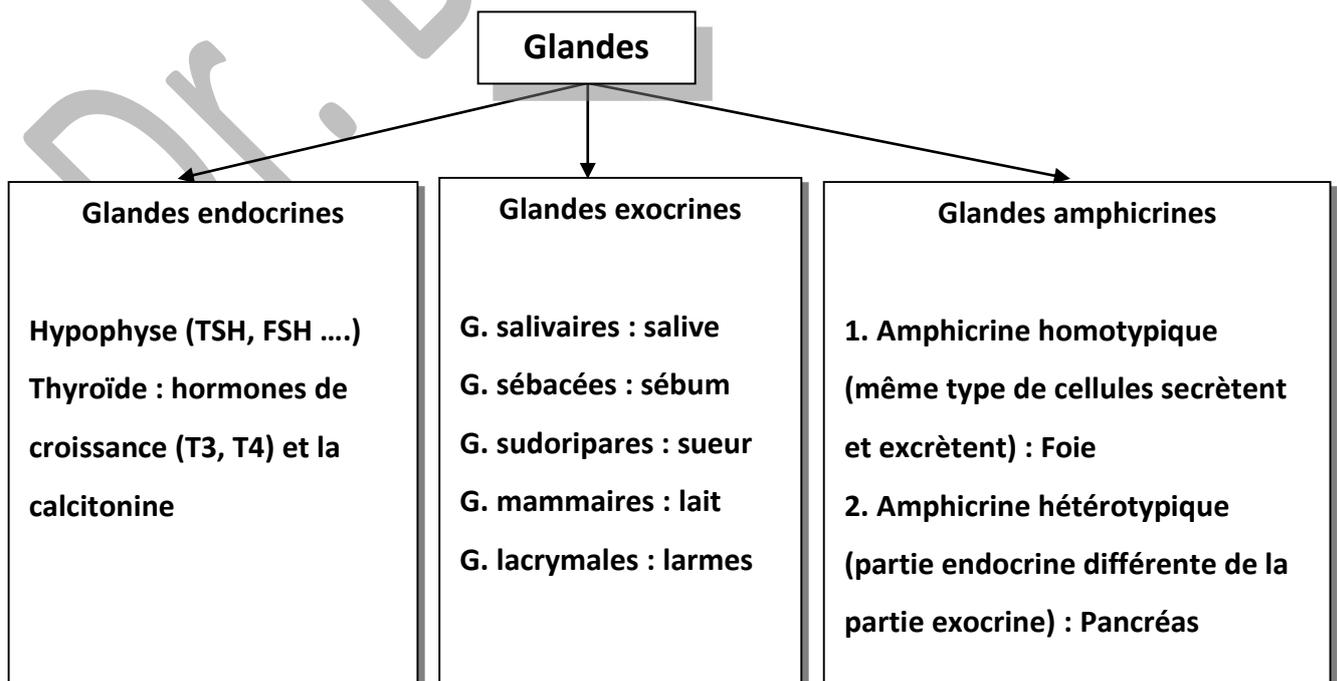


Figure 6 - Histogénèse des glandes

I.4.2. Différents types de glandes



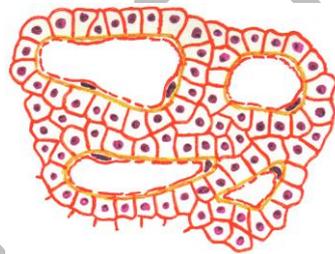
I.4.2.1. Glandes endocrines

Ce sont des glandes qui secrètent leurs produits dans le sang.

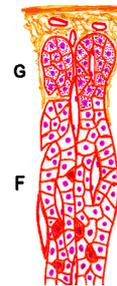
I.4.2.1.1. Classification des glandes endocrines

Les glandes endocrines sont classées selon 2 critères : La nature des hormones secrétées et la morphologie ou forme de la glande.

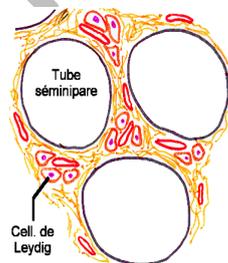
- a. **Nature des hormones secrétées** : Les hormones secrétées sont soit de nature polypeptidique, exemple de glandes : l'hypophyse, la thyroïde et les parathyroïdes, soit de nature stéroïdique, exemple de glandes : les cellules de Leydig.
- b. **Morphologie ou forme de la glande** : Les glandes endocrines se présentent sous trois formes différentes, la forme diffuse, la forme vésiculaire ou vésiculée ou folliculaire et la forme réticulée qui se subdivise en deux types, réticulée orientée et réticulée non orientée (Fig. 7).



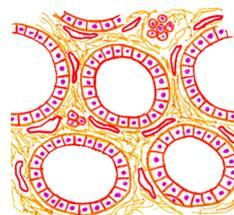
Réticulée non orientée
(Parathyroïdes)



Réticulée orientée
(G. Surrénales)



Diffuse
(Cellules de Leydig)



Vésiculaire ou folliculeuse
(Thyroïde)

Figure 7 - Morphologie des glandes endocrines

I.4.2.1.2. Exemple de glandes endocrines : La thyroïde

La thyroïde est une glande endocrine qui se trouve à l'avant du cou (Fig. 8). Elle est constituée de thyrocytes qui secrètent les hormones de croissance T3 et T4 (responsables de la croissance et de la différenciation des cellules et des tissus du corps). Ces cellules sont disposées en vésicule autour d'une colloïde (substance composée de molécules de thyroglobuline iodée). La glande emmagasine ainsi l'iode absorbé après digestion et c'est pourquoi la thyroïde est considérée comme un piège à iode. Elle possède aussi des cellules C qui secrètent la calcitonine (responsables de la diminution du taux de calcium dans le sang).

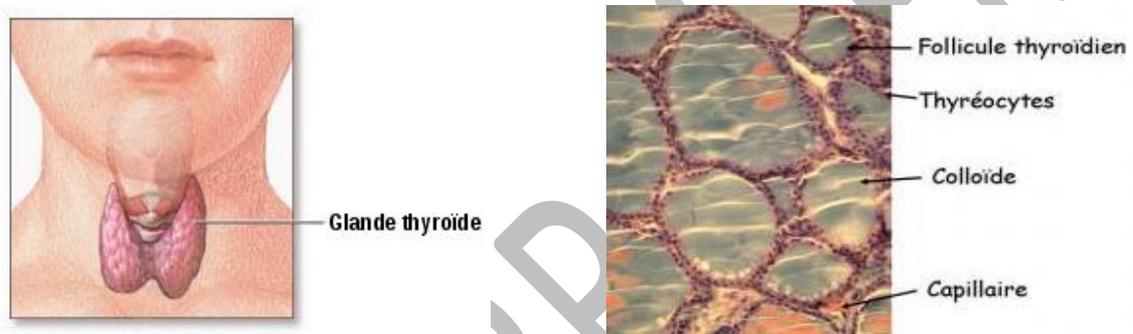


Figure 8 - Thyroïde

I.4.2.2. Glandes exocrines

Ce sont des glandes qui secrètent leurs produits dans un milieu externe et non pas dans le sang (dans un canal excréteur)(Fig. 9). Elles sont constituées comme suit :

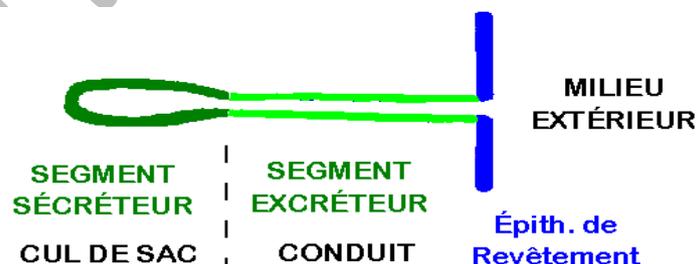
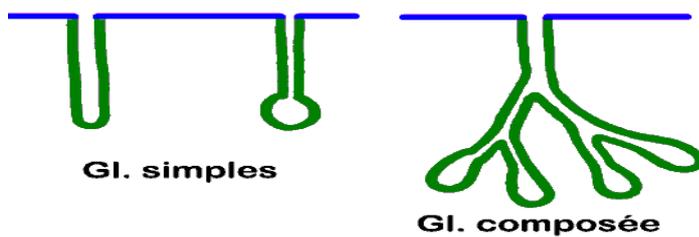


Figure 9 - Constitution d'une glande exocrine

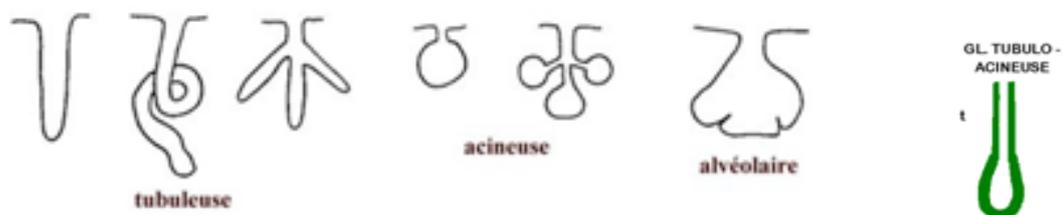
I.4.2.2.1. Classification des glandes exocrines

Les glandes exocrines sont pluricellulaires sauf la cellule caliciforme qui est une glande exocrine unicellulaire. Les glandes exocrines sont classées selon 4 critères : La forme du canal excréteur, la forme du cul de sac, la nature du produit sécrété et le mode de sécrétion.

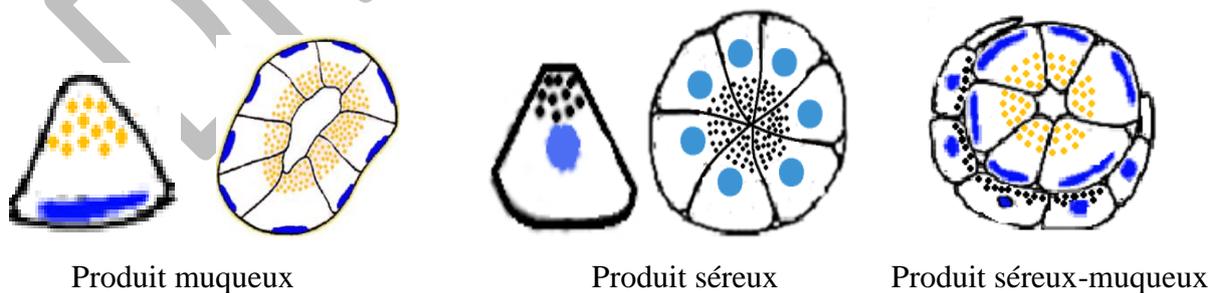
a. Forme du canal excréteur :



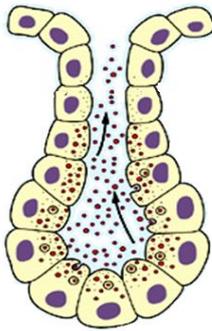
b. Forme de la partie sécrétrice ou du cul de sac :



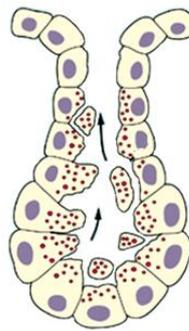
c. Nature du produit excrété :



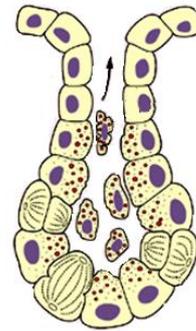
d. Mode de sécrétion :



Mode Mérocrine
(exocytose)



Mode Apocrine

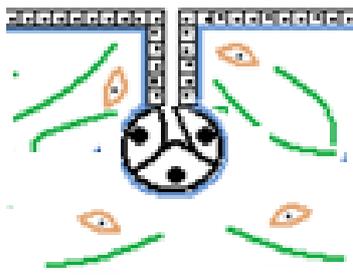


Mode Holocrine

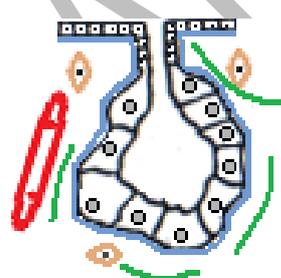
I.4.2.2.2. Exemples de glandes exocrines



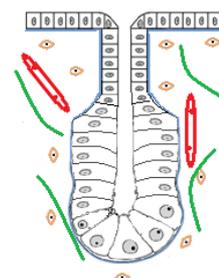
Glande unicellulaire
(Cellule caliciforme)



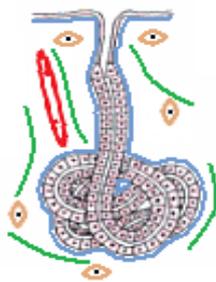
G. simple acineuse



G. simple alvéolaire



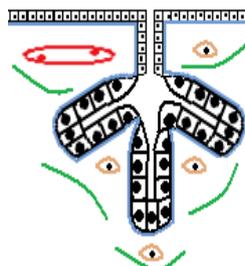
G. simple tubuleuse



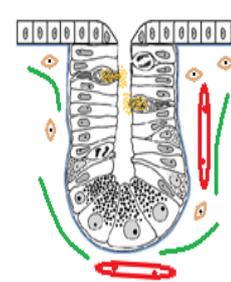
G. simple tub.
Pelotonnée



G. simple tub.
contournée



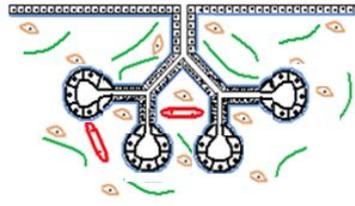
G. simple tub.
Ramifiée



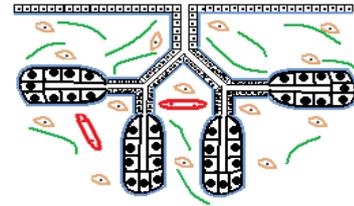
Glande tubuleuse
sans canal excréteur



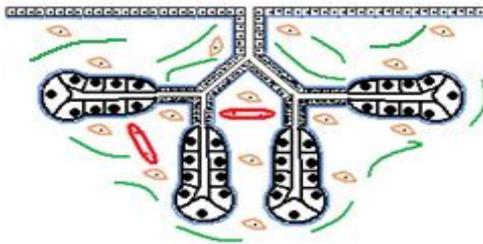
G. composée acineuse



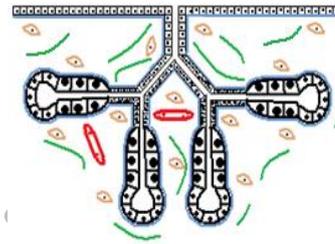
G. composée alvéolaire



G. composée tubuleuse



G. composée tubulo-acineuse



G. composée tubulo-alvéolaire

I.4.2.3. Glandes mixtes ou amphicrines

Une **glande amphicrine** est une glande qui possède à la fois des fonctions exocrines (sécrétion des substances dans des canaux dédiés) et endocrines (sécrétion de substances dans le sang). Lorsque ce sont les mêmes cellules qui possèdent ces deux fonctions, la glande est dite **amphicrine homotypique**, c'est le cas pour les hépatocytes du foie. Lorsque ce sont des types de cellules différents qui possèdent chacun une de ces deux fonctions, la glande est dite **amphicrine hétérotypique** : c'est le cas du pancréas, dont les cellules des îlots de Langerhans sont endocrines, alors que les cellules acineuses sont exocrines.

II. Tissus conjonctifs

II.1. Définition

Ce sont des tissus dont les cellules sont séparées par de la Matrice Extra Cellulaire ' MEC ' (fibres + Substance fondamentale), contrairement aux épithéliums où les cellules sont jointives et juxtaposées. Ces tissus constituent la majorité de la masse du corps des animaux (2/3 du volume total chez l'homme).

II.2. Caractéristiques

Les tissus conjonctifs n'ont aucun contact avec l'environnement, sont innervés et irrigués (riches en vaisseaux sanguins).

II.3. Constituants du tissu conjonctif

Tous les tissus de nature conjonctive ont une structure histologique commune, avec trois éléments fondamentaux : la substance fondamentale, les fibres et les cellules (Fig. 10).

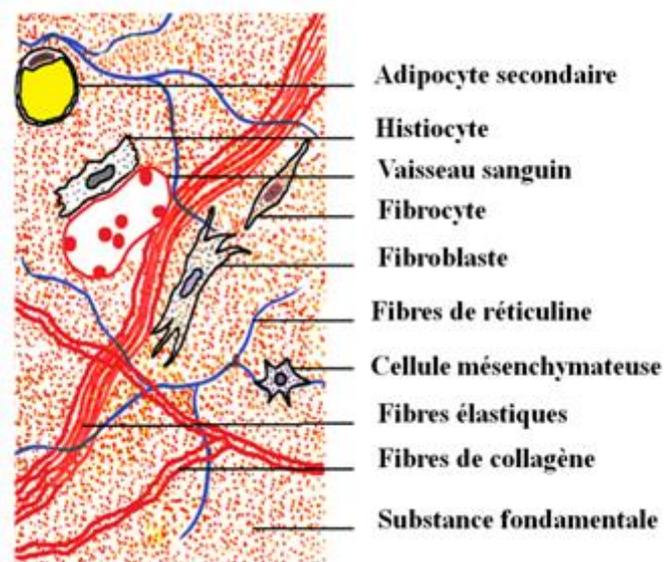


Figure 10 - Constituants du tissu conjonctif

II.3.1. Substance fondamentale : C'est une gelée amorphe qui permet la diffusion de l'oxygène et des molécules dissoutes dans l'eau.

II.3.2. Fibres : Il en existe 03 variétés.

- ✎ **Fibres de collagène** (1 à 12 micromètres) sont les plus communes, longues et sinueuses, solides et flexibles, elles présentent une grande résistance sans élasticité (tendons et ligaments).
- ✎ **Fibres élastiques** (0,2 à 1 micromètre) offrent une forte capacité d'extension et de contraction, tout en conservant une grande résistance dans une direction. Contiennent de l'élastine (Artères, cordes vocales, trachée, voies respiratoires et ligaments élastiques).
- ✎ **Fibres de réticuline** (0,2 à 2 micromètres) peuvent être bifurquées et s'anastomoser, denses, inextensibles, souples, forte résistance dans plusieurs directions (forment des couches autour des organes).

II.3.3. Cellules : Elles sont soit fixes, soit mobiles.

a. Cellules fixes

Les cellules mésenchymateuses ou cellules souches **(1)** se différencient en plusieurs types de cellules de soutien (fibroblastes, adipocytes, chondroblastes et ostéoblastes...), les fibroblastes : cellules jeunes actives qui synthétise les trois types de fibres et certains éléments de la substance fondamentale **(2)**, les fibrocytes **(3)**, les adipocytes **(4, 5)** et les histiocytes (macrophages quiescents) **(6)** (Fig. 11).

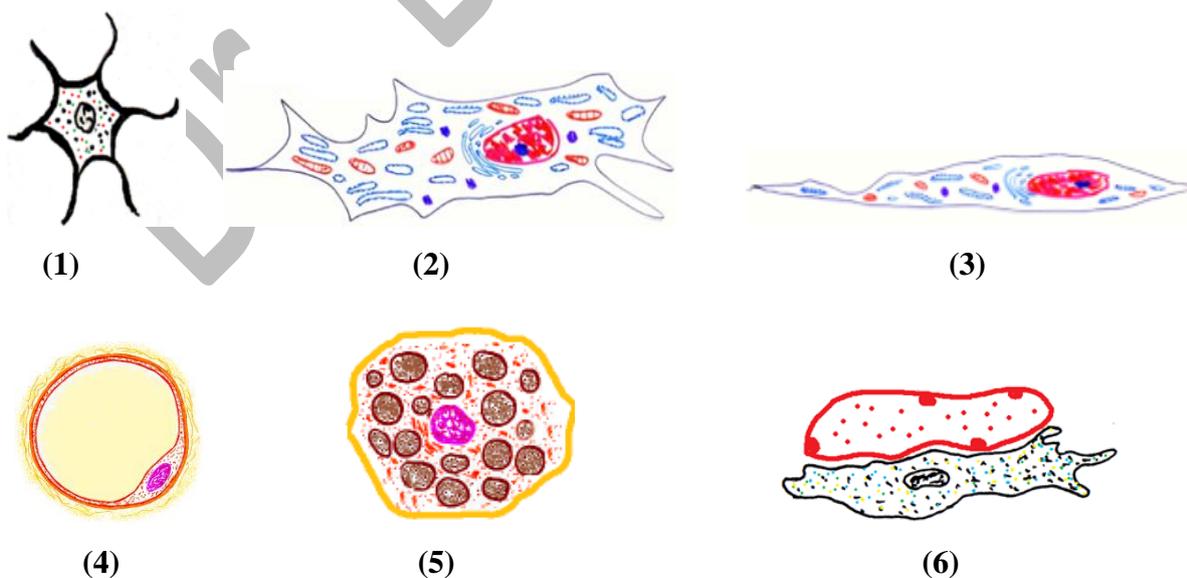


Figure 11 – Cellules fixes du tissu conjonctif

b. Cellules mobiles

Les mastocytes (1) secrètent de l'héparine (coagulation sanguine), de l'histamine (substance qui dilate les petits vaisseaux sanguins durant les inflammations) et de l'acide hyaluronique (métabolisme de la SF), les plasmocytes (2) dérivent des lymphocytes et synthétisent des anticorps, les macrophages (3), les réticulocytes (4) (dans les organes hématopoïétiques et lymphoïdes), les cellules géantes d'irritation (5) lors des infections chroniques et les leucocytes sanguins (Fig. 12).

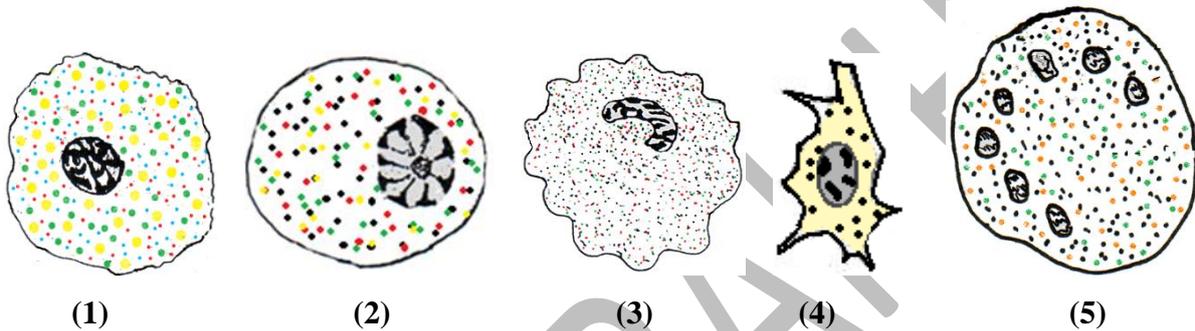


Figure 12 – Cellules mobiles du tissu conjonctif

II.4. Variétés des tissus conjonctifs

Il existe deux grands types de tissu conjonctif : Les tissus conjonctifs **proprement dits** (embryonnaire, lâche, fibreux, cellulaire) et les tissus conjonctifs **spécialisés** (sang et lymphe, cartilage, os).

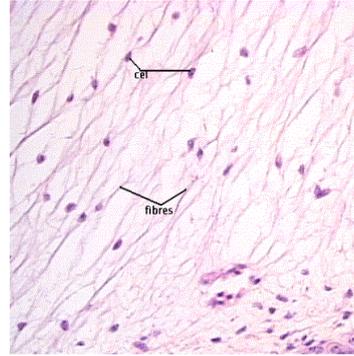
II.4.1. Tissus conjonctifs proprement dits

Les tissus conjonctifs proprement dits sont classés selon leur proportion en cellules, fibres ou substance fondamentale. Si :

- C = F = SF : T.C. lâche,
- C >>> : T.C. adipeux,
- F >>> : T.C. fibreux,
- SF >>> : T.C. embryonnaire ou mucoïde ou gelée de Wharton.

II.4.1.1. Tissu conjonctif muqueux (mucoïde) (la gelée de Wharton)

Se trouve essentiellement dans le cordon ombilical. La substance fondamentale est gélatineuse et les fibres sont des fibres de collagène.

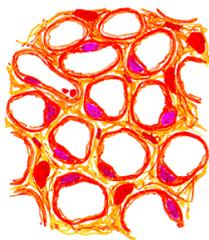


II.4.1.2. Tissu conjonctif lâche

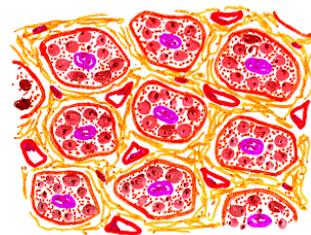
Le plus répandu dans l'organisme. Il est composé de fibres (collagènes, élastiques) ainsi que de cellules fibroblastes enfouies dans une substance fondamentale semi-liquide (en équilibre). Il se trouve dans le derme de la peau, le chorion des voies respiratoires, génitales et urinaires, chorion et sous muqueuses du tube digestif, vaisseaux sanguins, nerfs et il comble les espaces entre organes. Il sert de support à la vascularisation, assure le passage de nombreuses substances entre le sang et les tissus et c'est le siège de déroulement des réactions de défense de l'organisme.

II.4.1.3. Tissu conjonctif cellulaire ou adipeux

Il est riche en cellules (adipeuses) ou adipocytes. Contient de nombreux capillaires sanguins et des cellules adipeuses enserrées dans un fin réseau de fibres de réticuline. Il en existe deux types, le **tissu adipeux blanc ou secondaire (graisse blanche)** et le **tissu adipeux brun ou primaire (graisse brune)**. Il présente une large distribution dans le corps (hypoderme cutané, mésentère. Il prédomine sur la nuque et les épaules chez l'homme et sur la poitrine, les hanches, les cuisses et les fesses chez la femme. Il assure la synthèse et le stockage des lipides sous forme de triglycérides. C'est un bon isolant thermique et mécanique et représente une des plus importantes réserves énergétiques de l'organisme (cas de jeûne, efforts physiques, lutte contre le froid ...).



**Tissu adipeux secondaire
(Graisse blanche)**

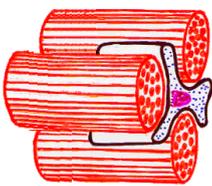


**Tissu adipeux primaire
(Graisse brune)**

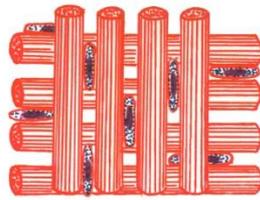
II.4.1.4. Tissu conjonctif fibreux

Il est riche en fibres, pauvre en cellules et en substance fondamentale. Il présente 3 variétés selon la nature des fibres qui le constituent : le tissu conjonctif fibreux dense, le tissu conjonctif fibreux élastique et le tissu conjonctif fibreux réticulé.

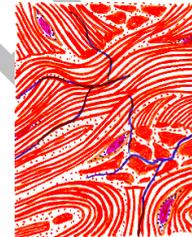
- a. T.C. Fibreux dense :** Les f. collagènes y prédominent [Non orientées (Derme), Orientées (ligament, tendons)]. Confère de la force, intervient principalement dans des fonctions mécaniques.



TCFD orienté unitendu

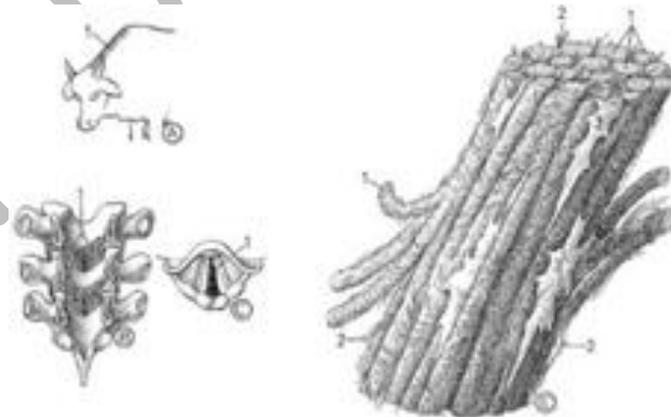


TCFD orienté bitendu

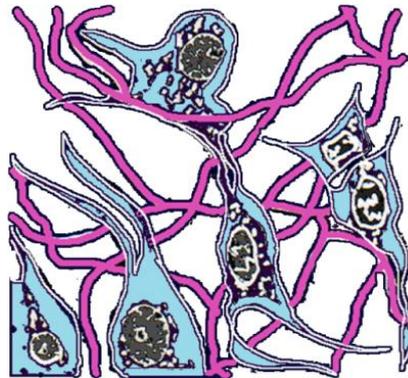


TCFD non orienté

- b. T.C. Fibreux élastique :** Les fibres élastiques y prédominent. Les ligaments élastiques maintiennent un état de tension lorsqu'ils sont étirés. Ils procurent une force de traction, mais reviennent à leur état primaire lorsque la tension cesse (artère de gros calibre et les ligaments jaunes intervertébraux, axe conjonctif des cordes vocales, le ligament nucal des bovidés).



- c. **T.C. Fibreux réticulé** : Les fibres de réticuline y prédominent. Forment un réseau d'attache et de soutien. Les cellules réticulaires phagocytaires jouent un rôle important dans la défense de l'organisme contre les bactéries (Ganglions lymphatiques, rate, foie, rein et moelle osseuse).



II.4.2. Tissus conjonctifs spécialisés

Le tissu sanguin ainsi que les tissus squelettiques sont dits tissus conjonctifs spécialisés. En effet, ils se spécialisent dans le rôle qu'ils jouent, le sang dans la nutrition et les tissus squelettiques dans la structure et le soutien. Ces tissus sont classés selon l'état de la MEC. Elle est liquide dans le tissu sanguin, solide dans le cartilage, solide et minéralisée dans l'os.

II.4.2.1. Tissu sanguin

Le sang est un liquide qui transporte l'oxygène, les nutriments (sucre, sels minéraux, vitamines...) et les hormones indispensables à la vie de nos cellules. En retour, il évacue les déchets vers les organes d'élimination, comme les reins ou les poumons (pour le gaz carbonique). Le sang joue également un rôle central dans la défense de l'organisme contre les agents pathogènes (bactéries, virus...). Et en cas de blessure, il assure lui-même la réparation de ses vaisseaux (processus de coagulation). Le sang véhicule aussi des messagers chimiques – les hormones – essentiels à la régulation et au bon fonctionnement de l'organisme. Il contribue au maintien de la température corporelle et à la régulation de la chaleur dans l'ensemble du corps.

II.4.2.1.1. Composition du sang

Bien que liquide, le sang est un tissu très organisé. Il est composé d'un fluide salé, le plasma, dans lequel circulent des éléments figurés : les globules rouges, les globules blancs et les plaquettes (Fig. 12).

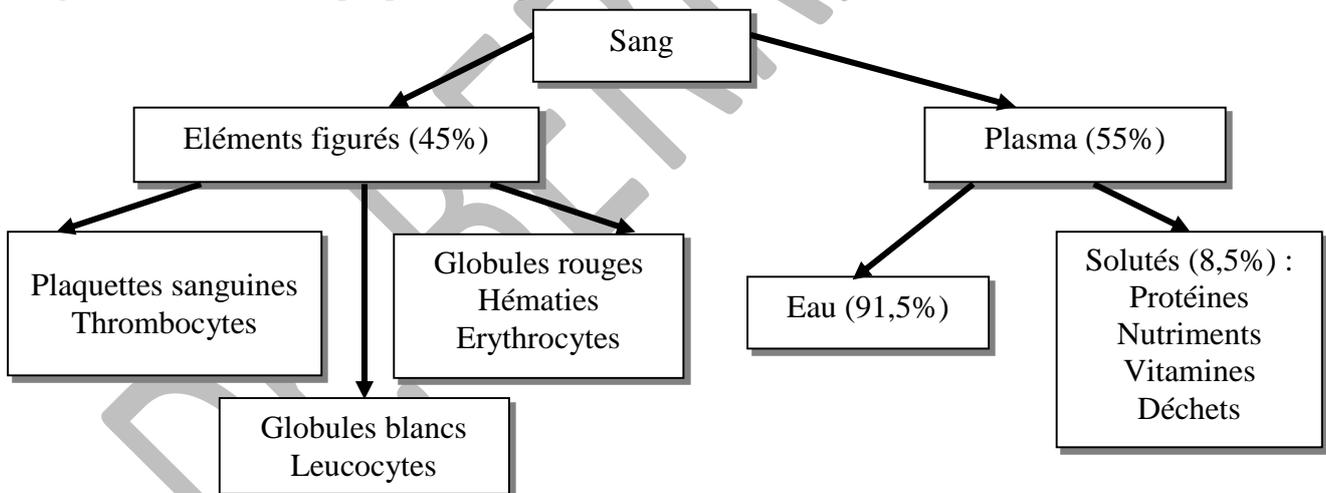


Figure 12 - Composition du sang

A. Plasma

Le plasma constitue 55% du volume total du sang. Formé d'eau à 90%, de sels, de lipides et d'hormones, le plasma est surtout un liquide riche en protéines, dont l'albumine, sa protéine principale; les immunoglobulines; ainsi que les facteurs de coagulation et le fibrinogène. Le plasma remplit plusieurs fonctions : le transport des cellules sanguines et des substances

nutritives; la régulation de l'eau et des sels minéraux de l'organisme; l'irrigation des tissus; la défense contre les infections; la coagulation du sang.

B. Éléments figurés du sang

Les globules rouges, les globules blancs et les plaquettes se retrouvent en suspension dans le plasma (Fig. 13).

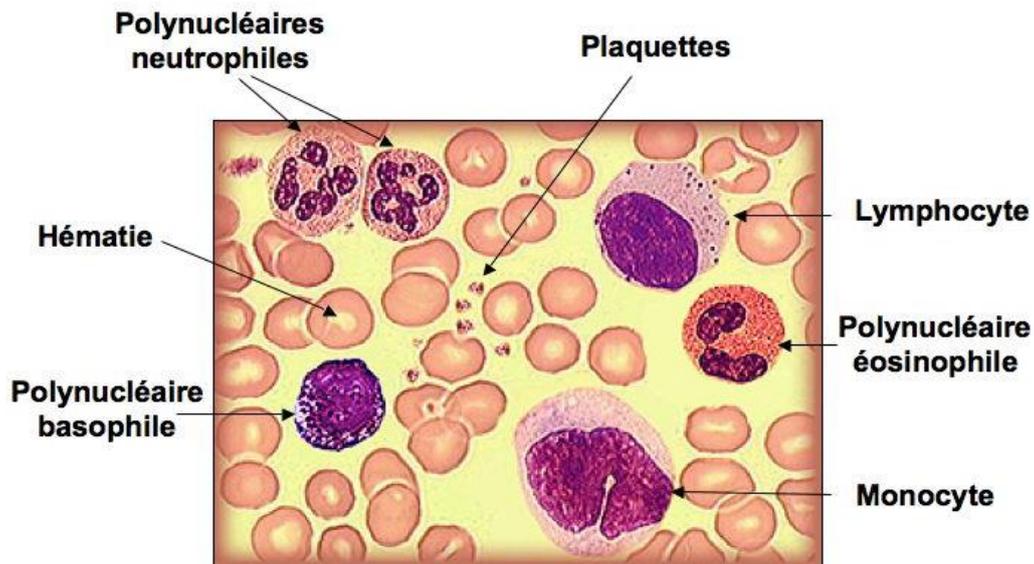


Figure 13 - Frottis sanguin

1) Les globules rouges, érythrocytes ou hématies

Durée de vie : 120 jours.

Diamètre : 7 micromètres.

Ni noyau ni organites cellulaires.

Quantité : 5 millions/ mm^3 .

Origine : Moelle osseuse.

Rôle : Approvisionner les cellules en O_2 et éliminer le CO_2 produit.

Remarque : Les GR de Poisson, d'Oiseau, de Reptile et d'Amphibien possèdent un noyau alors que GR (Hématies) de Mammifère en sont dépourvus (Fig. 14).

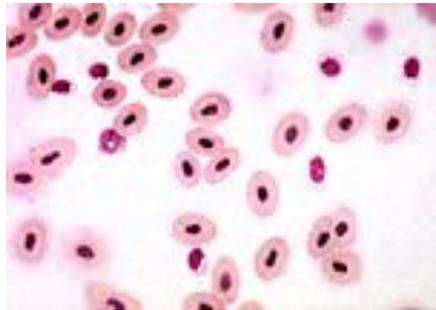


Figure 14 – Frottis sanguin d'un oiseau

2) Les plaquettes sanguines ou thrombocytes

Durée de vie : 8 à 10 jours.

Quantité : 250 000 à 300 000/ mm³.

Pas de noyau mais de nombreux enzymes.

Origine : Fragmentation de grosses cellules sanguines Mégacaryocytes .

Rôle : Coagulation du sang et début de cicatrisation d'une blessure, les plaquettes sécrètent des enzymes dont l'action a pour résultat de transformer une protéine soluble du plasma, le fibrinogène, en une protéine insoluble, la fibrine, qui forme un caillot emprisonnant les globules rouges et blancs.

3) Les globules blancs ou leucocytes

Durée de vie : Quelques semaines.

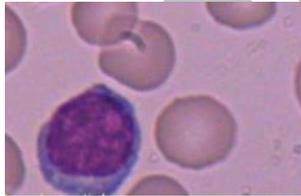
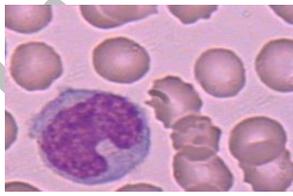
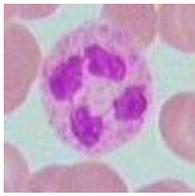
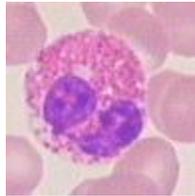
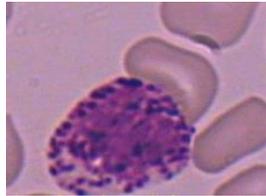
Quantité : 6 000 à 8 000/ mm³ (1 globule blanc pour 7000 globules rouges)

Origine : Moelle osseuse et ganglions lymphatiques.

Rôle dans la protection immunitaire.

Les globules blancs se subdivisent en 2 grands groupes : Les agranulocytes (sans granulation) ou mononucléés (un seul noyau) et les granulocytes ou polynucléés (plusieurs noyaux, en vérité il s'agit d'un seul noyau lobé et qui donne l'impression qu'il existe plusieurs noyaux)(Tab. 1).

Tableau 1 - Critères de différenciation entre les 5 catégories de globules blancs

Critère	Agranulocytes = Mononucléés		Granulocytes = polynucléés		
	Lymphocyte	Monocyte	Neutrophile	Eosinophile	Basophile
% de présence = possibilité de rencontre	25 % des Leucocytes	10 % des Leucocytes	65% des Leucocytes Le plus souvent rencontré	2 à 4 % des Leucocytes	0,5 à 1% des Leucocytes
Rôle	Immunité spécifique (Anticorps)	Phagocytose	Défense antibactérienne	Défense antiparasitaire	Responsable des réponses allergiques et inflammatoires
Taille du GB	7-16 μm	15-30 μm , le + grand GB	10 à 15 μm	12-14 μ	11-13 μ
Forme du noyau	Circulaire occupant presque toute la cellule	Un seul lobe irrégulier, porte une encoche. Peut avoir la forme de rein, de fer à cheval ou de haricot	La taille n'est pas un critère de différenciation pour les polynucléés		
Granulation	-	-	Granulations neutrophiles violettes régulières fines et nombreuses	Granulations acidophiles, roses, rondes, nombreuses	Granulations très nombreuses pouvant recouvrir le noyau, bleu-violet foncé
	La granulation n'est pas un critère de différenciation pour les mononucléés				
Aspect du leucocyte au Microscope optique					

II.4.2.1.2. Différents groupes sanguins selon le système ABO et le système Rhésus

Les hématies portent à leur surface des récepteurs d'O₂ et de CO₂ mais aussi des antigènes appartenant au groupe ABO et au groupe Rhésus (Fig. 15). Ce sont ces antigènes qui donnent l'appellation au groupe de sang analysé (Tab. 2). La présence du rhésus indique que le groupe est de rhésus positif (Rh+), s'il est absent il s'agit d'un groupe à rhésus négatif (Rh-).

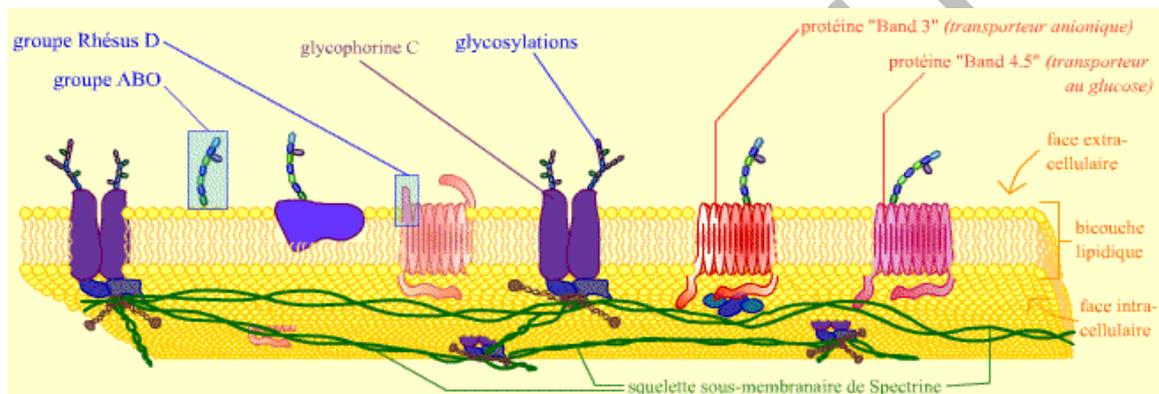


Figure 15 – Présence d'antigènes sur la surface des hématies

	Groupe A	Groupe B	Groupe AB	Groupe O
Globule Rouge				
Anticorps	 Anti-B	 Anti-A	Aucun	 Anti-A et Anti-B
Antigène	Antigène A	Antigène B	Antigène A et B	Pas d'antigène

Tableau 2 - Répartition des antigènes et anticorps selon les groupes sanguins (Sys. ABO)

Lors d'une transfusion le sang du donneur doit être compatible avec celui du receveur afin d'éviter l'agglutination et par la suite la mort du receveur (Fig. 16).

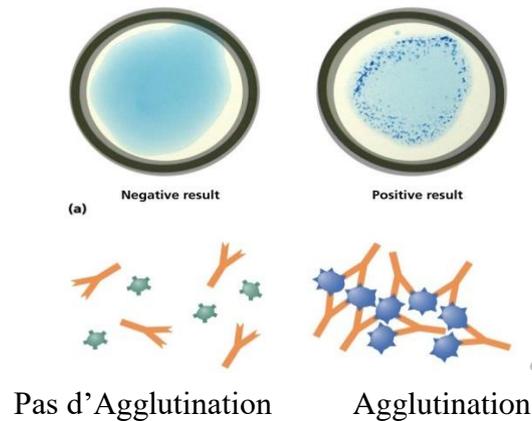


Figure 16 - Phénomène d'agglutination

Pour transfuser, en dehors des transfusions isogroupes, on retient en premier la règle de base suivante : Ne jamais injecter à un sujet des hématies qui seront détruites par les anticorps naturels présents dans le sang du receveur. En cas d'incompatibilité des groupes sanguins des réactions hémolytiques graves surviennent :

- Effets toxiques sur l'organisme receveur se traduisant par des frissons, fièvre, douleurs thoraciques, blocage de la fonction rénale parfois mortelle.

Le groupe O est un donneur universel. Le groupe O^{Rh-} est le véritable donneur universel.

Le groupe AB est un receveur universel. Le groupe AB^{Rh+} est le véritable receveur universel (Fig. 17).

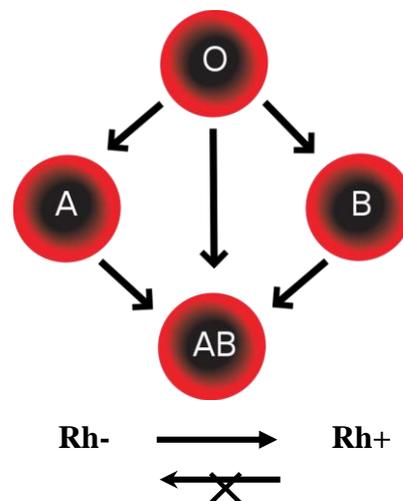


Figure 17 – Compatibilité des groupes sanguins

II.4.2.2. Tissus squelettiques

Le cartilage et l'os sont deux types de tissus conjonctifs spécialisés, formant la charpente squelettique de la plupart des vertébrés. Chez les vertébrés inférieurs le squelette permanent est constitué de cartilage. Chez l'homme la plupart du squelette embryonnaire est d'abord cartilagineux ensuite il est remplacé par de l'os, mais certains cartilages persistent sur certaines surfaces.

II.4.2.2.1. Tissu cartilagineux

Le cartilage n'est pas vascularisé, il se nourrit par diffusion, la MEC est rigide et non minéralisée.

a. Rôle

Il joue un rôle de soutien, il amortit les chocs et amoindrit les frottements et assure une grande souplesse et une capacité de déformation aux organes.

b. Constituants

Le cartilage est constitué de Chondroblaste, Chondrocyte enfermées dans un chondroplaste et d'une MEC rigide et non minéralisée (Fig. 18). Le Périchondre entoure le cartilage sauf pour le cartilage articulaire et le cartilage fibreux. Il est constitué de deux couches et de vaisseaux sanguins (couche externe régulière de cellules fusiformes et une couche interne chondrogène dont les cellules vont se différencier en chondroblastes)(Fig. 19). Ainsi le volume du cartilage augmente (Fig. 20).

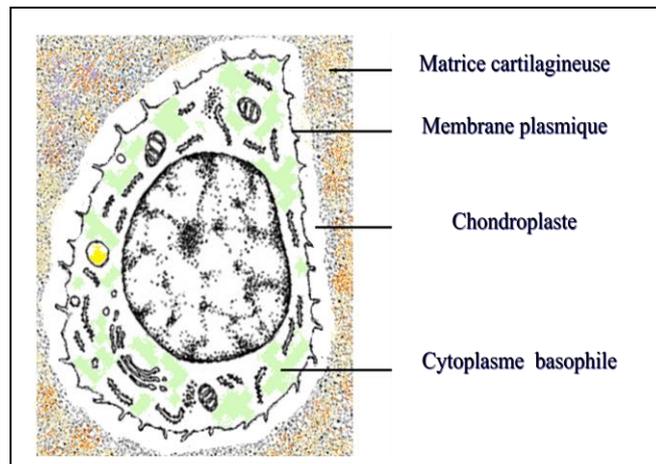


Figure 18 – Ultrastructure d'un chondrocyte

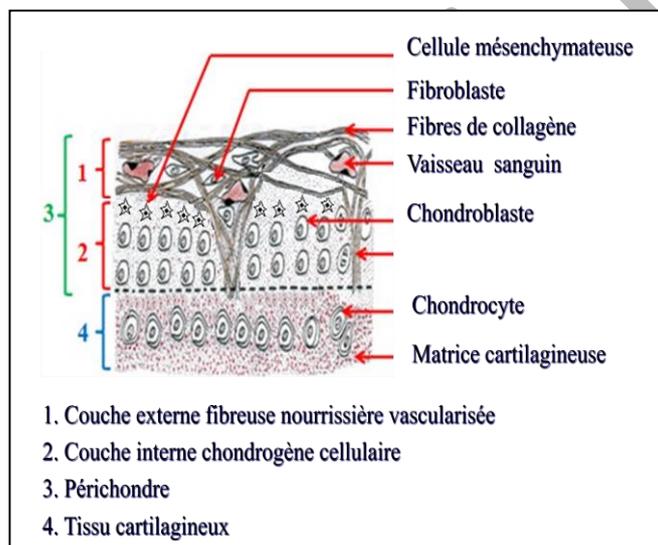


Figure 19 – Structure d'un périchondre

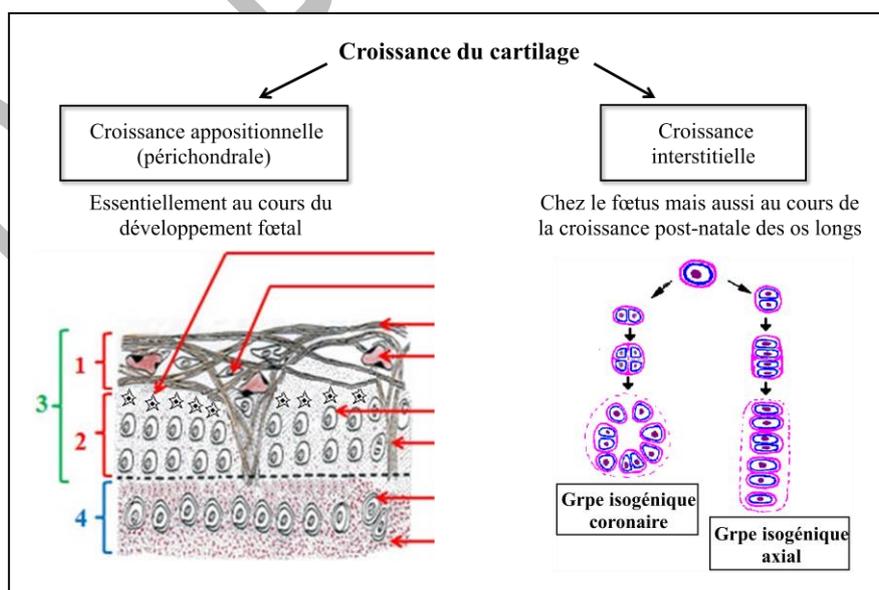


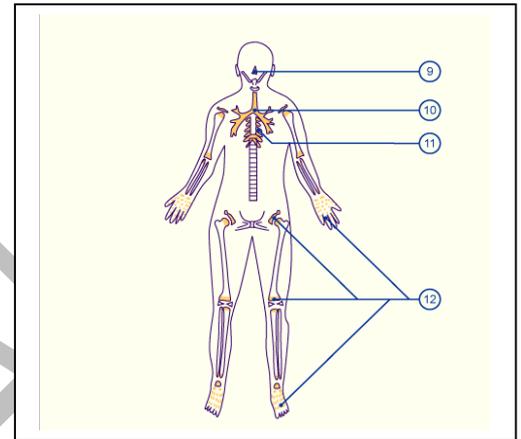
Figure 20 – Croissance du cartilage

c. Différents types de cartilage

1. Cartilage hyalin

Le plus répandu. Entouré de périchondre (sauf au niveau du cartilage articulaire). Constitué de chondrocytes entourés d'une MEC contenant du collagène de type I et beaucoup d'eau. Il est riche en substance fondamentale. MEC a un aspect transparent (Gr.Hyalos= verre).

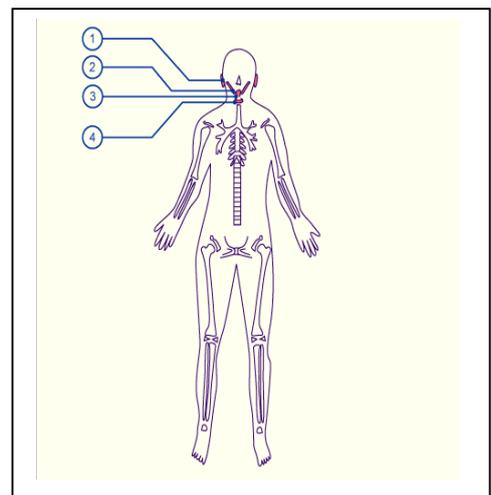
9. Cartilage du nez
10. Cartilage dans les voies respiratoires supérieures
11. Cartilage des côtes
12. Cartilage articulaire



2. Cartilage élastique

Constitué de chondrocytes entourés de MEC contenant du collagène de type II et d'abondantes fibres élastiques. SF peu visible.

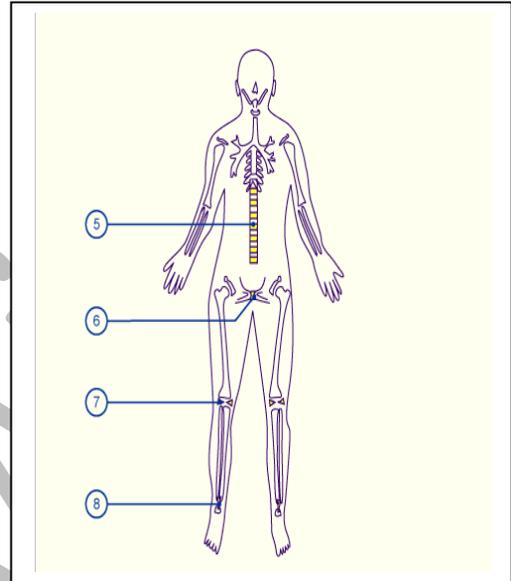
1. Oreille externe
2. Trompe d'Eustache (relie l'oreille moy. à l'arrière du nez)
3. Epiglotte
4. Quelques cartilages du larynx



3. Cartilage fibreux

Dépourvu de périchondre. Constitué de chondrocytes entourés de MEC peu rigide, opaque. Une faible quantité d'eau et d'abondantes fibres de collagènes

5. Disques intervertébraux
6. Symphyse pubienne
7. Ménisques
8. Insertion du tendon d'Achille



II.4.2.2.2. Tissu osseux

Il est richement vascularisé, se nourrit à partir des vaisseaux sanguins, MEC rigide et minéralisée. Il est composé d'une :

- **Fraction organique** : faite de fibres de collagène et de substance fondamentale. Elle donne à l'os sa trame rigide, sa forme.
- **Fraction minérale** : composée de sels minéraux complexes. Elle donne à l'os sa dureté et sa solidité.

a. Rôle

Il joue un rôle de soutien, de protection des organes (crâne). Il est le siège de l'hématopoïèse et assure le mouvement.

b. Constituants

Les cellules osseuses sont des cellules conjonctives qui se différencient au cours de l'ossification. On distingue :

Les **Ostéoblastes**, cellules jeunes, ovoïdes, leur cytoplasme est riche en organites. Ces cellules sont situées à la périphérie d'une lame osseuse, leur noyau est volumineux. Elles peuvent se multiplier et elles se transforment rapidement en **Ostéocytes** entourés d'**Ostéoplastes**.

Les **Ostéocytes** : cellules de forme étoilée dont les prolongements longs et fins unissent les cellules osseuses entre elles. Ce sont les cellules du tissu osseux mature. Leur rôle est la nutrition du tissu osseux et la participation aux mécanismes de résorption et de remodelage osseux.

Les ostéoblastes peuvent également fusionner et constituer les **Ostéoclastes**, Ce sont d'énormes cellules mobiles qui détruisent l'os tandis que parallèlement les ostéoblastes le reconstruisent. (Fig. 21).

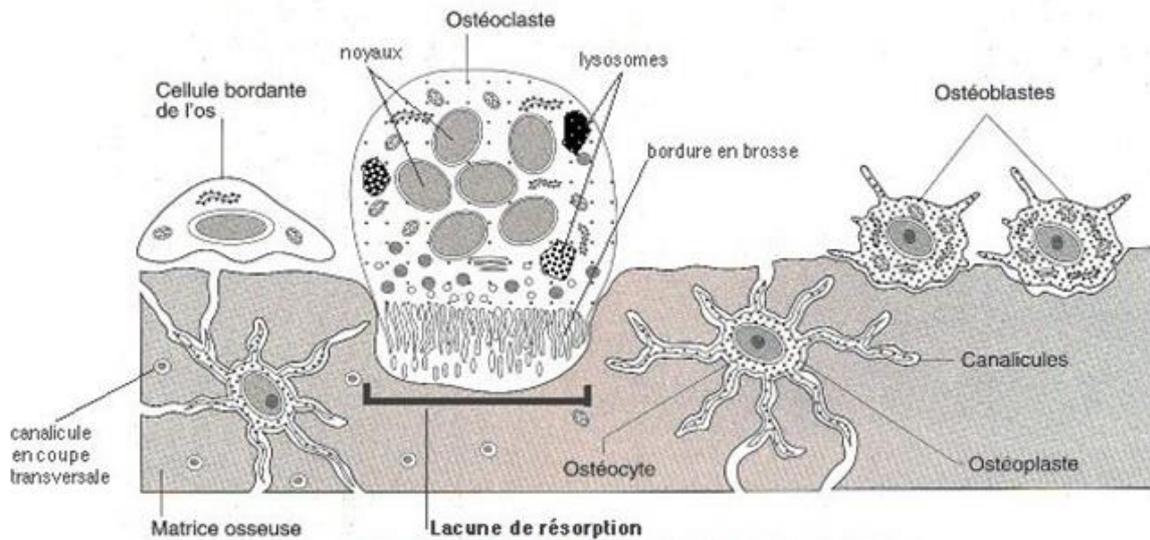


Figure 21 – Constituants du tissu osseux

Le Périoste et l'endoste :

Le périoste revêt la surface externe de tous les os sauf au niveau des cartilages articulaires. Il est constitué de deux couches : une couche interne qui contient des cellules conjonctives (ostéoblastes) et une couche externe riche en fibres de collagènes et en vaisseaux sanguins.

L'endoste est une fine couche du tissu conjonctif tapissant les parois de toutes les cavités vascularisées du tissu osseux. Les cellules mésenchymateuses de l'endoste ont une double potentialité ostéogénique et hématopoïétique.

c. Formation du tissu osseux ou ossification

L'ossification se fait de deux manières, soit **endochondrale** soit **endoconjonctive**. Cette dernière est un processus de base qui passe par 4 étapes :

- Différentiation des ostéoblastes à partir de cellules-souches ;
- Sécrétion par les ostéoblastes de la matrice organique ;
- Minéralisation de la matrice organique et enfin ;
- Arrivée des ostéoclastes (Fig. 22).

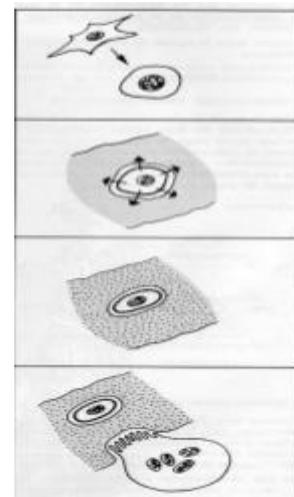


Figure 22 - Formation du tissu osseux
(Ossification endoconjonctive)

L'ossification endochondrale ou enchondrale se déroule au sein du tissu cartilagineux hyalin. Elle a lieu avant l'âge adulte. Initialement, le tissu cartilagineux contient, entre autre, des chondrocytes désorganisés et est entouré intégralement par du périchondre. Les chondrocytes vont s'aligner et se multiplier dans le sens de la longueur du futur os par formation de groupements isogéniques axiaux. Une fois alignés, ces chondrocytes vont s'hypertrophier (=Grossir énormément) jusqu'à en mourir pour calcifier la matrice cartilagineuse. Simultanément à cette hypertrophie, on constate l'apparition de bourgeons vasculaires qui vont apporter 2 éléments essentiels à la formation de l'os : Les cellules mésenchymateuses et les monocytes sanguins (Fig. 23). Les C. Mésenchymateuses vont se différencier en Ostéoblastes et les monocytes sanguins en Ostéoclastes. Les Ostéoclastes vont creuser des tunnels au sein des Chondrocytes calcifiés (« *ligne d'érosion* ») et les ostéoblastes vont former une bordure pseudo-épithéliale du côté de la cavité médullaire (Fig. 24).

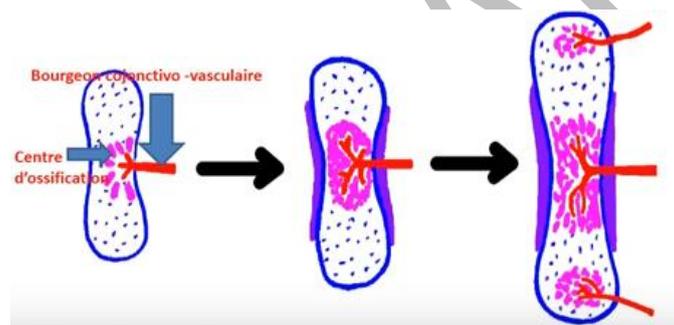


Figure 23 – Pénétration des bourgeons conjonctivo-vasculaires

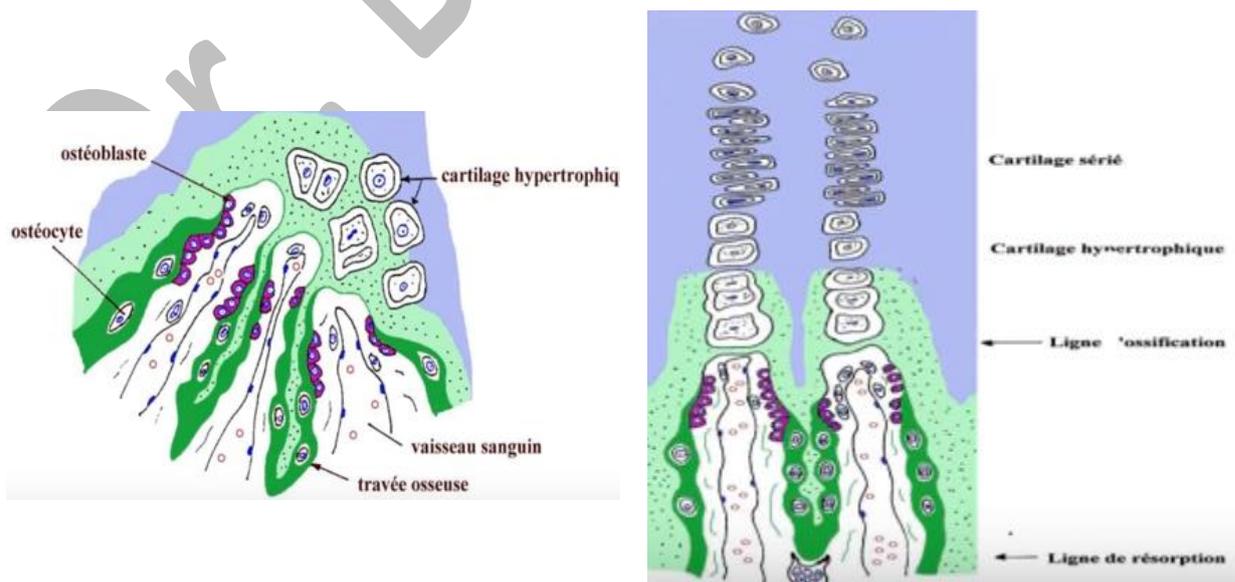
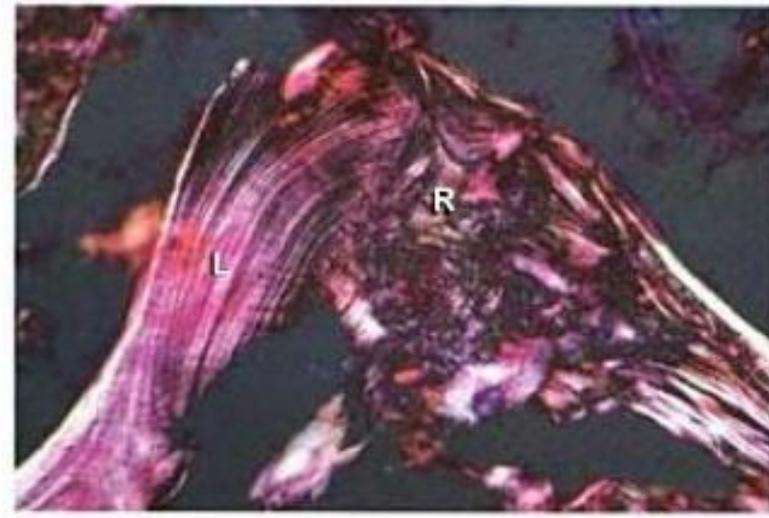


Figure 24 – Ossification endochondrale

d. Variétés du tissu osseux

Il existe deux types de tissus osseux en fonction de l'organisation des fibres de collagène au sein de la matrice osseuse : Tissu osseux réticulaire ou non lamellaire et Tissu osseux lamellaire (Fig. 25).



**Figure 25 – Tissu osseux lamellaire (L)
et tissu osseux réticulaire ou non lamellaire (R)**

1. Tissu conjonctif non lamellaire ou réticulaire

C'est un tissu osseux primaire, faiblement minéralisé où les fibres de collagène sont orientées dans toutes les directions donnant un aspect "d'os tissé" en microscopie optique. Il est mécaniquement fragile. Existe chez le fœtus (ébauches osseuses) et persiste chez l'adulte dans quelques sites et en cas de fractures. Dans le reste des os il est remplacé par le tissu osseux secondaire. Il s'agit d'un tissu osseux provisoire.

2. Tissu osseux lamellaire

C'est un tissu osseux secondaire formé à partir du tissu osseux primaire. Les fibres de collagène sont parallèles formant des lamelles. Il est mécaniquement solide (Fig. 26).



Figure 26 – Tissu osseux lamellaire

Ce tissu se subdivise en deux types : Tissu osseux lamellaire haversien ou compact ou cortical et Tissu osseux lamellaire non haversien ou spongieux. Ces deux types de tissu osseux coexistent dans les os plats (crâne, côtes, ...), les os longs (humérus, fémur, ...) et les os courts (carpes, tarses, vertèbres, ...) (Fig. 27).

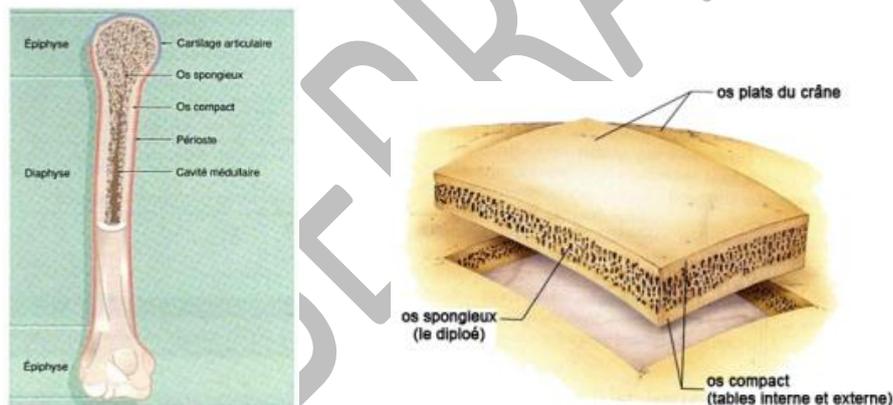


Figure 27 – Coexistence des deux tissus compact et spongieux

Une coupe au niveau de l'os montre l'existence de :

1. **Os spongieux** : Il présente des espaces visibles à l'œil nu appelés trabécules. On le retrouve au niveau de la métaphyse, de l'épiphyse et des os courts.
2. **Os compact** : Les canaux sont invisibles à l'œil nu. On le retrouve au niveau de la diaphyse des os longs creux. Il est formé d'ostéones avec canal de Havers et lamelles concentriques ainsi que de canaux de Volkmann et d'un système résiduel entre ces lamelles (Fig. 28).

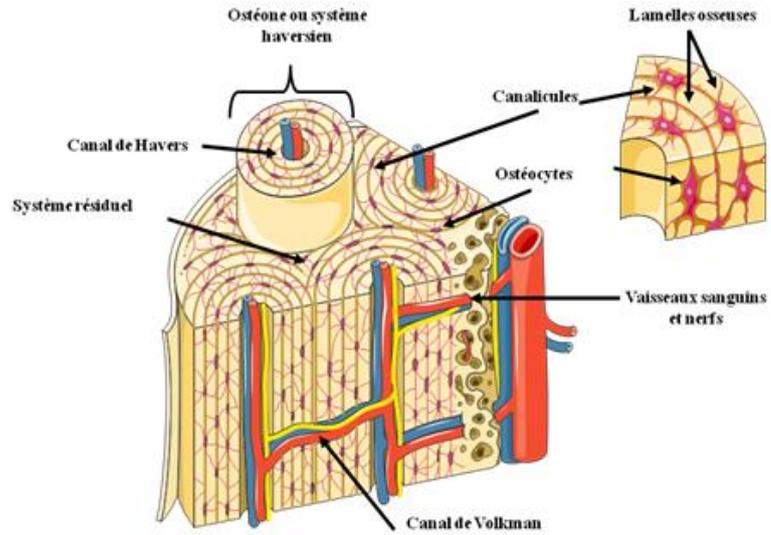


Figure 28 – Organisation de l'os compact

Du point de vue anatomique on distingue trois types d'os : les os courts, les os plats et les os longs (Fig. 29).

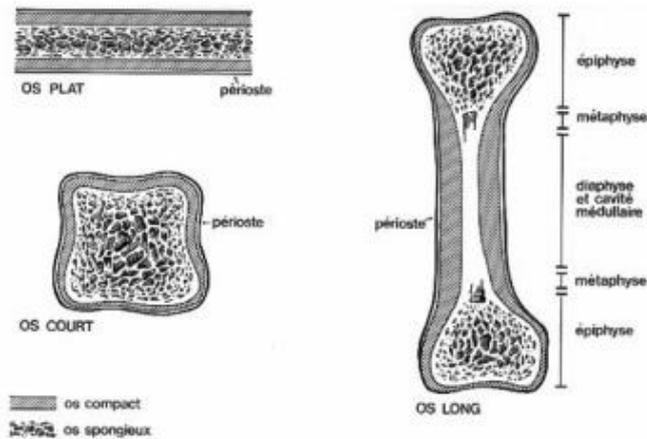


Figure 29 – Variétés des os du point de vue anatomique

III. Tissus musculaires

III.1. Généralités

Les muscles sont constitués par des cellules spécialisées, les fibres musculaires, cellules musculaires ou myocytes. Elles possèdent toutes une double composante en myofibrilles d'actine et en myofibrilles de myosine. La membrane plasmique du myocyte est appelée sarcolemme. Le cytoplasme est appelé sarcoplasme. Le réticulum lisse est appelé réticulum sarcoplasmique.

III.2. Propriétés

Le tissu musculaire possède quatre propriétés :

- ✓ L'excitabilité (la capacité de répondre aux stimulus),
- ✓ La contractibilité (la capacité à se contracter),
- ✓ L'extensibilité (la capacité d'un muscle à s'étirer sans se déchirer),
- ✓ L'élasticité (la capacité d'un muscle à retourner à sa taille normale).

III.3. Rôle

- ✓ Assurer le maintien des os du squelette ensemble
- ✓ Permettre les mouvements des parties du corps (m. squelettiques) ou organes (m. lisses ou cardiaques)
- ✓ Permettre la posture du corps

III.4. Classification

Il existe deux types de tissus musculaires : le tissu musculaire strié et le tissu musculaire lisse. Le tissu musculaire strié se subdivise à son tour en deux types de tissu : le tissu strié squelettique et le tissu strié cardiaque.

III.4.1. Le tissu musculaire strié squelettique

Les muscles squelettiques s'insèrent en général sur les os par l'intermédiaire de tendons permettant ainsi la motricité (Fig. 30). Contrairement aux autres muscles, ils peuvent se contracter ou se détendre volontairement (consciemment). Il s'agit d'un système volontaire agissant sous contrôle du système nerveux central. Toutes les fibres du muscle squelettique ne sont pas identiques dans leur structure ou leur fonction ; leurs tailles peuvent varier de 15 centimètres de long à moins de 1 mètre. Par exemple, elles changent de couleur selon la teneur en myoglobine. Il existe des fibres blanches fatigables rapidement (responsables de mouvements) et des fibres rouges résistantes à la fatigue (maintien postural).

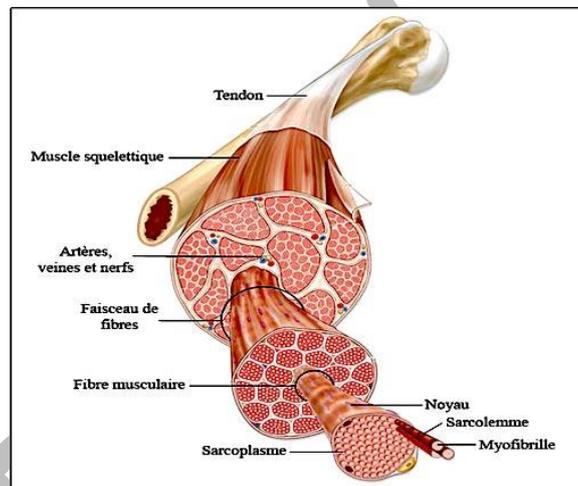


Figure 30 – Organisation d'un muscle strié squelettique

Enveloppes conjonctives du muscle strié squelettique

Le muscle squelettique se compose de plusieurs milliers de cellules contractiles individuelles (fibres musculaires ou myocytes) recouverte chacune par une enveloppe conjonctive appelée **Endomysium**. Ainsi les cellules sont regroupées en paquets appelés fascicules ou faisceaux qui sont entourés par un tissu conjonctif de type lâche appelé **Périmysium**. Puis les faisceaux sont regroupés pour former le muscle. Ce dernier est enveloppé par un tissu conjonctif de type dense nommé **Epimysium** (Fig. 31).

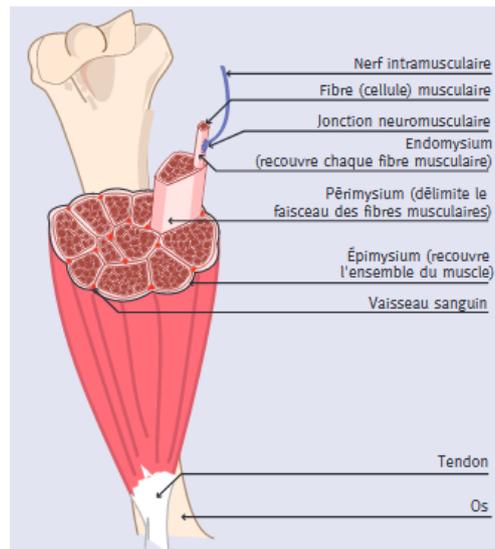


Figure 31 – Enveloppes conjonctives au niveau d'un muscle squelettique

Les cellules musculaires striées squelettiques appelées **Rhabdomyocytes** sont cylindriques, polynuclées, géantes et parallèles les unes aux autres, longues pouvant atteindre plusieurs centimètres. Noyaux aplatis et périphériques (Fig. 32).

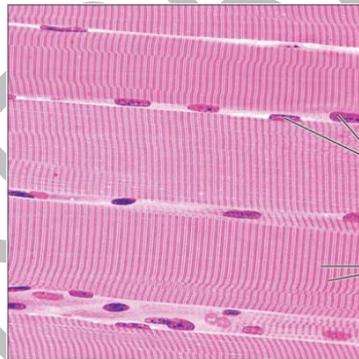


Figure 32 – Rhabdomyocytes vus au microscope optique

Jonction neuromusculaire

C'est une zone privilégiée au niveau de laquelle s'effectue la neurotransmission. La jonction neuromusculaire est une synapse particulière entre chacun des contacts étroits, entre une terminaison axonale motrice et une fibre musculaire. Le neurotransmetteur, l'acétylcholine, libéré par la terminaison nerveuse se lie au récepteur de l'acétylcholine, au niveau du sarcolemme et déclenche un courant électrique : le potentiel d'action. Celui-ci se propage tout le long du sarcolemme et provoque au niveau de la triade le passage d'un signal électrique du tubule T au réticulum sarcoplasmique qui libère alors les ions calcium (Ca^{++}). Les ions calcium libérés, se diffusent entre les filaments protéiques d'actine et de myosine, provoquent la contraction des myofibrilles (Fig. 33).

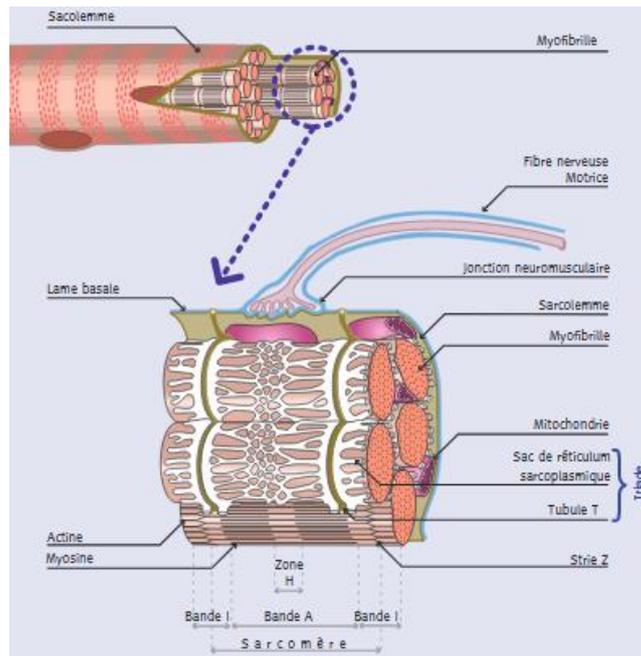


Figure 33 – Jonction neuromusculaire

Contraction du muscle strié squelettique

La contraction musculaire correspond à un raccourcissement des sarcomères dû au glissement relatif des filaments d'actine et de myosine : les deux disques Z délimitant un sarcomère se rapprochent l'un de l'autre. Ce phénomène se produisant simultanément pour tous les sarcomères de la cellule, il en résulte un raccourcissement global de la cellule musculaire selon l'axe longitudinal. La contraction musculaire est provoquée par une augmentation de la concentration en calcium intracellulaire, le relâchement est donc obtenu par un retour à la concentration initiale. L'augmentation de la concentration en calcium intracellulaire ne dure que quelques millisecondes (Fig. 34).

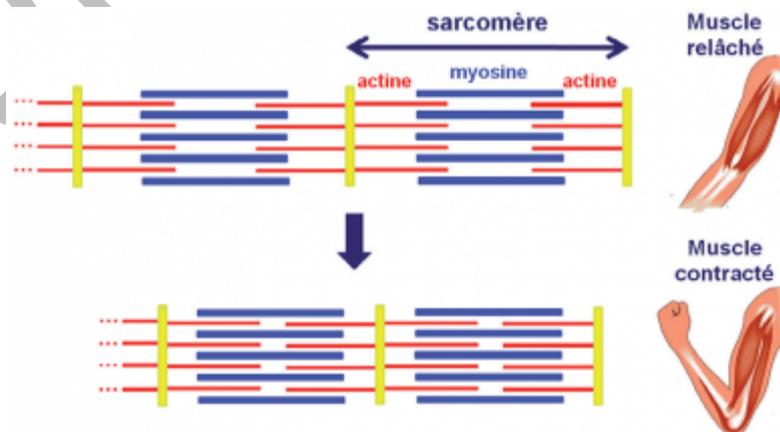


Figure 34 – Relâchement et contraction du sarcomère

III.4.2. Le tissu musculaire strié cardiaque

Le muscle cardiaque forme la partie extérieure du cœur. Il est strié comme le tissu du muscle squelettique, mais contrairement à ce dernier, sa contraction est involontaire (inconsciente). Le cœur est situé dans la cage thoracique entre les deux poumons. C'est un muscle creux doué d'automatisme et spécialisé dans la propulsion du sang vers les organes. Les parois du cœur sont principalement constituées de muscles striés, les cardiomyocytes sont localisés dans le myocarde (paroi du cœur). La cavité cardiaque est tapissée par des cellules endothéliales qui constituent l'endocarde et, le cœur est enveloppé dans un sac fibreux, le péricarde. Une étude Histologique du cœur révèle qu'il y a :

- 80% de cellules excitables et contractiles, les cardiomyocytes,
- 1% de cellules auto excitables produisant et conduisant une dépolarisation, le tissu nodal et conducteur
- 19% fibres conjonctives, cellules endothéliales, cellules nerveuses...

Organisation du muscle strié cardiaque

Le myocyte cardiaque aussi appelé **Cardiomyocyte** est un type particulier de muscle strié, il est mononucléé ou binucléé au centre. Contrairement au rhabdomyocyte, son diamètre et sa longueur sont limités. En coupe longitudinale, les cellules musculaires striées cardiaques ont la forme de longs cylindres bifurqués et anastomosés. Les extrémités des fibres adjacentes sont accolées l'une à l'autre au niveau d'une structure appelée disque intercalaire ou trait scalariforme ou strie scalariforme. Toutefois, chaque cellule reste bien individualisée (Fig. 35). Ces cellules sont entourées de tissu conjonctif, l'endomysium, et sont regroupées en travées également entourées de tissu conjonctif, l'épimysium.

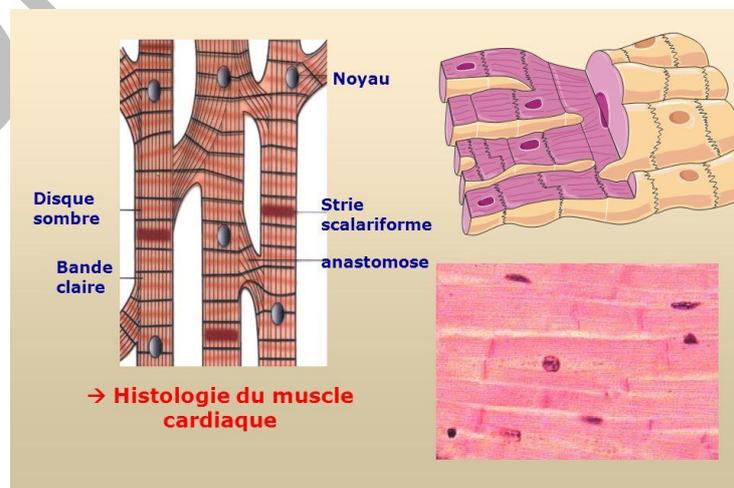


Figure 35 – Aspect des Cardiomyocytes

Contraction du muscle strié cardiaque

Le muscle cardiaque est un muscle de contraction involontaire, les myocytes le constituant se contractent de façon rythmique et automatique. La contraction musculaire du myocarde est comparable à la contraction du muscle squelettique à quelques différences près. Par exemple, à la différence du muscle squelettique, qui a besoin d'un stimulus nerveux, le muscle cardiaque s'excite lui-même ; il est dit myogénique. Si les contractions rythmiques se produisent spontanément, leur fréquence peut être affectée par des influences nerveuses ou hormonales telles l'exercice ou la perception de danger

III.4.3. Le tissu musculaire lisse

Le muscle lisse également appelé viscéral se trouve dans les structures internes comme les vaisseaux sanguins, l'estomac, les intestins et la vessie. Le muscle lisse n'est pas strié (comme son nom l'indique) et sa contraction est en général involontaire (inconsciente). Les cellules musculaires lisses sont aussi appelées **Léiomyocytes**. Elles sont fusiformes, mononuclées, non striées présentant des points noirs (corps denses). Les cellules sont placées de telle sorte que la partie renflée (médiante) d'une cellule vient en contact avec les extrémités effilées des cellules adjacentes. La zone de jonction constitue le nexus (où les membranes plasmiques des cellules s'unissent). La taille de ses fibres peut varier de quelques micromètres jusqu'à 0,5 millimètres de long (Fig. 36).

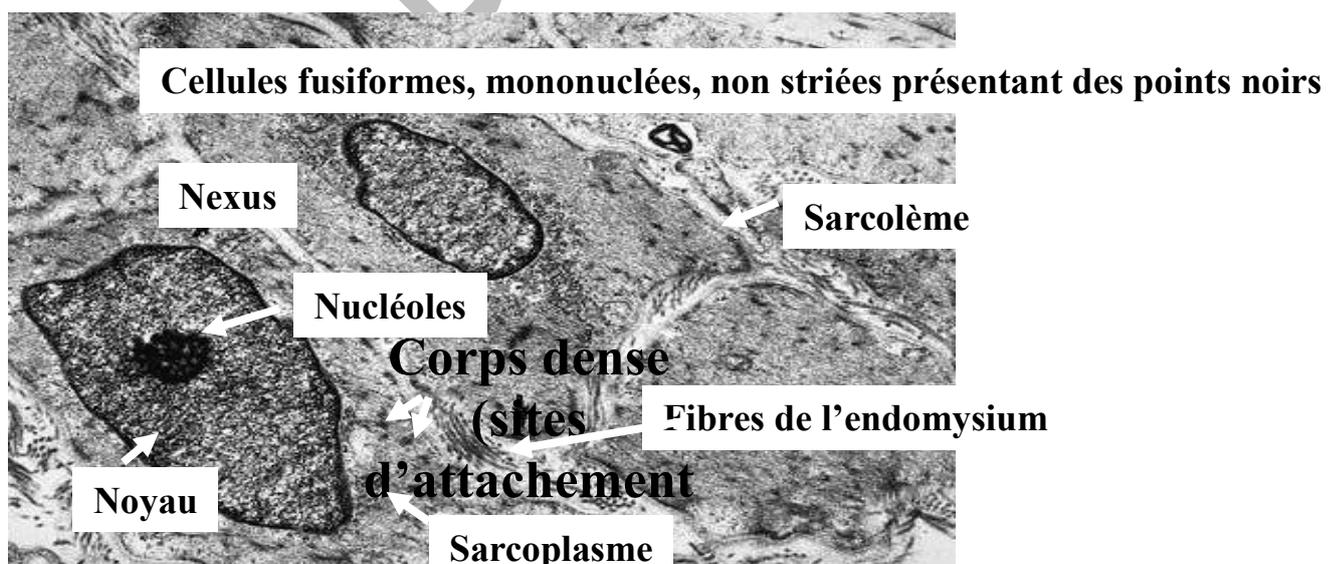


Figure 36 – Microphotographie de Léiomyocytes

Disposition des myofilaments d'actine et de myosine

On distingue à l'intérieur des léiomyocytes des myofibrilles (sous forme de myofilaments) orientés selon le grand axe de la cellule. Les myofilaments sont composés des deux protéines contractiles : les fins d'actine et les épais de myosine. Des myofilaments fins entourent un myofilament épais, et la contraction a lieu en présence d'ATP (Fig. 37).

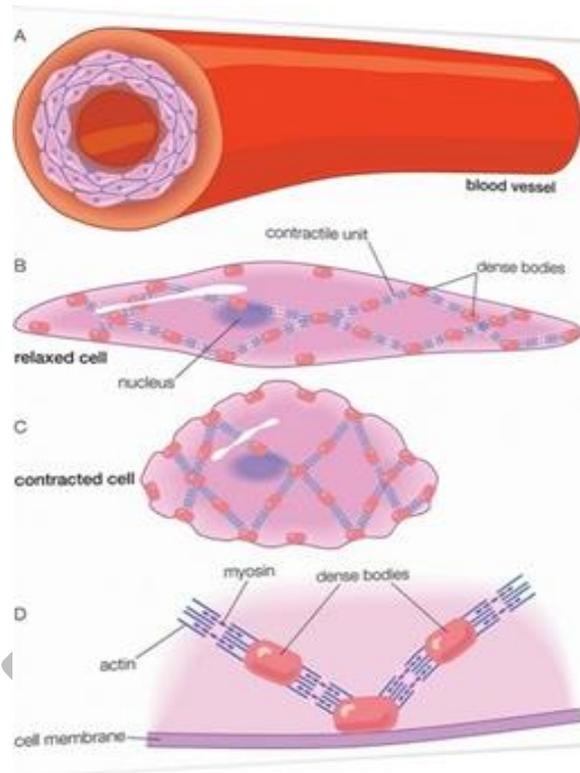


Figure 37 – Disposition des myofilaments d'actine et de myosine dans une cellule musculaire lisse

Rôle : Le muscle lisse a pour fonction d'aider au transport de différents milieux à l'intérieur de l'organisme. Ces différents milieux sont:

- du sang pour le muscle lisse des vaisseaux sanguins,
- de l'air pour le muscle lisse des bronches,
- de la nourriture pour le muscle lisse du tube digestif
- de l'urine pour le muscle lisse des reins, de la vessie et des vaisseaux transportant l'urine.
- du produit de sécrétion pour les cellules myoépithéliales (cellules musculaires lisses) des glandes exocrines

Contraction du muscle lisse

La contraction des cellules musculaires lisses peut être déclenchée :

- Par un influx nerveux
- Par une stimulation hormonale

Le premier événement est l'afflux de calcium dans le cytoplasme (Ca^{++} provient soit du réticulum endoplasmique lisse (REL), soit du milieu extra-cellulaire).

Le Ca^{++} est le médiateur de la contraction. Il se lie à la calmoduline et le complexe ainsi formé active une kinase qui assure la phosphorylation de myosine. Ainsi la myosine activée, ses ponts vont pouvoir glisser le long de l'actine et développer une tension musculaire. Les contractions sont prolongées ou lentes (Estomac) (Fig. 38).

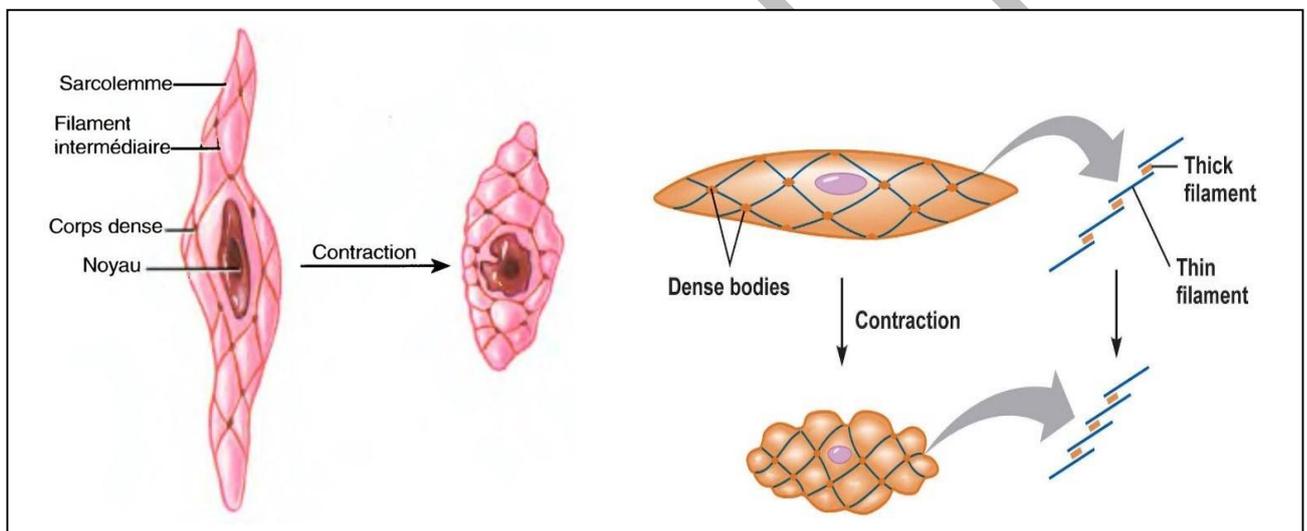


Figure 38 – Mécanisme de contraction chez le léiomyocyte

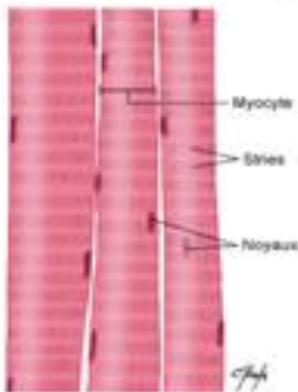
III.5. Critères de différenciation des trois fibres musculaires

Les trois fibres musculaires sont différenciées grâce aux critères suivants :

1. Forme et dimensions des fibres musculaires
2. Aspect du cytoplasme : striation
3. Aspect des noyaux
4. Mode d'assemblage
5. Types de relations entre les cellules
6. Aspect des enveloppes conjonctives

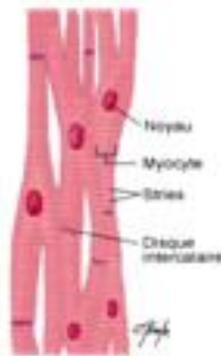
1. Forme et dimensions des fibres musculaires

La FMS squelettique



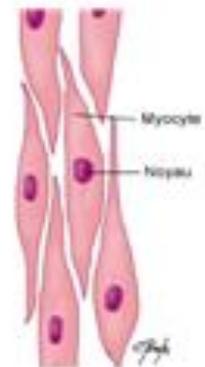
Cylindrique, large
courte très longue (plusieurs cm)

La FMS cardiaque



Cylindrique, bifurquée,
Courte (100 à 150 µm)

La FM lisse



Fusiforme,
(20 à 200 µm)

2. Aspect du cytoplasme : striation

Striation transversale
et longitudinale

Striation transversale

Pas de striation

3. Aspect des noyaux

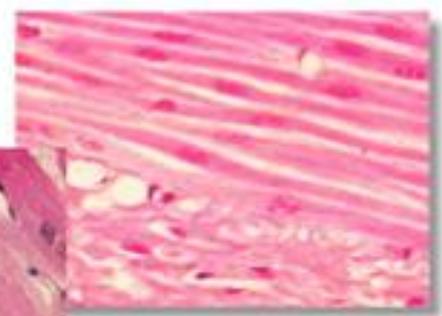
La FMS squelettique



La FMS cardiaque



La FM lisse



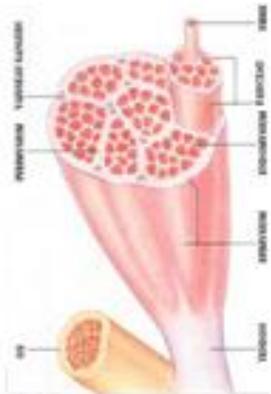
Ovales, étirés, nombreux
et périphériques

Généralement 1 à 2 noyaux
ovales, trapus et centraux

Noyau unique, long
effilé et central

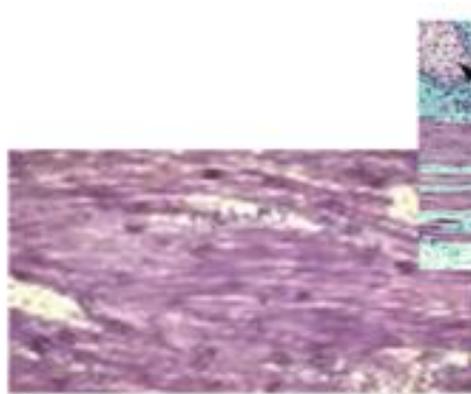
4. Mode d'assemblage

La FMS squelettique



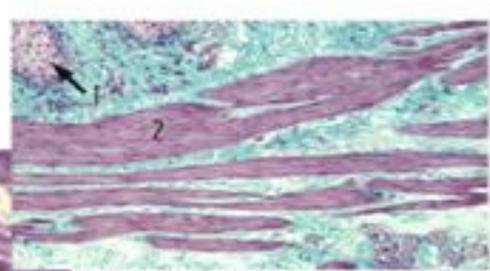
Faisceaux de fibres parallèles

La FMS cardiaque



Anastomosées en réseau grâce à leurs embranchements

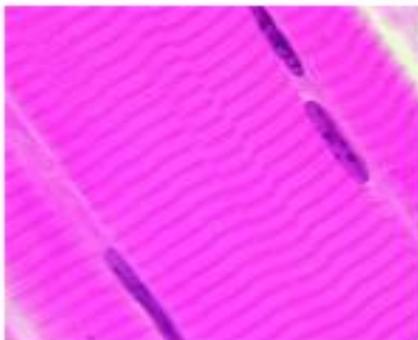
La FM lisse



Association variable (en petits groupes, dispersés dans tissu conjonctif ou en faisceaux

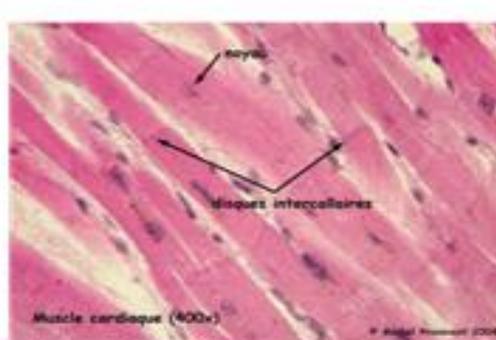
5. Types de relations entre les cellules

La FMS squelettique



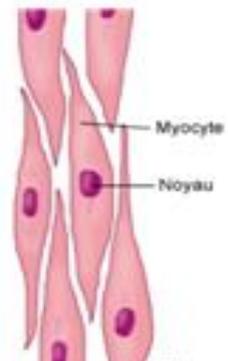
Fibres indépendantes les unes des autres

La FMS cardiaque



Unies par des disques intercalaires

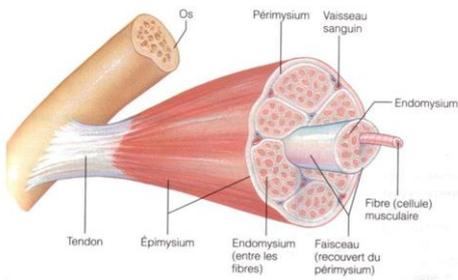
La FM lisse



Généralement séparées par un espace de 40 à 80 nm mais restent liées par des nexu

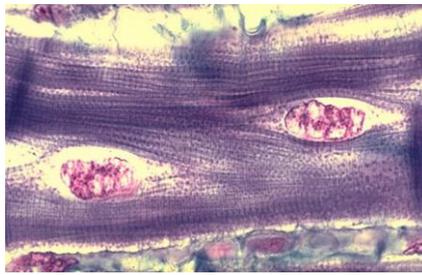
6. Aspect des enveloppes conjonctives

FMS Squelettique



Muscle (Epimysium)
Faisceau (Périmysium)
Fibre (Endomysium)

FMS Cardiaque



En s'anastomosant délimitent
des fentes de Henlé
Groupées en travées (Epimysium)
Fibre (Endomysium)

FM Lisse



Chaque fibre
est entouré de fibres
collagène en spirale

IV. Tissus nerveux

IV.1. Rôle du système nerveux

Le système nerveux (SN) a pour rôle de saisir les informations, puis de les exploiter, les stocker en enfin de les envoyer. Il est en lien avec le système hormonal, lui permettant ainsi de réguler le fonctionnement de l'ensemble des organes notamment face aux changements de l'environnement extérieur. Grâce à des récepteurs spécifiques, le SN perçoit les modifications de l'organisme et ou de l'environnement. Il les transmet alors aux fibres nerveuses afférentes vers les centres nerveux supérieurs, où elles vont être traitées et une réponse va alors partir par les fibres nerveuses efférentes déclenchant alors une réaction adaptée à la situation (Fig. 39).

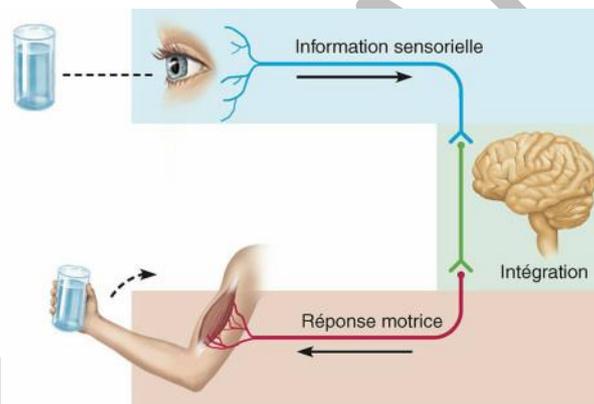


Figure 39 – Traduction d'une information en réponse

IV.2. Organisation du système nerveux SN

Selon sa **structure**, le SN est divisé en :

- Système nerveux central SNC : constitué par les centres supérieurs que sont le Cerveau, Cervelet, Moelle épinière et des parties nerveuses de l'œil
- Système nerveux périphérique SNP : constitué par les Ganglions nerveux périphériques, Nerfs et les Terminaisons nerveuses (Fig. 40).

Selon leur **fonction** et leur **mode de commande**, on distingue :

- Le système nerveux volontaire (somatique) : il dirige tous les processus sous le contrôle de la conscience et de la volonté ;

- Le système nerveux végétatif (autonome) : il dirige les fonctions des organes internes et est peu influencé par la volonté.

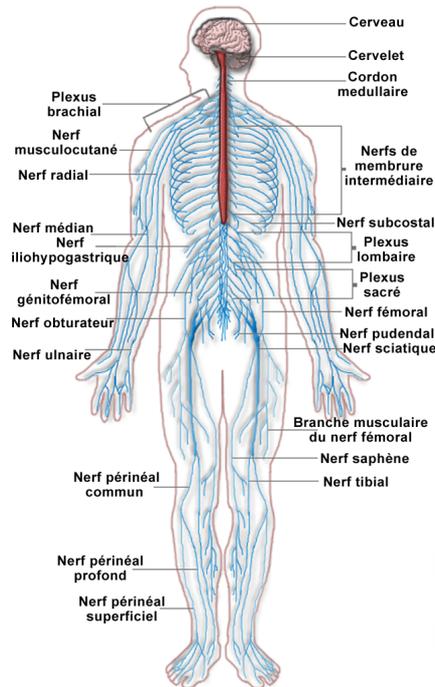


Figure 40 – Organisation du système nerveux

IV.3. Le système nerveux central SNC

Le système nerveux central comprend le cerveau et la moelle osseuse. Il est constitué de neurones, d'expansions neuronales, de cellules de soutien (cellules gliales ou névroglie) et de vaisseaux sanguins. Le SNC est protégé par une enveloppe osseuse (boîte crânienne pour l'encéphale et la colonne vertébrale pour la moelle). Il est revêtu par les méninges et en suspension dans le liquide céphalo-rachidien.

Macroscopiquement, le SNC est formé de substance grise et de substance blanche. La substance grise contient presque tous les corps cellulaires des neurones et leurs expansions dendritiques. En quelque sorte c'est la partie noble du système nerveux. Elle a pour rôle de réceptionner les messages et d'analyser les informations afin d'élaborer les réponses. La substance blanche contient les axones qui sont les prolongements des neurones. Ces prolongements particulièrement étirés et longs sont entourés d'une gaine de myéline (qui donnent la couleur blanche à la substance) et de cellules de nature non nerveuse participant à la structure du tissu interstitiel neuronal : la névroglie qui nourrit et protège les cellules nerveuses. Le rôle de la substance blanche est d'assurer la conduction de l'influx nerveux.

IV.4. Cellules du tissu nerveux

Le tissu nerveux est composé de 2 types de cellules : Les neurones (cellules nerveuses) et les cellules gliales ou névroglie (cellules de protection).

IV.4.1. Neurones

Les neurones constituent l'unité fonctionnelle du système nerveux. Acteur majeur, responsable de la transmission de l'influx nerveux. Cellules hautement spécialisées autour de 100 milliards, amitotiques, à longévité extrême, activité métabolique élevée. Les neurones possèdent 2 propriétés fondamentales. L'Excitabilité qui est la capacité à réagir à un stimulus et à le convertir en influx nerveux et la Conductivité qui est la capacité de propager et transmettre cet influx nerveux. Ils sont constitués d'un corps cellulaire, de dendrites, d'un axone et de terminaisons axonales.

IV.4.1.1. Composition d'un neurone

Le neurone est constitué d'un corps cellulaire et de prolongements (les fibres nerveuses) en nombres variables; les plus gros sont appelés axones et les plus petits, dendrites. Le diamètre du corps des neurones varie selon leur type, de 5 à 120 μm .

Le corps cellulaire appelé aussi **péricaryon** ou soma, contient les mêmes éléments que la cellule de base mais le corps cellulaire des neurones possède des neurofibrilles dans le cytoplasme et des amas de RE réunis en un organite spécial appelé corps de Nissl.

Les dendrites sont des prolongements du corps cellulaire avec les mêmes organites exceptés le noyau et l'appareil de Golgi. Elles augmentent la surface membranaire disponible pour l'arrivée des signaux provenant des autres neurones (Fig. 41).

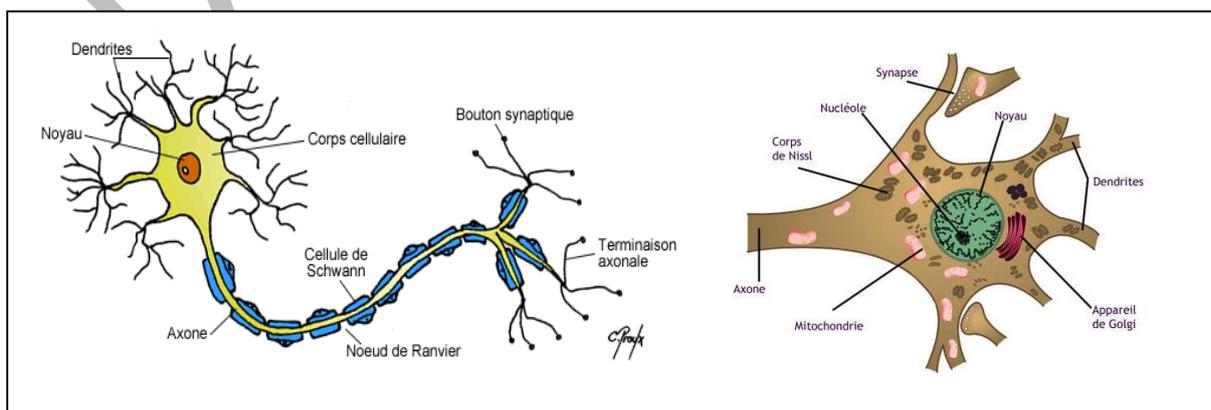


Figure 41 – Structure et ultra-structure d'un neurone

L'axone (ou fibre nerveuse) a un diamètre compris entre 1 et 15 μm , sa longueur varie d'un millimètre à plus d'un mètre, se termine en se ramifiant (c'est l'arborisation terminale). Chaque ramification se termine par un renflement, le bouton terminal ou bouton synaptique. Certains axones sont recouverts d'une gaine de myéline, formée par des cellules gliales, les cellules de Schwann dans le système nerveux périphérique, et les oligodendrocytes dans le système nerveux central.

IV.4.1.2. Classification des neurones

A. Selon la fonction :

- **Neurones sensitifs (ou afférents) :** On regroupe dans cette catégorie tous les neurones qui transportent une information d'un organe des sens vers le système nerveux central. C'est le cas, par exemple des neurones de la rétine de l'œil sensibles à la lumière ou des neurones de l'oreille interne sensibles aux vibrations sonores. C'est également le cas de l'ensemble des neurones responsables de la sensibilité de notre peau à différents stimulus (chaleur, pression, douleur, etc.). Lorsque ces neurones sont stimulés, ils génèrent alors une espèce de courant électrique qui circulera, le long d'un très grand axone, jusqu'au système nerveux central.
- **Neurones moteurs (ou efférents) :** On regroupe dans cette catégorie l'ensemble des neurones dont l'axone est directement relié à un organe interne, le plus souvent une cellule musculaire. Le corps cellulaire de ces neurones est toujours situé dans le système nerveux central (l'encéphale ou la moelle épinière). Du corps cellulaire émerge un long axone qui se rend jusqu'à la cellule musculaire contrôlée par ce neurone. Ces neurones sont donc responsables des mouvements.
- **Neurones d'association :** La grande majorité des neurones ne sont pas directement reliés à un organe des sens ou à un muscle. Ce sont les neurones d'association. Ils forment des circuits complexes remplissant différentes fonctions, des plus simples aux plus élaborées. Ce sont ces neurones qui détermineront votre réponse (un cri, des gros mots ou un soupir de découragement, selon votre tempérament) après la perception de la sensation douloureuse. Ce sont également ces neurones qui seront responsables de la mémorisation de cet événement. La grande majorité des neurones formant le système nerveux sont des neurones d'association (Fig. 42).

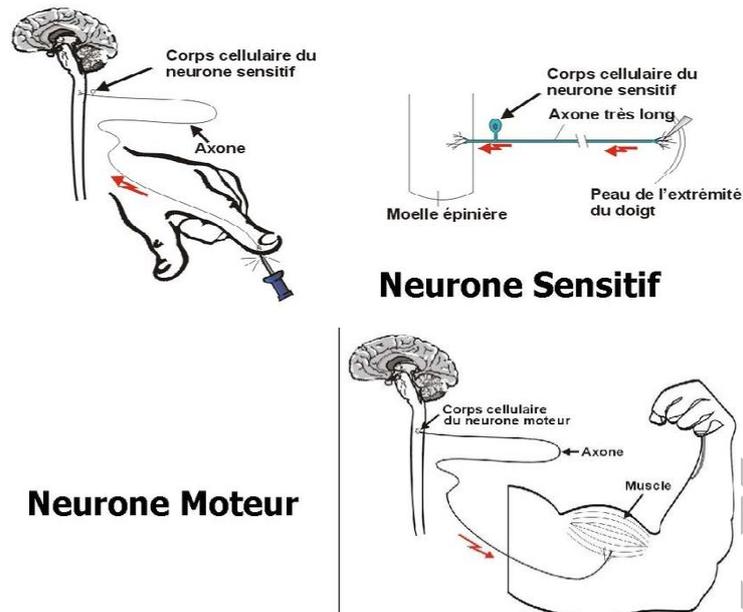


Figure 42 – Types de neurones selon la fonction

B. Selon le type de prolongement cellulaire :

Selon le type de prolongement cellulaire, il y a des cellules multipolaires, des cellules bipolaires, des cellules pseudounipolaires et des cellules unipolaires (Fig. 43).

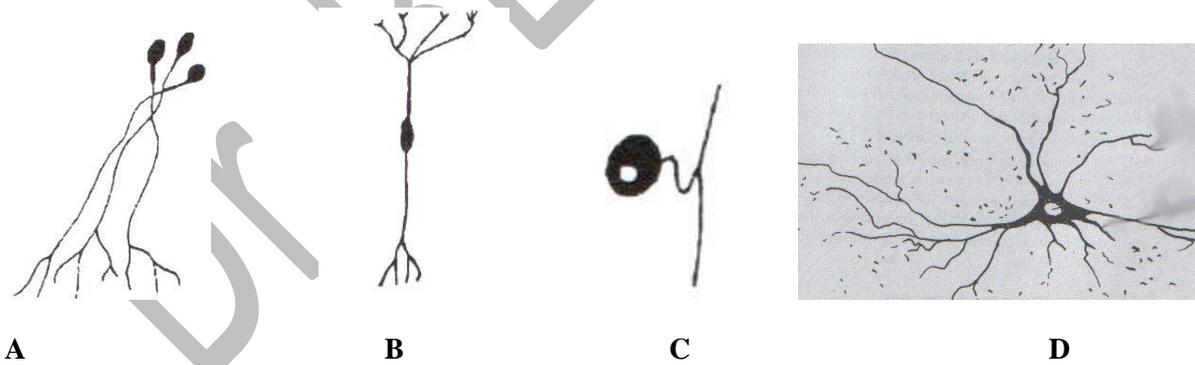


Figure 43 – Types de neurones selon le prolongement cellulaire

A : Neurone unipolaire (1 seul prolongement)

B : Neurone bipolaire (1 prolongement afférent et 1 prolongement efférent)

C : Neurone pseudo-unipolaire (prolongement unique se bifurque à distance du corps cellulaire en un afférent et un efférent)

D : Neurones multipolaires (multiples prolongements : un seul axone mais de nombreux dendrites, c'est le plus répandu dans le système nerveux humain)

C. Selon la forme du corps cellulaire :

Selon la forme du péricaryon, il y a des cellules fusiformes, des cellules étoilées, des cellules pyramidales et des cellules sphériques (Fig. 44).

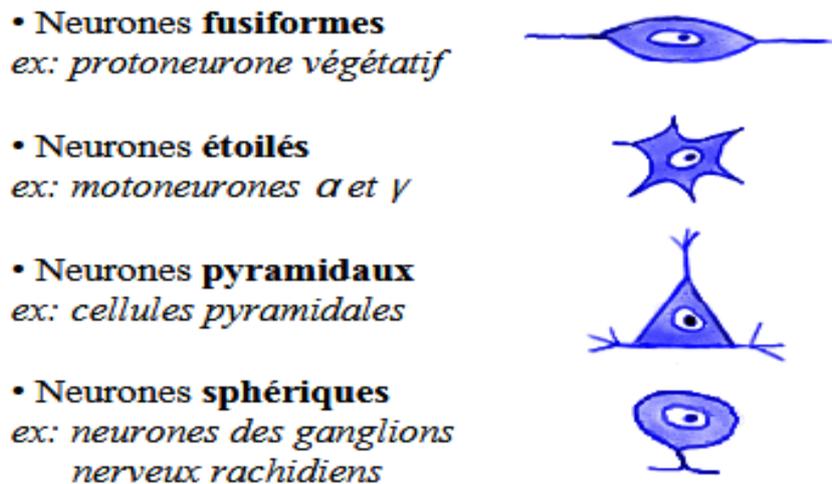


Figure 44 – Types de neurones selon la forme du péricaryon

IV.4.2. Cellules gliales

Les cellules gliales sont de 5 à 50 fois plus nombreuses que les neurones et leur rôle est crucial pour le fonctionnement des neurones. Contrairement aux neurones, elles ne peuvent pas déclencher ou transmettre l'influx nerveux, mais remplissent des fonctions de protection, d'alimentation et immunologique pour le neurone. Le terme névroglie désigne l'ensemble des cellules gliales. Elles appartiennent à 4 types (Fig. 45) :

- ❖ **Les astrocytes (Macroglie) :** Les plus grandes cellules gliales. Ce sont des cellules étoilées possédant plusieurs prolongements qui partent du corps cellulaire. Rôle nutritionnel (sang vers les neurones), de soutien en remplissant tous les espaces vides entre les neurones. Sans leur soutien, le moindre mouvement déchirerait toutes les fragiles connexions nerveuses entre les neurones. Ils aident à la migration des jeunes neurones, à la formation de synapses et influent le fonctionnement des neurones. Ils

jouent un rôle important dans la réparation du tissu nerveux central après une blessure ou une maladie ;

- ❖ **Les microgliocytes (Microglie) :** Peu nombreuses, ce sont de petites cellules d'où s'échappent de nombreux prolongements courts. Ce sont des représentants du système monocyte-macrophage et éliminent les neurones endommagés ou infectés du SNC. Elles ont donc des fonctions défensives et immunologiques. Elles ont la même fonction dans le SNC que les cellules du système immunitaire dans les autres tissus. Leur présence est essentielle puisque les cellules du système immunitaire ne peuvent pas pénétrer dans le SNC ;
- ❖ **Les oligodendrocytes (Oligodendrogliie) :** Ce sont des cellules gliales particulières, les oligodendrocytes (dans le SNC) et les cellules de Schwann (dans le SNP) , forment les gaines de myéline des axones. Contrairement aux neurones, les cellules gliales peuvent se reproduire. Lorsqu'une partie de la matière nerveuse est détruite, elles se multiplient et remplissent tous les espaces laissés par les neurones disparus. Dans certains cas, une cellule gliale peut perdre le contrôle de sa reproduction et former une tumeur cancéreuse appelée gliome. Puisque les neurones ne se reproduisent pas, ils ne peuvent donc pas former de tumeurs cancéreuses.
- ❖ **Les épendymocytes ou cellules épendymaires (cellules épithéliales) :** Constituent la barrière hémato-encéphalique qui isole le liquide céphalorachidien du SNC. C'est l'épithélium spécialisé qui tapisse les ventricules et le canal médullaire.

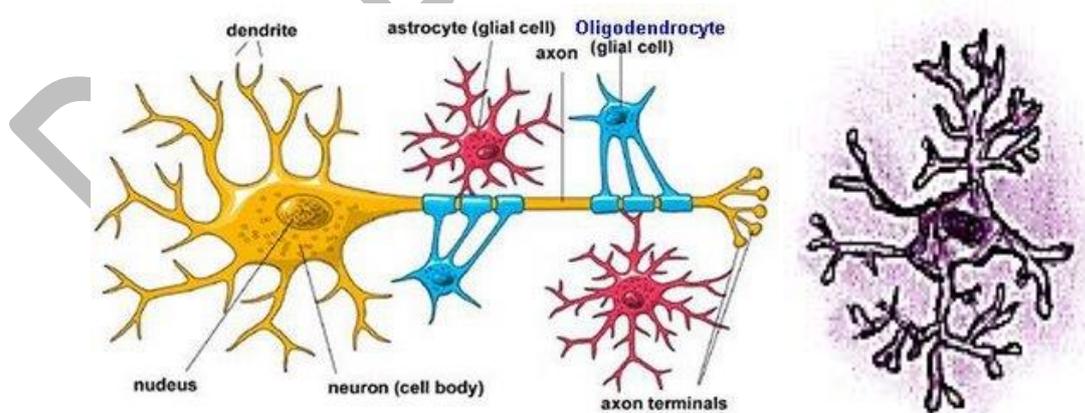


Figure 45 – Cellules gliales (astrocyte, oligodendrocyte microgliocyte)

IV.5. Nerf

L'influx nerveux d'un seul neurone est insuffisant pour provoquer une réaction musculaire par exemple. Il faudra que des milliers de neurones stimulent des milliers de cellules musculaires. Tous ces axones, les axones des neurones sensitifs comme ceux des neurones moteurs sont regroupés en faisceaux. Ils forment de gigantesques câbles pouvant regrouper des milliers de fibres : les **nerfs**. Les nerfs rachidiens, par exemple, sont formés chacun d'environ 600 000 axones sensitifs et moteurs.

Chaque fibre nerveuse ou axone est enveloppé par un tissu conjonctif appelé **Endonèvre**. Un faisceau de fibres nerveuses est entouré d'une enveloppe conjonctive nommée **Périnèvre**. Le nerf est enveloppé dans une gaine de tissu conjonctif appelé **Épinèvre**. Un nerf peut se diviser plusieurs fois au cours de son cheminement ou bien s'unir avec d'autres nerfs. Il peut contenir aussi bien des fibres motrices que des fibres sensitives (= nerf mixte) (Fig. 46).

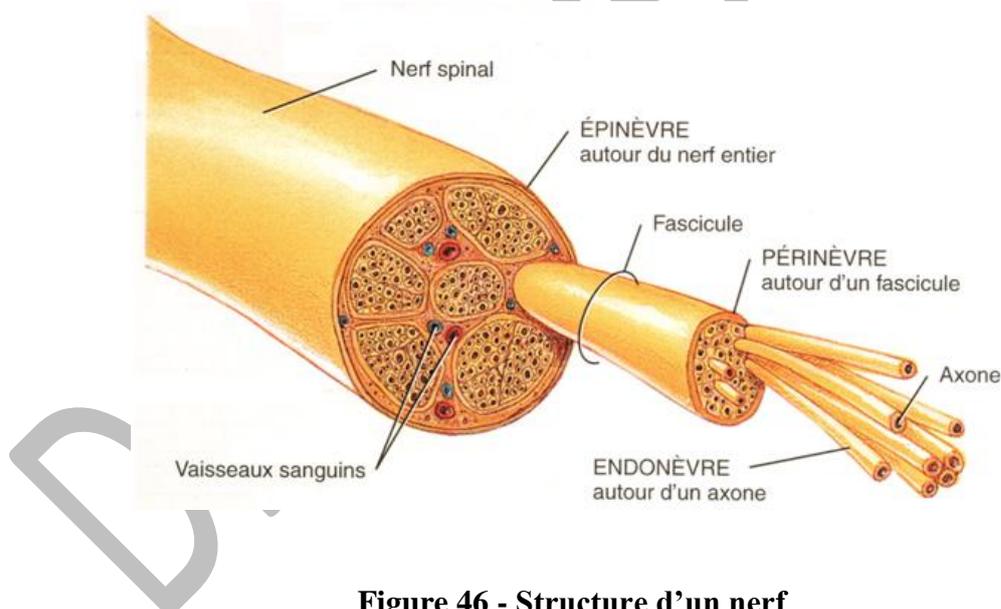


Figure 46 - Structure d'un nerf

IV.6. Influx nerveux

Si le neurone sert de messagerie, les messages donnés ou reçus sont transportés par l'influx nerveux. L'influx nerveux est un potentiel électrique se déplaçant sur un axone après que le neurone ait été stimulé. Cet influx agit ensuite sur l'organe cible.

Le stimulus peut être conscient (ordre volontaire) ou inconscient (sans le concours de notre volonté : battements cardiaques, mouvements intestinaux...). Il doit être suffisamment intense

pour déclencher le passage de l'influx nerveux. La vitesse de l'influx le long de la membrane dépend du diamètre de la fibre et de l'épaisseur de la gaine de myéline.

IV.7. Structure d'une synapse

Les synapses relient les neurones entre eux, entre neurones et cellules musculaires (plaque motrice) ou entre neurones et cellules glandulaires.

L'influx nerveux arrive au niveau de la synapse provoquant la libération dans la fente synaptique de la substance chimique (neurotransmetteur) contenue dans les vésicules du bouton synaptique. En effet l'influx nerveux arrivant au niveau de la fente pré-synaptique entraîne l'ouverture des canaux de calcium. Ce sont les ions calcium qui permettent la libération des vésicules dans la fente synaptique. Les molécules de neurotransmetteur libéré se lient alors avec les récepteurs spécifiques de la membrane post-synaptique.

Pour éviter une action prolongée du neurotransmetteur, il est transformé en une substance chimique inactive qui retourne dans l'axone terminale qui l'a libéré.

Une synapse est formée de 3 parties :

- ❖ Le neurone pré-synaptique : extrémité ramifiée d'un axone formée d'un bouton présynaptique contenant des vésicules remplies de neurotransmetteurs.
- ❖ La cellule post-synaptique avec la membrane post-synaptique qui comprend les récepteurs pour les neurotransmetteurs.
- ❖ La fente synaptique entre les cellules pré et post-synaptique. Elle est remplie de liquide extra cellulaire (Fig. 47).

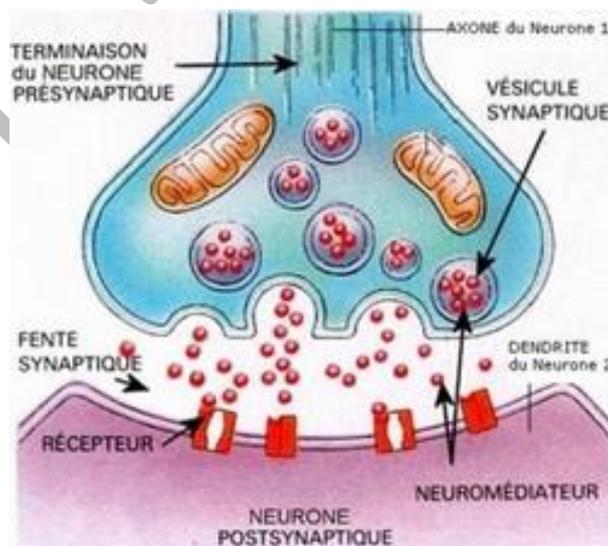


Figure 47 – Structure d'une synapse

BIBLIOGRAPHIE

1. FOUCRIER J., 2014 – *Histologie* – UE2. Ed. Dunod, Paris, 319 p.
2. GARTNER L.P. et HIATT J.L., 2012 – *Atlas en couleur d'histologie*. Ed. Pradel, Paris, 464 p.
3. HEUSSER S. et DUPUY H.-G., 2015 – *Atlas de biologie animale*. Ed. Dunod, Paris, 219 p.
4. KIERSZENBAUM A.L., 2006 - *Histologie et biologie cellulaire. Une introduction à l'anatomie pathologique*. Ed. De Boeck , Bruxelles, 618 p.
5. LEMDANI F.El., FRENKIEL L. et GERNIGON I., 1986a – *Histologie générale. 8. Tissu nerveux*. Coll. Le cours de Biologie. Ed. O.P.U., Alger, 19 p.
6. LEMDANI F.El., FRENKIEL L. et GERNIGON I., 1986b – *Histologie générale. 6. Os et ossification*. Coll. Le cours de Biologie. Ed. O.P.U., Alger, 15 p.
7. ORIEUX M. et EVERAERE M., 1976 – *Sciences naturelles. Anatomie et physiologie humaines*. Ed. Hachette, Paris, 221 p.
8. POIRIER J., COHEN I. et BERNAUDIN J.-F., 1980 – *Histologie générale. Tissus musculaires, tissu nerveux, sang*. Fasc. 2. Ed. Maloine S.A., Paris, 88 p.
9. STEVENS A. et LOWE J., 1993 – *Histologie*. Ed. Pradel, Paris, 378 p.
10. YOUNG B., O'DOWD G. et WOODFORD Ph., 2015 – *Atlas d'histologie fonctionnelle de Wheater*. Ed. De Boeck Supérieur, 455 p.