

People's Democratic Republic Of Algeria  
Ministry Of Higher Education And Scientific  
Research  
Abbes Lagherour University- Khenchela  
Faculty Of Sciences Of Nature And Life  
Department of Molecular and Cell Biology



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة عباس لغرور خنشلة  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم البيولوجيا الجزيئية والخلوية

## Polycopié

Destiné aux étudiants de Première année Socle commun SNV  
(LMD)

# BIOLOGIE ANIMALE GENERALE

Elaboré par: Dr. DJEMIL Randa

Année universitaire : 2019 - 2020

<i>Table de matière</i>	
<b>Avant- propos</b>	<b>VIII</b>
<i>Première partie : embryologie</i>	
<b>I-Introduction</b>	
1-Quelques définitions	1
1-1.L'embryogenèse	1
1-2. l'embryologie causale ou expérimentale	1
1-3. L'embryologie pathologique ou tératologie	1
1-4. L'embryologie comparée	1
1-5.Germe	1
1-6. Embryon	1
1-7. Fœtus	2
2- Les grandes lignes de développement	2
3- Formation des cellules sexuelles	3
3-1 La division sexuelle	3
<b>II -La Gamétogenèse</b>	
1- Définition	5
2-Les étapes de la gamétogenèse	5
<i>II-1. La Spermatogenèse</i>	
1. Généralité	6
2. Les organes génitaux chez l'homme	6
2.1. Les gonades	7
2.2 . Les voies génitales-	9
2.3. Les glandes annexes	9
3- Les Etapes de la spermatogenèse	9
<i>3.1. La phase de multiplication</i>	9
<i>3-2 La phase d'accroissement</i>	10
<i>3.3 La phase de maturation</i>	10
3.4. La spermiogenèse	11
4. Structure du spermatozoïde	12
5. maturation des spermatozoïdes	13

6. La régulation hormonale de la spermatogénèse	14
<b>II.2 L'ovogenèse</b>	16
1-Introduction	16
2. Les organes génitaux chez la femme	16
2.1. Les gonades	16
2.2 Les voies génitales	16
2.3. Les organes génitaux externes	17
3.Les phases de l'ovogenèse	18
3.1 Phase de multiplication:	18
3.2 Phase d'accroissement	18
3.3 Phase de maturation	19
4. Folliculogenèse	19
5. Modifications cycliques de la muqueuse utérine	22
6. Contrôle hypothalamo-hypophysaire de l'ovaire	23
<b>III-La Fécondation</b>	25
1-Définition	25
2-Le lieu de fécondation	25
2.1 Fécondation externe	25
2.2 Fécondation interne	25
3.Le Trajet des spermatozoïdes	25
3.1-Migration du spermatozoïde dans le tractus féminin	25
3.2 Les étapes de la fécondation	26
3.2.1Reconnaissance et adhérence des gamètes	26
3.2.2.La réaction acrosomique	26
3.2.3 la réaction corticale	27
3.3Amphimixie	24
<b>IV -La Segmentation</b>	25
1. Classification des œufs	29
2- Différentes modalités de segmentation	29
2.-1 Segmentation totale (=holoblastique)	29

2.1.1 Segmentation totale égale	29
2.1.2 Segmentation totale subégale	29
2.1.3 Segmentation totale inégale	30
2-1. 4 Différents types de segmentation totale	30
2.2 segmentation partiel	31
<b>V- Gastrulation</b>	34
1-Définition de gastrulation	34
2. modalités de la gastrulation	34
2.1. La délimitation	34
2.2 L'immigration	34
2.3L'embolie (ou invagination)	34
2.4 L'épibolie	35
2.5 Prolifération polaire	35
<b>VI- Neurulation</b>	36
1-Définition	36
2-Destinée des feuillet embryonnaires	37
<b>IV- Délimitation : annexes des oiseaux</b>	38
1- Introduction	38
2-Les étapes du développement embryonnaire de l'oiseau	38
3-Formation des annexes extra-embryonnaires	39
3.1 Définition des annexes extra-embryonnaires	39
3.1.1Vésicule vitelline	39
3.1.2 Cavité amniotique	39
<b>VII- Particularités de l'embryologie humaine</b> (Cycle, nidation, évolution annexes, placenta)	41
1.Cycle menstruel	41
2.Cycle ovarien	41
2.1 La phase folliculaire	41
2.2 L'ovulation	41
2.3 La phase lutéale	42
3 .mécanismes et aspects morphologiques de nidation	45

4. Evolution des annexes, placenta	45
4.1 Évolution de l'amnios	45
4.2 Évolution de la vésicule vitelline	45
4.3 Évolution de l'allantoïde	46
5 .Développement du placenta	46
51 Fonction de placenta	47
<i>Deuxième partie HISTOLOGIE</i>	
Introductions	48
<b>I.L'épithélium de revêtement</b>	
Généralité	49
2. Définition de l'épithélium de t revêtement	49
3. Classification morphologique des épithéliums de revêtements	50
3.1 Forme des cellules superficielles	50
3.2 Nombre de couches cellulaires	50
3 .3 Nature des structures superficielles	51
4. Différents types d'épithéliums de revêtement	51
A.Epithéliums simples	51
B. Epithéliums pseudostratifiés	52
C. Epithéliums stratifiés	52
5. Fonction des épithéliums	53
<b>II. L'épithélium glandulaire</b>	
1.Définition	54
2. Classification	54
2.1 Selon le lieu de sécrétion	54
2.2 Selon la nature du produit de sécrétion	55
2.3 Selon l'organisation anatomique des glandes	55
2.4 Selon la forme de la portion sécrétrice	55
3. Les glandes exocrines	55
3.1 Mode d'excrétion des glandes exocrines	55
3.2 Classification des glandes exocrines	56
4. Glandes endocrines	57

4.1. Glandes de type cordonnal ou trabéculaire.	57
4.2. Glandes de type vésiculaire	57
4.3 Glandes de type	57
5.glandes amphicrines	58
5..1. Les glandes amphicrines homotypiques.	58
5..2. Les glandes amphicrines hétérotypiques	58
<b>III. Tissus conjonctifs</b>	59
Définition	59
1. Les cellules du tissu conjonctif	59
2. Les fibres	61
3. La substance fondamentale	62
3. Fonction du tissu conjonctif	63
4 .Classification du tissu conjonctif	63
A- Tissu conjonctif embryonnaire	63
B- Tissu conjonctif adulte	64
<b>VI. Le tissu sanguin</b>	69
.Définition	69
1. .plasma	69
2.Les éléments figurés du sang	70
2.1 A. Les globules rouges (hématies ou érythrocytes)	70
2.2. B. Les globules blancs (ou les leucocytes)	70
B.1 Les leucocytes hyalins	70
B.2 Les granulocytes	71
2.3 Plaquettes sanguines (ou thrombocytes)	72
3.L'hématopoïèse	72
<b>V . Les tissus cartilagineux</b>	74
1.définition	74
2.description	74
3. Classification des tissus conjonctifs	77
3.1Cartilage hyalin	77
3.2.cartilage élastique	77

3.3 cartilage fibreux ou fibrocartilage	78
<b>VI. Le tissu osseux</b>	79
1. définition	79
2. Les rôles	79
3. Description	79
3.1. Les cellules des tissus osseux	80
3.2 La substance fondamentale	81
3.3. Les fibres de collagène	82
3.4. Le périoste et l'endoste	82
4. Les classifications des tissus osseux.	82
5. Ostéogénèse	85
6. La croissance des os	86
<b>VII. Le tissu musculaire</b>	88
Introduction	88
1..Le tissu musculaire lisse	88
1.1. Les cellules musculaires lisses	88
1.2. L'appareil contractile	89
1.3. Corps denses	90
1.4. Propriété sécrétrice	90
2. Le tissu musculaire squelettique strié	90
2.1 Les myofibrille	91
2.2 L'ultrastructure de myofibrille	92
3. Le tissu musculaire strié cardiaque	93
3.1 Types de cardiomyocytes	94
3.2 Les cardiomyocytes contractiles	94
3.3. Les cellules cardionectrices	94
3.3 Régénération du muscle cardiaque	95
<b>VIII Tissu nerveux</b>	96
1. Les cellules du système nerveux central	96
2. Les neurones	96
2.2 Les propriétés fondamentales des neurones	97

2.3.Classification des neurones	98
3.1 Selon la longueur de neurone	98
3.2Selon la myélinisation des axones	99
3.3 la classification fonctionnelle des neurones	99
2. Les cellules gliales	99
3.Le synapse	101
<b>Les références</b>	102

## **Avant- propos**

La Biologie Animale dans sa large définition est la partie de la science biologique qui s'intéresse plus particulièrement aux animaux et qui se distingue ainsi de la biologie végétale ou de la biologie microbienne,.... Ect, C'est une discipline de la science du vivant, des organismes et des espèces animales ainsi que des théories évolutionnistes,.

Le module de Biologie Animale destiné aux étudiants de la première année Licence (L1) en Sciences de la Nature et de la Vie (SNV) dans son objectif délimité pour des notions de bases est conçu par deux parties. La première partie est consacrée à l'embryologie, une discipline scientifique qui englobe la description morphologique des transformations de l'œuf fécondé en organisme (embryologie descriptive). La deuxième partie est consacrée à l'histologie générale, une discipline qui étudie tout ce qui touche aux tissus organiques, elle a pour objectif d'explorer la structure des organismes vivants, les rapports constitutifs et fonctionnels entre leurs éléments fonctionnels, ainsi que le renouvellement des tissus.

Cette matière de Biologie Animale s'adressant aux étudiants de première licence de biologie, concerne l'unité d'enseignement fondamentale 2 (UEF) avec crédit 08 et coefficient 03 pour un volume horaire hebdomadaire de 1 heures 30 min de cours et 03 heures de travaux pratiques dans le domaine des sciences de la nature et de la vie (SNV) .

L'étudiant par ce module doit prendre connaissance des principes fondamentaux du monde qui sont utiles dans son futur parcours dans les différentes disciplines de biologie.

Première partie

Embryologie

## I-Introduction

### 1-Quelques définitions

**1-1.L'embryogenèse** : désigne l'ensemble des étapes de développement qui permettent ainsi à un œuf fécondé (zygote) d'aboutir à un organisme pluricellulaire autonome. Ce développement se réalise dans un environnement protégé (à l'intérieur d'enveloppe pour les espèces ovipares, au sein de l'organisme maternel chez les espèces vivipares).

**a-Ovipare** nom par lequel on désigne les animaux, se qui reproduisent par oviparité, . Ceux qui pondent des œufs dans lesquels se développe, pendant une période appelée l'incubation, un jeune animal que l'éclosion met au jour par la rupture des enveloppes de l'œuf,  
**Exemple:** L'oiseau est un ovipare comme beaucoup d'espèces de poissons.

**b-Vivipares** Se dit des animaux dont les petits naissent sans enveloppe ni coquille, en général à un état déjà assez développé. (Chez les insectes, on distingue les *larvipares*, qui engendrent des larves, et les *pupipares*, qui engendrent des nymphes.)

**1-2. l'embryologie causale ou expérimentale** : étudie les mécanismes du développement et son déterminisme au niveau des structure et ultrastructure cellulaires et au niveau moléculaire

**1-3. L'embryologie pathologique ou tératologie** (teratos=monstre ; logos=étude) étudie les anomalies de l'embryon (malformations et monstruosités) dues à des facteurs tératogènes

**1-4. L'embryologie comparée** Il s'intéresse à l'étude de la différence et à la similitude du développement embryonnaire chez différents groupes d'animaux

**1-5.Germe** correspond aux premiers stades du développement tant que la forme externe est plus au moins sphérique. le germe ne présente aucune orientation (impossible de distinguer la région ventrale de la région dorsale et la région céphalique de la région caudale

**1-6. Embryon** est le stade à partir duquel apparaît une forme très facile de distinguer l'orientation de l'embryon (région céphalique, une région caudale, une région dorsale et ventrale)

1-7. **Fœtus** est un mot latin synonyme du mot grec embryon cependant on ne l'emploie pour les mammifères que à partir que l'embryon prend la forme du nouveau né.

## 2- Les grandes lignes de développement

Le développement embryonnaire se déroule de la même manière chez tous les **métazoaires**, qui comprend la succession de 04 phénomènes principale :

● **Fécondation** est l'union d'un gamète femelle (ovule) et d'un gamète mâle (spermatozoïde)

Le résultat de cette union est un zygote ou un œuf fécondé

● **Segmentation** est une série de division mitotique (méiose) du la cellule œuf fécondé lui permettent de passage de l'état unicellulaire (zygote) a l'état pluricellulaire (embryon)

● **Gastrulation** est une ensemble de mouvement cellulaire qui se produise pour deux butes : La formation d'un tube digestif appelé « achotéron » Mise en place de trois feuilletts embryonnaire de base ; un feuillet externe (ectoderme), un feuillet interne (endoderme) et un feuillet moyen (mésoderme). Ces feuilletts sont l'origine de tous les tissus qui compose le corps.

● **Organogenèse** après la gastrulation Les mouvements morphogénétiques qui suivent la gastrulation mettent en place, selon le plan d'organisation de l'espèce, les ébauches d'organes qui se différencient.

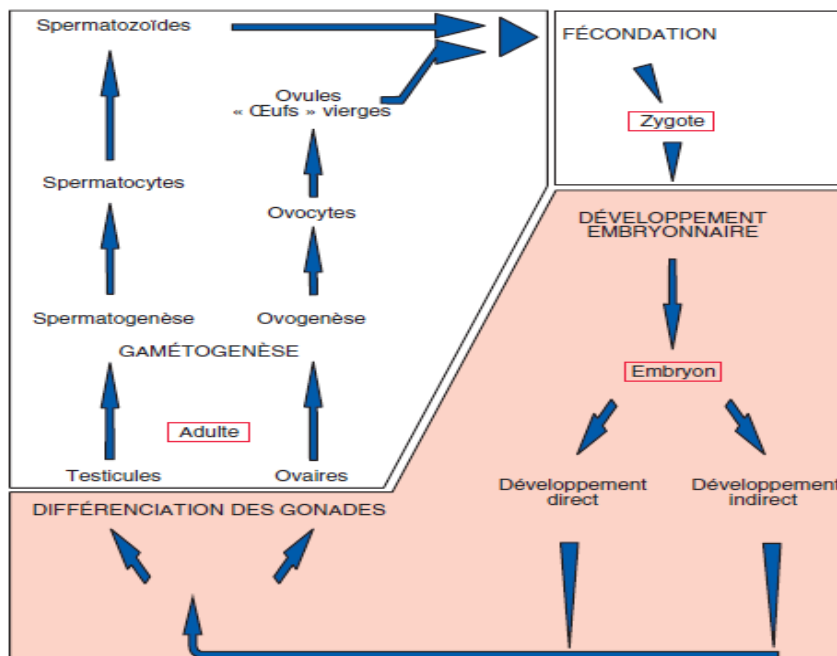


Figure 1. Les grandes lignes de développement de développement embryonnaire

*Remarque 1.* Avant d'étudier le développement embryonnaire, il est indispensable de définir les étapes de formation des cellules germinales (gamétogenèse)

### 3- Formation des cellules sexuelles

Cette étape est appelée « gamétogenèse », c'est la formation des gamètes mâle et femelle haploïde à partir de cellule germinale spécialisée diploïde. Elle se déroule dans les organes sexuels « les gonades ».

Si les gamètes formés sont des **spermatozoïdes** donc c'est la **spermatogenèse**, elle se déroule dans les gonades mâles appelées « testicules »

Si les gamètes formés sont des **ovocytes** donc c'est l'**ovogenèse**, elle se déroule dans les gonades femelles appelées « ovaire ».

*Remarque 2.* Pour passer de l'état diploïde à l'état haploïde, les cellules passent par une série de divisions appelées « méiose ».

**3-1 La division sexuelle (La méiose):** La méiose est un phénomène unique de division cellulaire, propre à la **gamétogenèse**, au cours de laquelle elle joue un rôle capital en assurant la réduction du nombre de chromosomes et le brassage des informations génétiques maternelles et paternelles.

Elle peut être segmentée en deux divisions successives :

- La 1<sup>ère</sup> division méiotique ou la **division réductionnelle** : pendant laquelle les **chromosomes homologues** de la cellule mère se séparent et se répartissent dans deux cellules filles (réduction du nombre des chromosomes de la moitié ;  $2n \rightarrow n$ . cette phase passe par 5 étapes :

**Prophase I** .c'est l'étape la plus longue, elle se déroule en 5 stades (*leptotène, zygotène, pachytène, diplotène, diacinèse*), **Métaphase**, **Anaphase**, **Télophase**, **Intercinèse**.

- La 2<sup>ème</sup> division méiotique ou la **division équationnelle** pendant laquelle les **chromatides** de chaque chromosome se séparent et se répartissent équitablement dans deux nouvelles cellules filles (le nombre des chromosomes reste préservé ;  $n \rightarrow n$ . elle se déroule en 5 étapes **Prophase II** . **Métaphase II** . **Anaphase II** . **Télophase II** . **cytosinèse**.

En conclusion une cellule diploïde donne 4 cellules haploïdes.

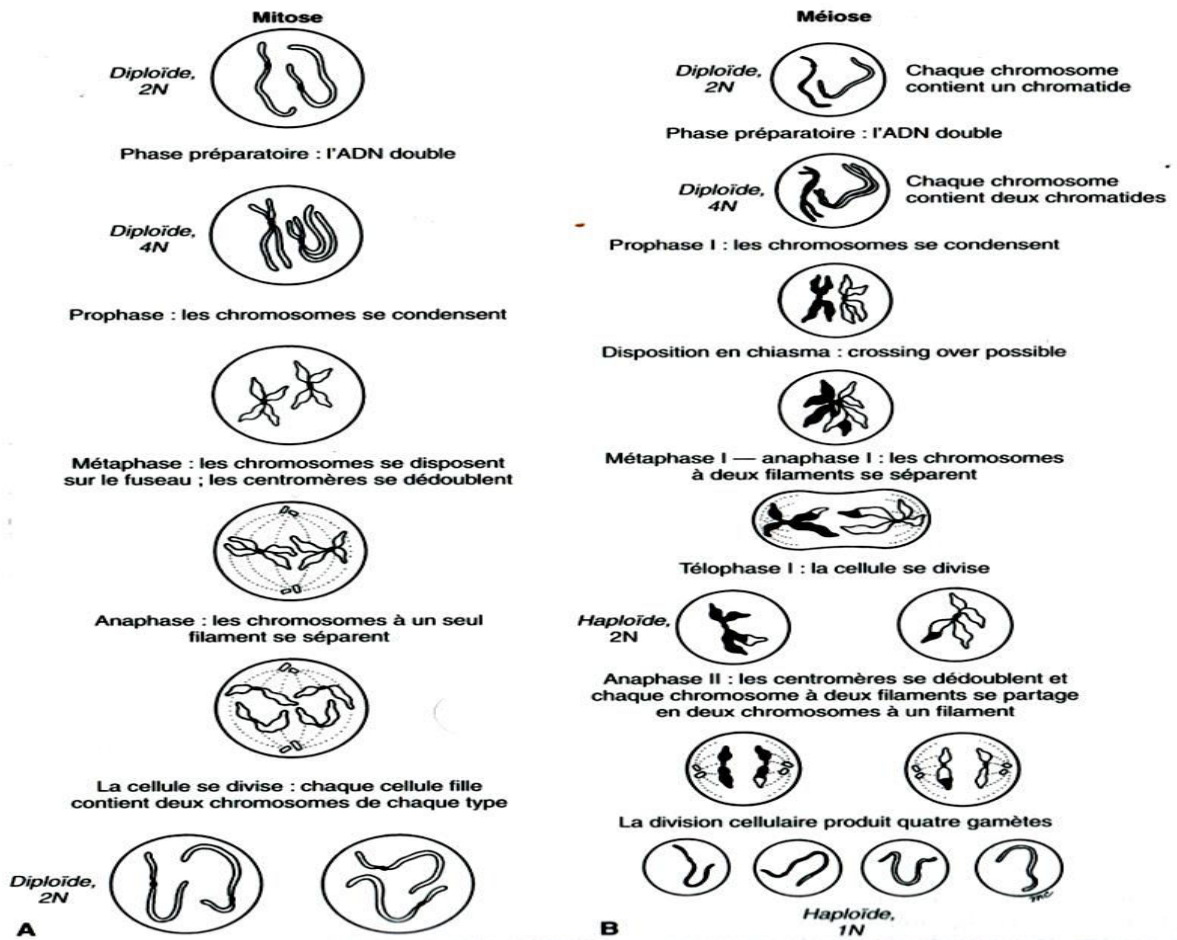


Figure 2 : A Mitose \* B. méiose

## II . La Gamétogenèse

### 1. Définition

C'est un processus cellulaires qui produisent des cellules sexuelles (les gamètes ) chez les deux sexes (l'ovogénèse chez la femelle et la spermatogénèse chez le mâle). Elle concerne une lignée cellulaire particulière ; la lignée germinale (les cellules germinales = les cellules souches).

La gamétogénèse se déroule dans les glandes génitales, ou les gonades ; les testicules chez le sexe masculin et les ovaires chez le sexe féminin. Ces gonades peuvent avoir un rôle des glandes endocrines (glandes endocrines = glandes à sécrétion dans le sang), d'où leurs nomination « glandes génitales ». Elles secrètent les hormones sexuelles. C'est le cas chez les vertébrés.

### 2. Les étapes de la gamétogenèse

Les gonades sont formées de :

- *Des cellules somatiques* assurant la nutrition des gamètes.

- *Des cellules germinales (gonocytes primordiaux =les cellules mères)*. qui vont donner ndans les deux sexes les gamètes les stades communs à la spermatogénèse et à l'ovogenèse de toute espèce :

**1. phase de multiplication** les cellules germinales se divisent par mitoses et augmentent leur nombre, puis les divisions cessent.

**2. phase d'accroissement** c'est l'augmentation de volume de cellule germinale

**3. phase de maturation:** marquée par la méiose. Pendant cette phase se produit aussi une cyto-différenciation conduisant à la formation de gamètes fonctionnels mâle: spermatozoïde, et femelle: œuf.

## II-1. La Spermatogenèse

### 1. GENERALITE

C'est l'ensemble des phénomènes de division et de différenciation aboutissant à la formation du spermatozoïde (cellule germinale mature).

- chez le mâle à partir des cellules souches appelées : les spermatogonies.
- Elle est déclenchée à la puberté par les hormones hypophysaires sous influence de l'Hypothalamus
- Elle est permanente et non cyclique comme l'ovogenèse.

Les spermatozoïdes sont fabriqués en millions par jour. Elle se déroule dans les glandes génitales mâles ; les testicules, plus précisément dans les tubes séminifères

### 2. Les organes génitaux chez l'homme

Il formé de 2 gonades, de voies génitales externes et internes et de glandes annexes.

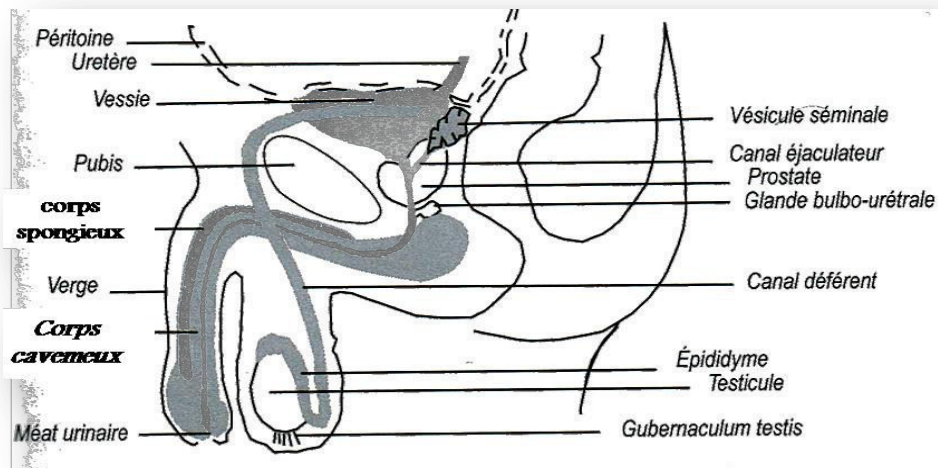


Figure 3. Appareil de reproduction masculin .coupe sagittale

## 2.1. Les gonades

Elles sont constituées de **2 testicules**, de formes ovoïdes, coiffé par l'**épididyme** et logé dans le **scrotum** qui produisent :

- *Les gamètes* : les spermatozoïdes.
- *Les hormones mâles* : les androgènes dont la **testostérone**.

Les testicules contiennent des lobes chaque lobe contient des tubes regroupés sont **les tubes séminifères** qui sont le site de formation les spermatozoïdes : **La spermatogénèse**.

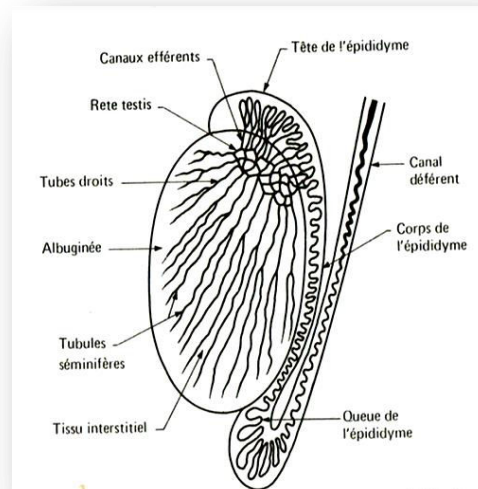


Figure 4 . Schéma d'un testicule de Mammifère

Chaque **tube séminifère** délimité par un tissu conjonctif lâche, ils contiennent plusieurs couches des cellules périphériques et une lumière centrale. Ils sont constitués de 2 types de cellules :

- *les cellules de la lignée germinale*: Elles se trouvent dans le compartiment basal, contre la lame basale, entre les cellules de Sertoli, avec lesquelles elles sont en relation par divers systèmes de jonction. Elles représentent, de la périphérie vers le centre du tube, les stades successifs de la spermatogénèse: spermatogonies, spermatocytes primaires, spermatocytes secondaires, spermatides, spermatozoïde

**les cellules de Sertoli:** Ce sont des cellules qui ont des relations étroites avec les cellules germinales, elles jouent un rôle dans la maturation (la nutrition) et le soutien (migration) des cellules germinales.

• **Le tissu glandulaire endocrine (les cellules de Leydig) :** Les hormones sexuelles masculines ou androgènes (testostérone) secrétées par les cellules de Leydig, elles sont groupées en îlots richement vascularisés situés entre les tubes séminifères

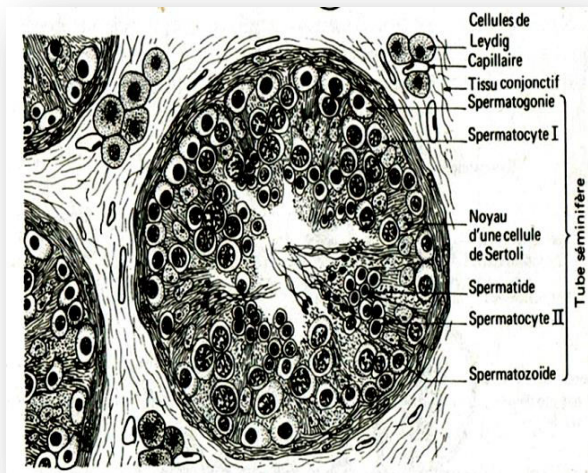


Figure 5 .L'organisation des tubes séminifères et du tissu interstitiel

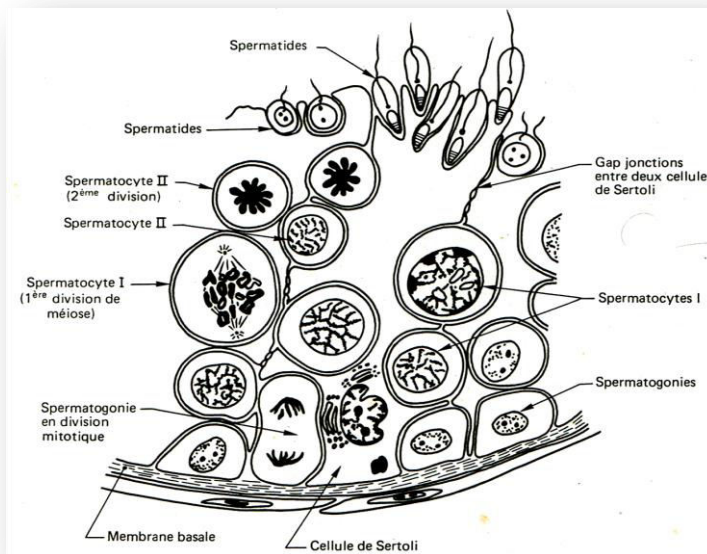


Figure 6 .Schéma de la paroi d'un tube séminifère de Mammifère.

## **2.2 . Les voies génitales**

- Le **canal de l'épididyme** : coiffe le testicule et présente à partir du pôle supérieur trois parties d'épaisseur décroissante : la tête, le corps et la queue Il permet la maturation et le stockage des spermatozoïdes.
- Le **canal déférent** fait suite aux canaux de l'épididyme. Il passe derrière la vessie pour se rejoindre au niveau de la prostate et de la vésicule séminale.
- L'**urètre** : canal commun pour l'évacuation du sperme et de l'urine.

## **2.3. Les glandes annexes**

- **Les glandes séminales** , deux glandes débouchent dans la portion terminale du canal déférent, une de chaque côté, le rôle de cette glande c'est la fourniture de fructose pour la nourriture des spermatozoïdes éjaculés .
- **La prostate** : entoure complètement l'urètre elle sécrète un liquide clair et alcalin qui neutralisé la sécrétion acide de vagin et déclenche la coagulation grâce à laquelle le sperme reste dans le voie génitale femelle après l'éjaculation.
- **Les glandes bulbo-urétrales** (glande de Cowper) débouchent dans l'urètre, une de chaque côté, libèrent un mucus avant le sperme dont le rôle est de nettoyer l'urètre de l'acidité de l'urine avant le passage du sperme.

## **3- Les Etapes de la spermatogenèse**

La spermatogenèse se déroule dans les tubes séminifères et comporte 3 étapes :

### **3.1. La phase de multiplication**

- Les spermatogonies sont les seules cellules qui existent dans les tubes séminifères pendant la période pré-pubaire
- A partir de la puberté, les spermatogonies commencent à se diviser par mitose pour augmenter leur nombre
- Chez l'homme, les cellules souches de réserve sont plaquées contre la lame basale du tubule et constituent les spermatogonies Ad (d pour « dense » ou « dark »), Par division, elles donnent naissance à des spermatogonies Ap (p pour « pale ») et/ou des spermatogonies Ad

- Les spermatogonies Ap prolifèrent un nombre limité de fois et donnent des cellules de transit engagées dans la différenciation spermatogénétique. Chacune de celles-ci donne deux spermatogonies B qui en se divisant seront à l'origine des spermatocytes I.

### 3-2 La phase d'accroissement

- Après la dernière division mitotique, les **spermatogonies B** entrent en division méiotique. Pendant l'interphase I, les cellules germinales dupliquent leur ADN, augmentent leur taille et deviennent des **spermatocytes I** qui sont en prophase de méiose.

### 3.3 La phase de maturation

- Après la première division de méiose, les 2 **spermatocytes II**, haploïdes, de taille deux fois plus réduite, se divisent rapidement en 4 **spermatides**.
- Elles subissent une série de transformations pour former les **spermatozoïdes** : celle-ci constitue la spermiogénèse qui s'achève près de la lumière des tubes qui contient les spermatozoïdes mûrs libérés des cellules de Sertoli.

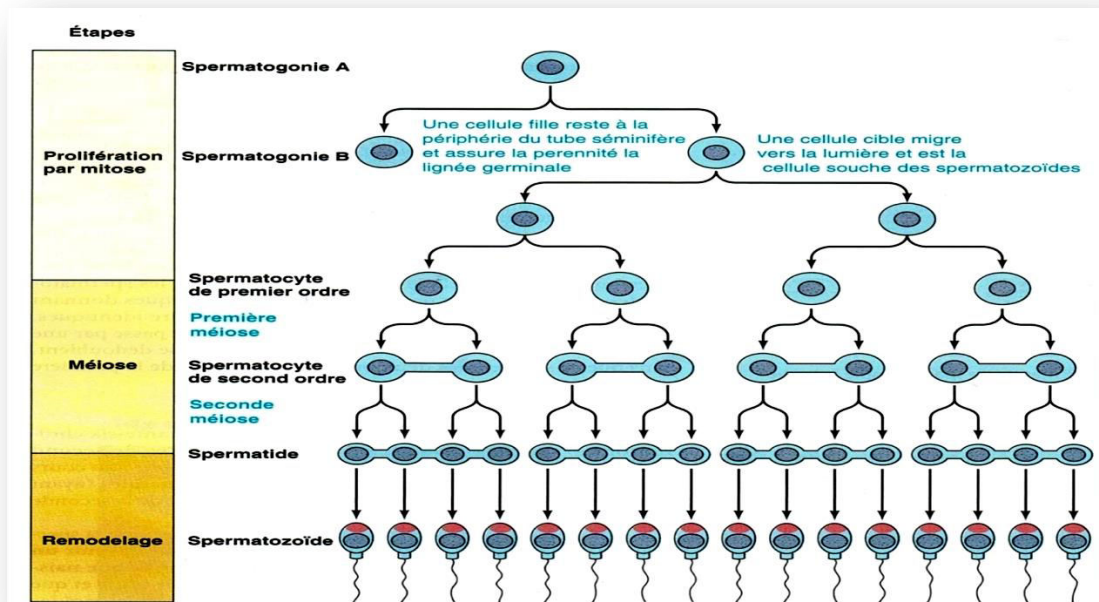


Figure 7. les étapes de spermatogénèse

### 3.4. La spermiogenèse

- Les 4 spermatides sont des cellules haploïdes qui vont subir uniquement un processus de différenciation cellulaire, ou spermiogenèse, pour donner des spermatozoïdes. Il n'y a en effet plus de division cellulaire pendant la spermiogenèse.
- La spermiogenèse est l'ensemble des transformations que subit la spermatide pour donner le spermatozoïde. (par perte de cytoplasme et développement du flagelle)
- au cours de cette transformation on assiste au passage d'une cellule arrondie et immobile en un spermatozoïde, allongé et très mobile, hautement différencié dans le sens de l'aptitude morphologique à la fécondation.

Quatre événements caractérisent la spermiogenèse : la condensation du noyau, la formation de l'acrosome, le développement du flagelle et de la pièce intermédiaire, la résorption du surplus cytoplasmique.

**3.4.1 la condensation du noyau :** Elongation du noyau, les protéines d'histone de la chromatine sont éliminées et remplacées par des protéines riches en **arginine** (les protamines), ces protéines contribuent à la stabilisation de l'ADN.

**3.4.2 la formation de l'acrosome :** Au début de la spermiogenèse, le dictyosome migre au pôle antérieur du noyau, des granules apparaissent dans les **vésicules golgiennes**, puis ces vésicules confluent pour former la vacuole acrosomiale à l'intérieur, la vacuole s'étale ensuite et recouvre progressivement la moitié antérieure de la surface du noyau, à ce stade porte le nom de capuchon céphalique, capuchon acrosomial ou **encore acrosome**.

**3.4.3 le développement du flagelle et de la pièce intermédiaire :** Au pôle opposé du noyau, se situent les centrioles proximal et distal, ce dernier sert de base au flagelle caractérisé par la convergence des mitochondries vers la base du flagelle qui sont accolées autour de lui en s'allongeant en une spirale continue appelée manchon mitochondrial

**3.4.4 la résorption du surplus cytoplasmique. :** Glissement de la masse cytoplasmique vers la partie postérieure de la cellule, à la manière d'un écoulement sur le pourtour du noyau, ne laissant persister finalement autour du capuchon céphalique et du noyau qu'une très mince couche de cytoplasme, et élimination du corps résiduel.

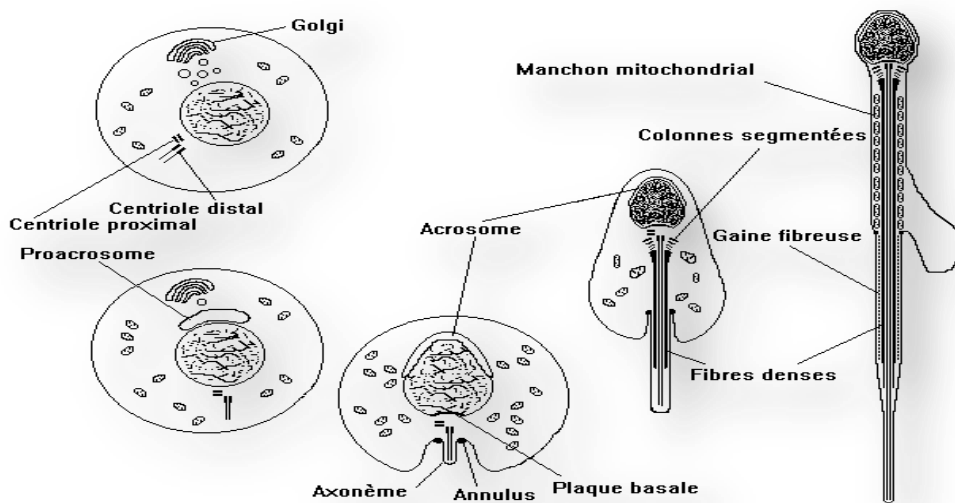


Figure8. Les étapes de spermiogènèse

#### 4. Structure du spermatozoïde

Le spermatozoïde humain mesuré environ 60  $\mu$  de long et peut être divisé en 5 parties:

- **La tête:** (8 à 10  $\mu$  de long) en forme de spatule, l'acrosome coiffe les 2/3 antérieurs du noyau et contient de nombreuses enzymes (notamment l' hyaluronidase qui facilite la pénétration du spermatozoïde dans l'ovule).
- **Le cou:** (1  $\mu$  de long) étroite constriction comprenant le centriole proximal.
- **La pièce intermédiaire:** (4 à 5  $\mu$  de long) s'étend du centriole distal au disque terminal, elle comprend le flagelle en position axiale avec ces 9 + 1 doublets, et l'hélice mitochondriale, interviennent dans la motilité du flagelle.

●**La pièce principale:**  
partie la plus longue du spermatozoïde (40 à 50  $\mu$  de long) contient la spermosine peu différente de la myosine et la flactine semblable à l'actine, elle contient également l'ATP permettant l'utilisation de l'énergie.

●**La pièce terminale:** (5 à 10  $\mu$  de long) est uniquement constituée des tubules de flagelle

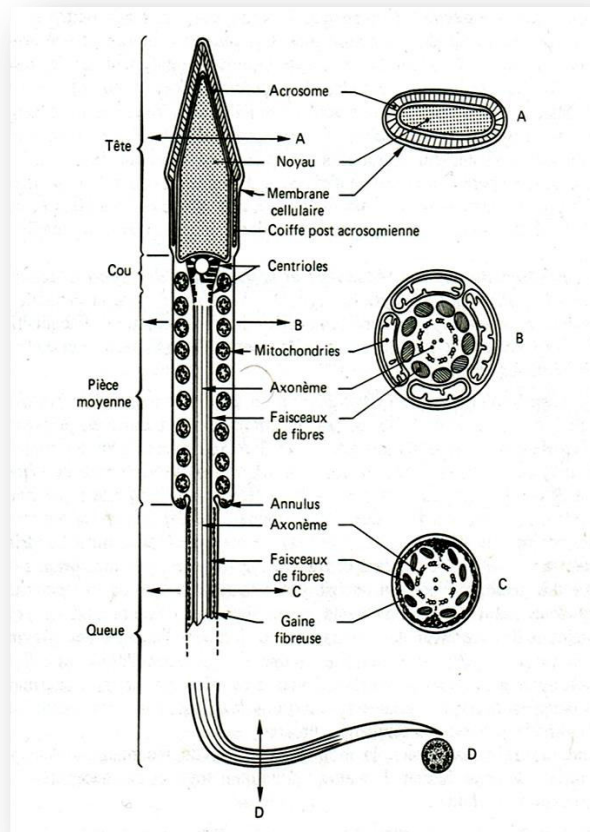


Figure 9. schéma d'un spermatozoïde de mammifère

## 5. maturation des spermatozoïdes

Lorsque la spermiogenèse est terminée, chaque cellule spermatique est libérée par les cellules de Sertoli dans la lumière du tube séminifère par un processus appelé **spermiation**. Le spermatozoïde migre le long du tube vers le rete testis et dans la tête de l'épididyme. Les spermatozoïdes qui quittent le tube séminifère sont immatures: ils ne sont capables ni de féconder un ovule, ni de se déplacer. Les spermatozoïdes libérés dans la lumière du tube séminifère sont en suspension dans un liquide produit essentiellement par les cellules de Sertoli. En raison de légères modifications du milieu ionique du rete testis, du sperme concentré en suspension dans ce liquide s'écoule en permanence depuis les tubes séminifères jusque dans l'épididyme par les canaux efférents. L'épididyme est un tube unique très enroulé



- Les inhibines (a et b) produites par les cellules de Sertoli, inhibent la production de F.S.H.
- L'activine, également produite par les cellules de Sertoli, stimule la production de F.S.H

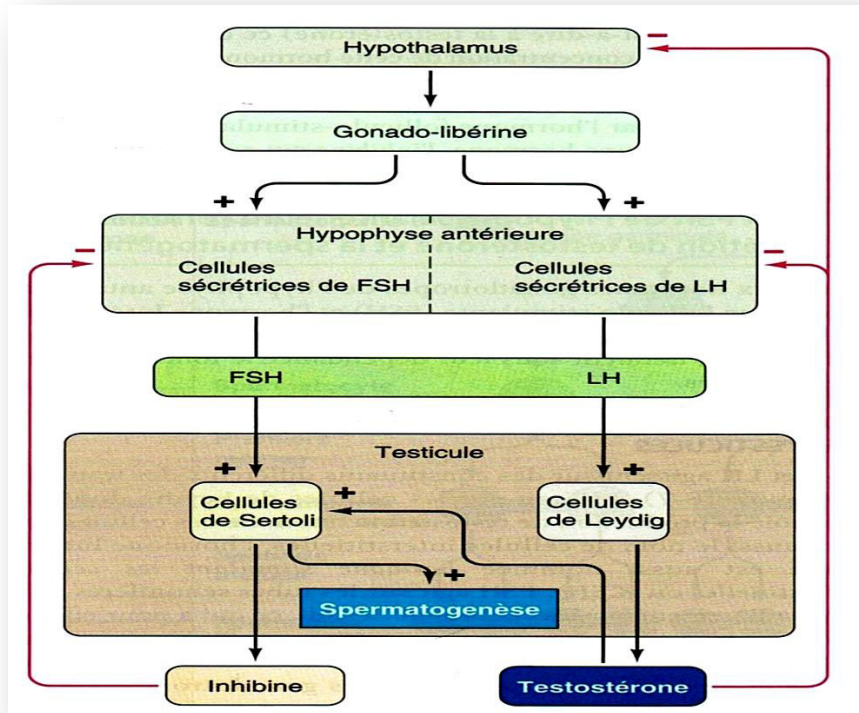


Figure 10. La régulation hormonale de la spermatogénèse

## II.2 L'ovogenèse

### 1. Introduction

L'ovogenèse comprend la formation, la croissance et la différenciation du gamète femelle (ovule) à partir des cellules souches appelées : les ovogonies. Elle se déroule dans l'ovaire où les cellules sexuelles sont associées à des cellules somatiques, les cellules folliculeuses, l'ensemble formant un follicule ovarien. Elles ont une activité hormonale chez les Vertébrés.

### 2. Les organes génitaux chez la femme

#### 2.1. Les gonades

Elles sont formées de 2 **ovaires** intra-abdominaux, situés de part et d'autre de l'utérus auquel ils sont fixés par des ligaments. Ils produisent des ovocytes et des hormones sexuelles féminines : œstrogènes et progestérone.

Sur une coupe longitudinale de l'ovaire présent 2 zones :

- une **zone corticale** : centrale et très vascularisée, qui a un rôle **endocrine**.
- une **zone médullaire** : périphérique. Elle contient les **follicules** en formes de sacs arrondis.

Les follicules assurent le développement progressif de l'ovocyte. Lorsque le follicule est mûr, il libère l'ovocyte et forme le corps jaune.

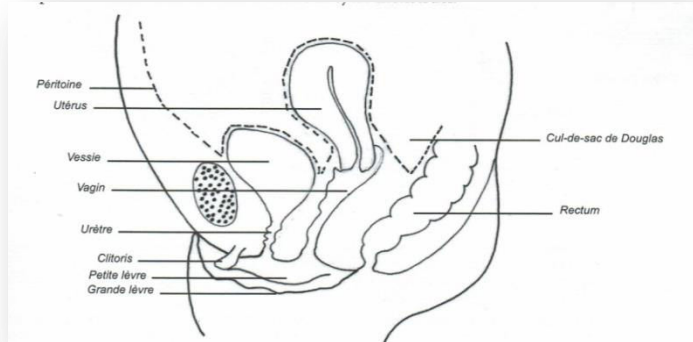
#### 2.2 Les voies génitales

-Les **trompes de Fallope** : sont pas en continuité directe avec l'ovaire. Elles captent l'ovocyte au niveau du pavillon frangé et évitent leur libération dans la cavité abdominale. L'ovocyte est ensuite dirigé vers l'utérus à l'aide de cellules ciliées et de la contraction des parois musculieuses de la trompe .

-L'**utérus** :est un organe creux et musculieux. Il est formé du corps et du col qui débouche dans le vagin. Il a pour rôle d'accueillir l'ovocyte fécondé .

-Le **vagin** :est un conduit musculieux, de 6 à 10cm de long. Dans sa partie supérieure, il

débouche au niveau du col de l'utérus, et dans la partie inférieure, il s'ouvre vers l'extérieur au niveau de la vulve. Ce vagin sécrète l'acide lactique pour se protéger contre les infections.



**Figure11.organisation de l'appareil génital femelle *coupe sagittale***

### **2.3. Les organes génitaux externes**

- La vulve est composée de lèvres inférieures et supérieures .
- Le clitoris .
- Les glandes mammaires.

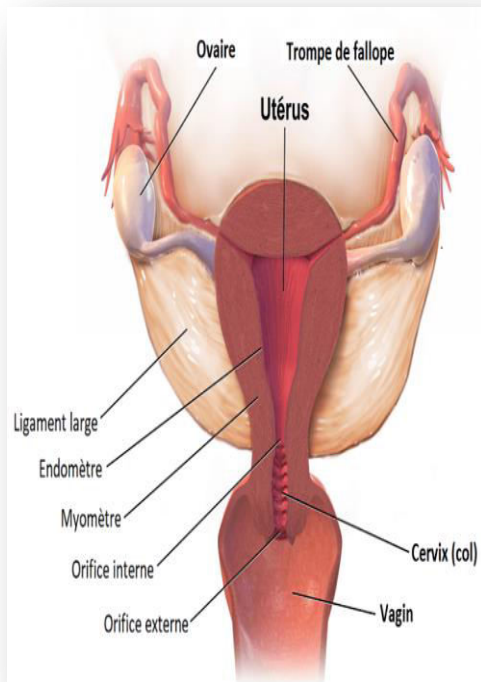


figure 12 .appareil génital de la femme

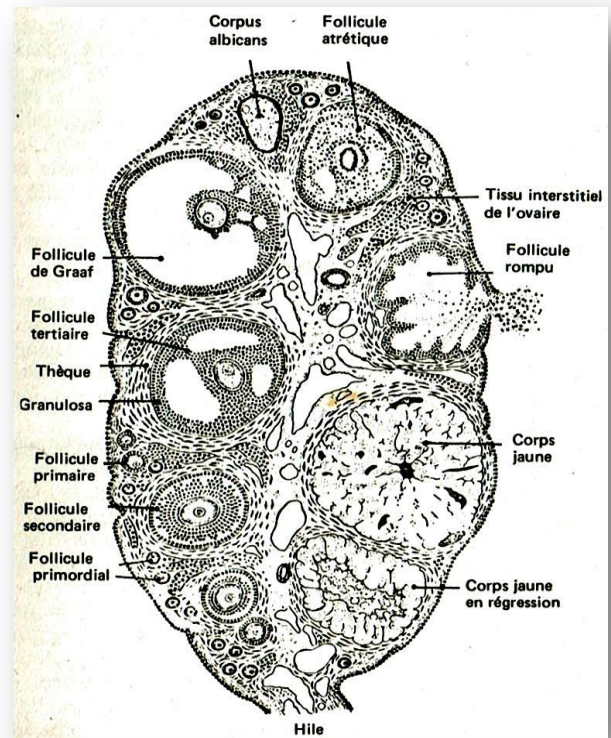


Figure 13. l'ovaire de mammifère ( les étapes du cycle ovarien)

### 3. Les phases de l'ovogenèse

**3.1 Phase de multiplication:** les cellules germinales se multiplient activement et constituent les ovogonies, l'activité mitotique des ovogonies est limitée dans le temps, ces mitoses cessent avant la fin de la vie embryonnaire, ou peu de temps après la naissance, les mitoses de cellules goniales sont à l'origine de la constitution du stock complet d'ovogonies, qui est de l'ordre de 7 millions.

**3.2 Phase d'accroissement:** cette phase commence à la vie embryonnaire et s'achève lors de chaque cycle menstruel, et plus tard, la ménopause correspond à l'interruption définitive de l'ovogenèse et des cycles sexuels, au cours de la phase d'accroissement le diamètre de l'ovocyte humain passe de 30 à 140  $\mu$  environ, les mitoses cessent, les ovogonies deviennent des ovocytes I, ces ovocytes I vont rester ainsi bloqué jusqu'au début de la phase de maturation (chez la femme 10 à 12 ans au moins et 45 à 50 ans au plus).

**3.3 Phase de maturation:** survient lorsque l'ovocyte I a achevé sa croissance, chez l'espèce humaine, lors de la phase de maturation se déroulent 2 divisions inégales de l'ovocyte, la première assurant le passage de la diploïdie à l'haploïdie (ovocyte I à 2n chromosomes = ovocyte II à n chromosomes) et la seconde celui de l'ovocyte II à l'ovotide

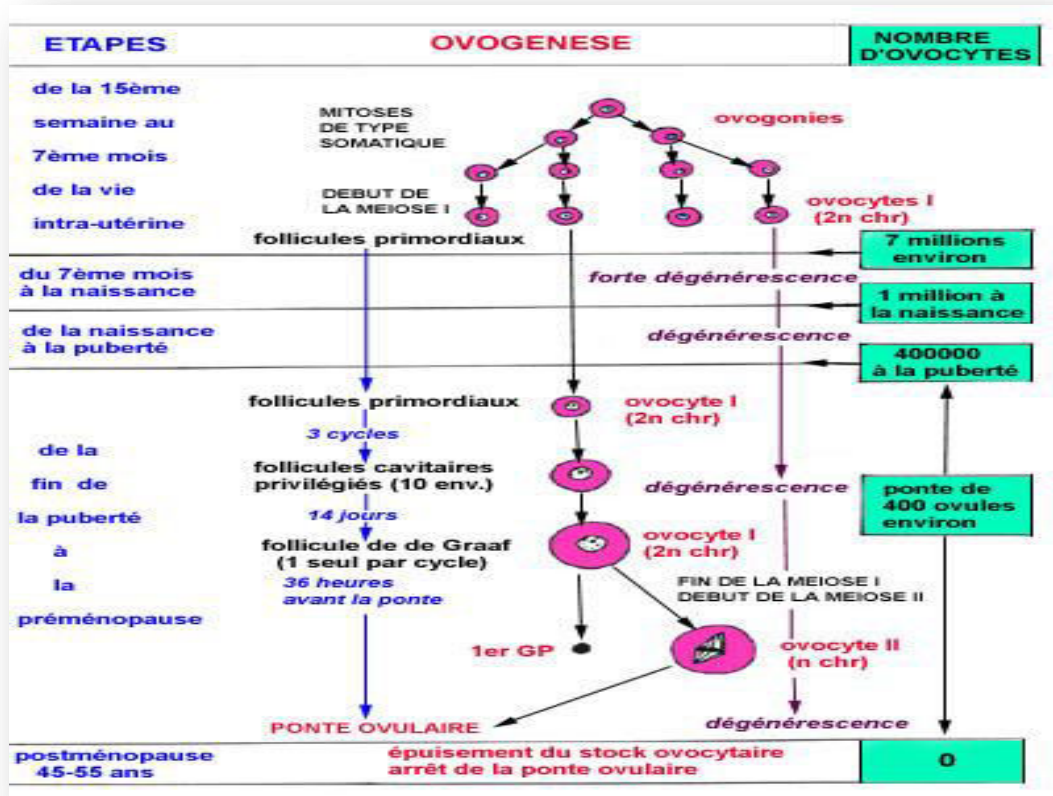


Figure 14. Étapes de l'ovogenèse

#### 4. Folliculogénèse

La maturation des gamètes féminins se fait dans les follicules du cortex ovarien. Elle se réalise de façon cyclique et représente le **cycle ovarien**.

Folliculogénèse c'est l'ensemble des processus par lesquels un follicule primordial va évoluer vers un follicule mûr. Se fait à partir du stock des follicules primordiaux constitué pendant la vie intra utérine. Associée à l'ovogenèse - n'est complète qu'à partir de la puberté.

L'accroissement de taille des follicules qui arrivent successivement à maturité est dû surtout, chez les Mammifères vivipares, à la multiplication des cellules somatiques sous contrôle hormonal.

• *Les follicules primordiaux*

Les ovocytes des ovaires embryonnaires, de petite taille, s'entourent des premières cellules folliculeuses en une mince couche aplatie, ces ensembles cellulaires constituant les follicules primordiaux qui se retrouvent en position périphérique dans l'ovaire mature.

• *Les follicules primaires*

Les cellules folliculeuses se multiplient et forment un épithélium unistratifié de cellules cubiques entouré d'une fine lame basale. L'ovocyte a augmenté de volume (environ 20 à 30 $\mu$  de diamètre) et son noyau est déjà au stade diplotène. Les premiers follicules primaires apparaissent vers l'époque de la naissance.

• *Les follicules secondaires*

La taille de l'ovocyte continue à s'accroître, atteignant 60 à 80 $\mu$  de diamètre, dans les follicules secondaires jeunes qui sont entourés de 2 à 3 rangées de cellules folliculeuses. Au total, le volume de l'ovocyte aura augmenté d'environ quelques centaines de fois suivant les espèces. Cette période correspond à des synthèses actives d'ARN, chez les Mammifères.

Les couches les plus internes, sont disposées de façon radiale autour de l'ovocyte et constituent la **corona**

**radiata**. Des contacts persistent entre la membrane ovocytaire et les villosités issues de la première couche de cellules folliculeuses sous la forme de jonctions adhérentes et de jonctions communicantes. Les couches externes disposées moins régulièrement portent le nom de **granulosa**. Les cellules folliculeuses sont limitées extérieurement par une lame basale épaisse ou **membrane de Slavjanski**. Les tissus conjonctifs de l'ovaire forment à la périphérie une enveloppe supplémentaire qui se différencie en une **thèque interne** vascularisée par des capillaires reliés aux vaisseaux ovariens, et en une **thèque externe** formée de tissu conjonctif fibreux.

Des cellules sécrétrices d'hormones stéroïdes se différencient dans la thèque interne.

-*Les follicules tertiaires (ou cavitaires)*

Tout le long de la vie sexuelle, dès la puberté, un lot de follicules secondaires évolue en follicules tertiaires à chaque **cycle oestrien**.

Dans un follicule tertiaire, les cellules de la granulosa se multiplient tant que le follicule n'a pas atteint sa taille maximale. Une cavité se creuse dans la granulosa, résultant de la fusion d'espaces intercellulaires élargis, où s'accumule du sérum qui diffuse à partir des capillaires de la thèque interne. Ce **sérum** contient des hormones stéroïdes sécrétées par les cellules de la granulosa, essentiellement sous la forme d'**oestradiol**.

**-Les follicules de De Graaf**

À la fin de la croissance folliculeuse, la cavité ou **antrum** occupe presque tout le volume du follicule. Un massif cellulaire fait saillie dans cet antrum, le **cumulus oophorus**, constitué par l'ovocyte I entouré par la zone pellucide et les quelques couches de cellules folliculeuses dont celles de la corona radiata.. Le noya de l'ovocyte est en fin de stade diplotène. Les chromosomes se condensent et la diacinèse commence. À la maturation, la première division de méiose s'achève, avec émission du premier globule polaire; l'ovocyte est devenu un ovocyte secondaire ou **ovocyte II**. La seconde division de méiose s'arrête en métaphase .C'est alors que se produit l'ovulation vers le 14e jour du cycle oestrien chez la femme.

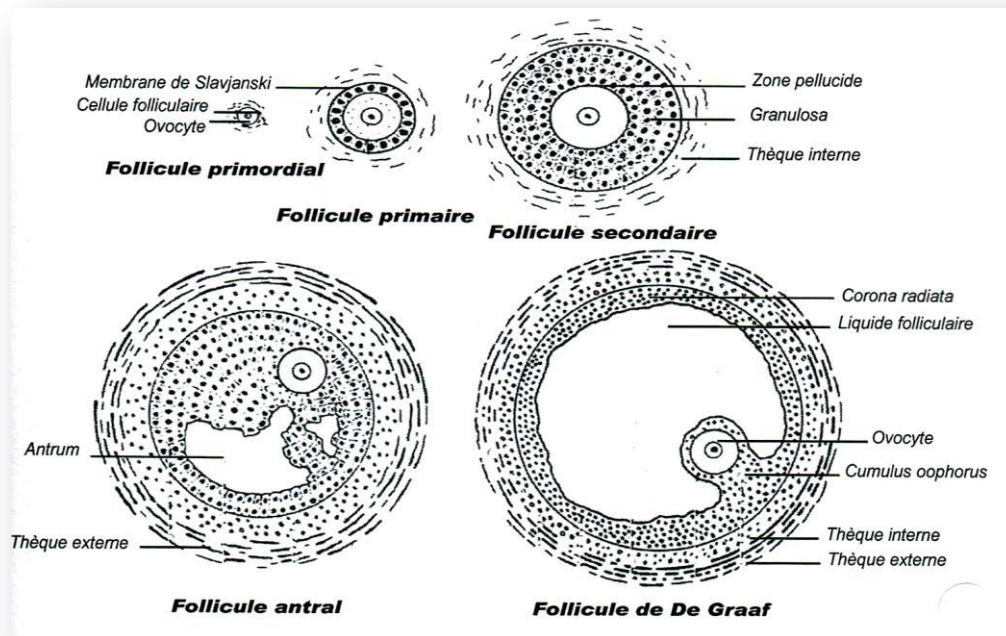


Figure 15. les différents étapes de la croissance d'un follicule évolutif.

●ovulation

Au 12<sup>e</sup> au 13<sup>e</sup> jour du cycle, la LH est libérée en grande quantité. Cette libération provoque des mouvements cellulaires à l'intérieur du follicule de grande taille. L'ovocyte et certaines cellules du cumulus oophorus se détachent et sont expulsées dans la trompe provoquant l'ovulation au 14<sup>e</sup> jour du cycle

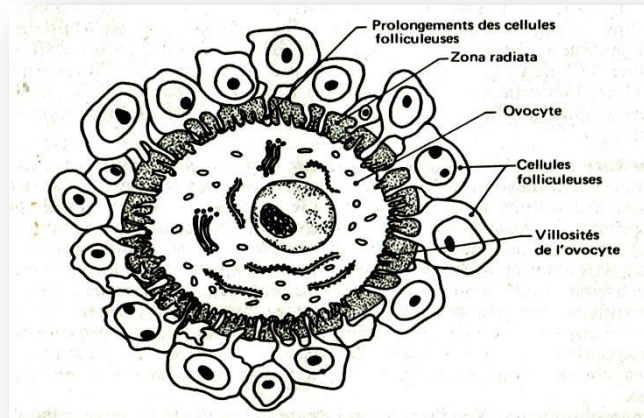


Figure 16. ovocyte de mammifère

● **Follicule déhiscent** Après l'ovulation le reste du follicule de de Graaf constitue, dans l'ovaire, le follicule déhiscent.

● **Corps jaune** Le follicule déhiscent se cicatrise formant ainsi une glande endocrine temporaire dite corps jaune. Les cellules de la granulosa du corps jaune deviennent lutéales, capables de synthétiser la progestérone. Les cellules de la thèque interne synthétisent toujours les œstrogènes. Le corps jaune peut évoluer de deux manières différentes à savoir :  
• en l'absence de fécondation : le corps jaune est dit progestatif, sa durée de vie est de 14 jours ; et  
• en cas de fécondation : le corps jaune est dit gestatif, sa durée de vie est de 3 mois. Ensuite, il dégénère et le relais de la synthèse des stéroïdes est pris par les cellules du syncytiotrophoblaste du placenta.

● **Corps blanc (corpus albicans)**

Dans l'ovaire le corps jaune dégénère et forme le corps blanc, qui sera phagocyté par les cellules phagocytaires de l'ovaire .

## 5. Modifications cycliques de la muqueuse utérine

au début de cette phase et sous l'effet de la **progestérone**, la muqueuse utérine se développe, ses glandes et les vaisseaux sanguins se développent (augmentation de taille) et prennent une forme spiralée.

La chute de la production hormonale provoque la constriction des artères de l'endomètre, il s'ensuit une desquamation de la muqueuse utérine et comme conséquence une hémorragie menstruelle.

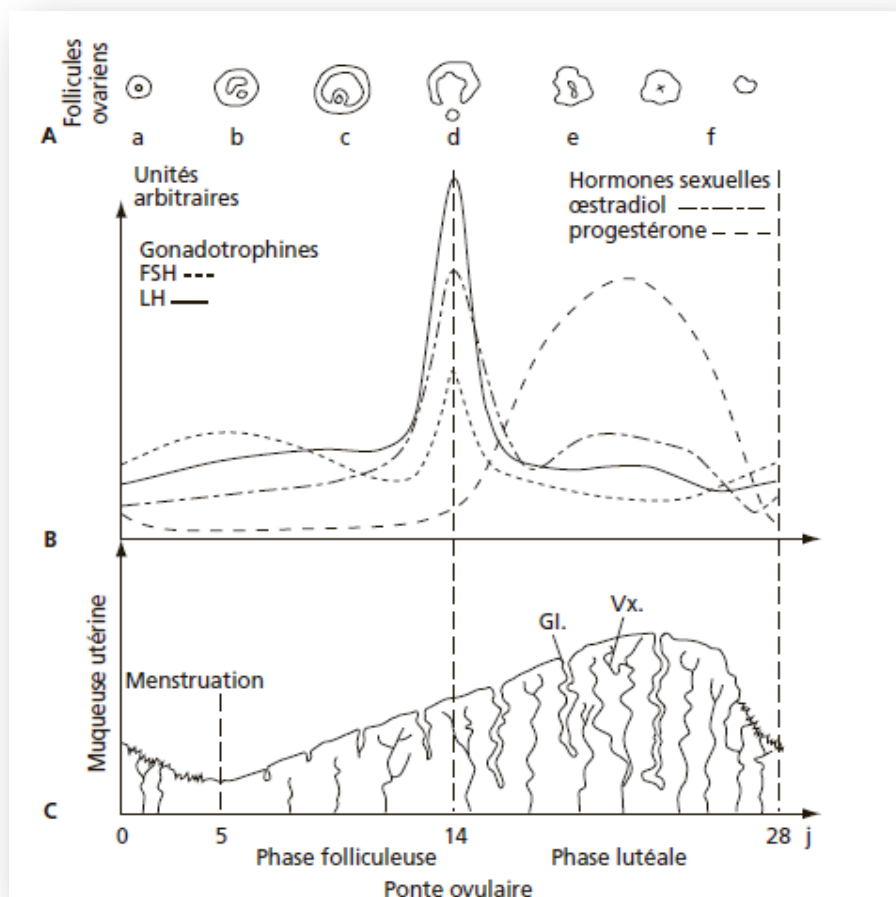


Figure 17. cycle menstruel chez la femme

## 6. Contrôle hypothalamo-hypophysaire de l'ovaire

L'activité ovarienne dépend étroitement de l'activité hypophysaire (FSH et LH).

En effet, le **taux de FSH atteint son maximum de synthèse vers le 13ème jour** du cycle. Cette hormone agit sur la croissance des follicules et sur la production d'oestradiol. Le pic de LH coïncide avec celui de la FSH et permet la sécrétion de la progestérone.

Les hormones ovariennes exercent des **rétrocontrôles négatifs** sur la production de LH ou de FSH. En effet, la **progestérone** a un rétrocontrôle négatif sur la **LH**.

Les **oestrogènes** inhibent la production de **FSH**.

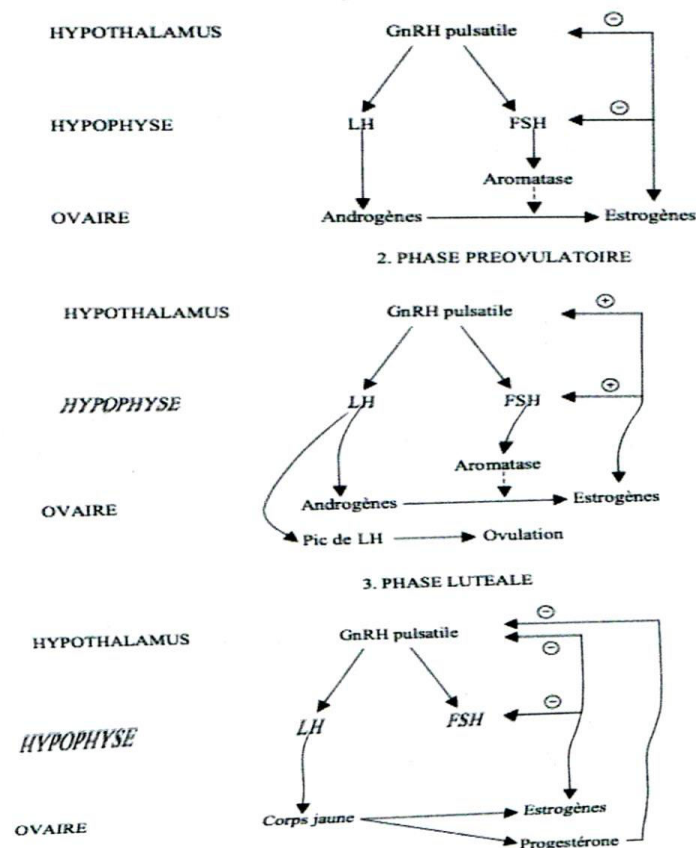


Figure 18 principales régulations hormonales au cours du cycle menstruel

### III-La Fécondation

#### 1-Définition

la fécondation Se définit comme la fusion de deux cellules matures haploïdes, les gamètes, en une cellule unique diploïde et totipotente appelée **zygote**, La formation du zygote marque le début du développement embryonnaire d'un nouvel individu par multiples divisions mitotiques.

**2-Le lieu de fécondation :** Il y a 2 types de fécondation

**2.1 Fécondation externe:** Les gamètes sont libérés à l'extérieur des voies génitales, ils se rencontrent dans l'eau ( oursin, poissons,...)

**2.2 Fécondation interne:** la rencontre des gamètes se fait dans les voies génitales femelles (reptiles, oiseaux, mammifères)

#### 2.3 3.Le Trajet des spermatozoïdes

##### 3.1 -Migration du spermatozoïde dans le tractus féminin

Après l'éjaculation, les spermatozoïdes se trouvent en grand nombre dans le vagin, près du col utérin. Le chemin qu'ils doivent escalader jusqu'à l'ovule est de 13 à 15 cm. En route, les spermatozoïdes subissent un processus de maturation supplémentaire , **La capacitation** est l'ensemble des modifications qui mènent à l'hyperactivité du spermatozoïde. Les modifications ont lieu sur la membrane cellulaire du spermatozoïde, elles s'accompagnent d'un changement de mobilité du spermatozoïde qui devient hyperactif.

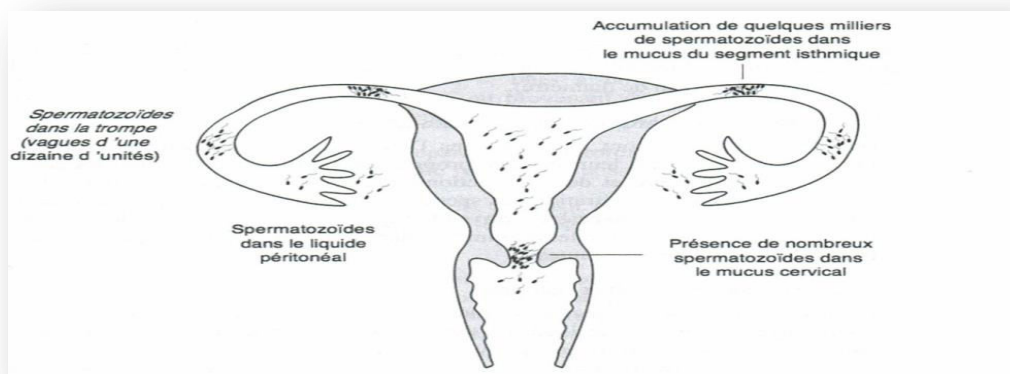


Figure 19. le trajet des spermatozoïdes dans les voies génitales féminines

### 3.2 Les étapes de la fécondation

Le spermatozoïde doit franchir le cumulus oophorus, de 3000 à 6000 cellules folliculaires enchâssées dans une matrice acellulaire riche en acide hyaluronique et qui entoure l'ovocyte au moment de l'ovulation

**3.2.1 Reconnaissance et adhérence des gamètes :** la zone pellucide constitue un mélange composé de plusieurs glycoprotéines appelées ZP1( zona protein 1), ZP2, et ZP3 , ZP2 et ZP3 sont associées en alternance et forment des filaments reliés entre eux par ZP1 pour franchir la zone pellucide, le spermatozoïde doit tout d'abord se fixer à sa surface, modifier la structure de sa tête par réaction acrosomique et franchir l'épaisseur de sa paroi.

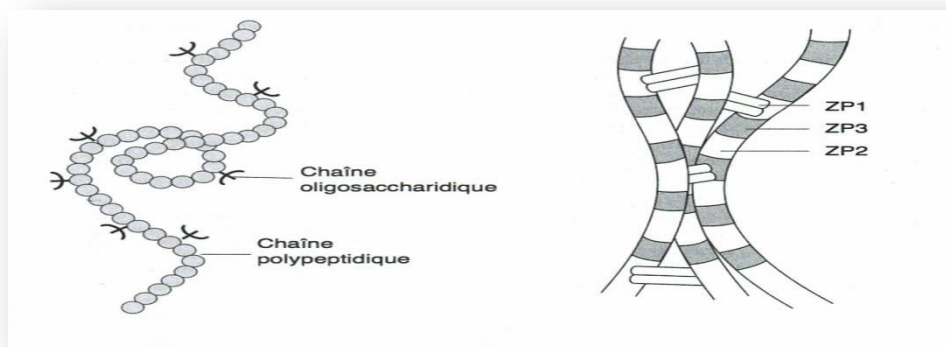


Figure 20. la composition moléculaire de la zone pellucide (ZP1, ZP2, ZP3)

**3.2.2 La réaction acrosomique :** les liaisons qui s'établissent entre un motif peptidique de ZP3 et les kinases transmembranaires spermatisques SP95 seraient à l'origine de l'agrégation suivie de l'activation de ces kinases. La réaction acrosomique semble directement liée à la stimulation de ces récepteurs membranaires et se trouve amorcée par une ouverture de canaux calciques. Celle-ci provoque la libération de  $Ca^{++}$  intracellulaire qui favorise alors indirectement des fusions ponctuelles entre la membrane externe de l'acrosome et la membrane plasmique de la tête spermatisque. Cette réaction est facilitée par les modifications préalables survenues dans la membrane plasmique au cours de la capacitation. Ceci entraîne la formation de pores par lesquels sont libérées les enzymes contenues dans la vésicule acrosomique. Des échanges ioniques entre  $H^+$  cellulaire et  $Na^+$  du milieu extérieur provoquent localement une modification de pH qui favorise l'activation de ces enzymes qui sont:

- La **hyaluronidase** lyse la matrice intercellulaire qui se trouve entre les cellules du cumulus oophorus.
- La **CPE**: corona penetrating enzym détruit les cellules de la **corona radiata**
- L'**acrosine** permet un relâchement local au niveau de la zone pellucide qui recouvre l'ovule

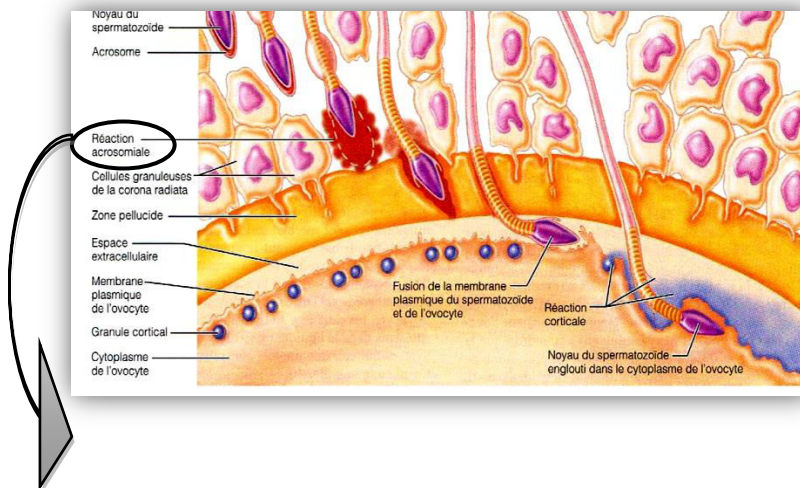


Figure 21. Les étapes de la fécondation

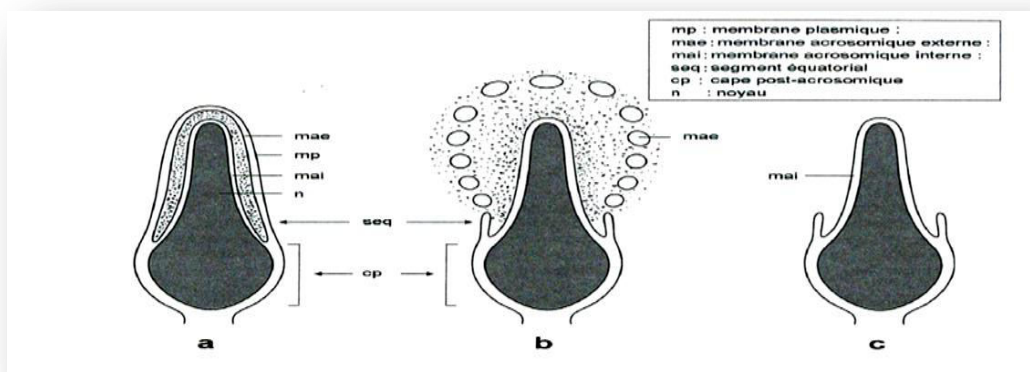


Figure 21. Réaction acrosomique

**3.3 réaction corticale** : lors de la pénétration du spermatozoïde, la fusion spermatique constitue un signal qui provoque l'augmentation rapide et transitoire de la concentration intracellulaire en calcium  $Ca^{2+}$ , ce qui déclenche également l'exocytose de **granules corticaux** situés sous la membrane plasmique de l'ovocyte, les enzymes ainsi libérés dans l'espace pré-vitellin notamment des enzymes hydrolytiques, modifient la zone pellucide qui rendent impénétrable à d'autres spz, assurant le blocage de la polyspermie.

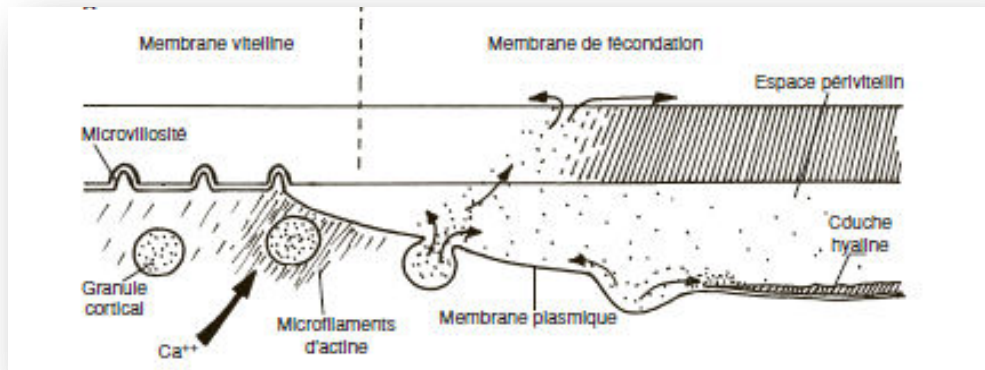


Figure 22. Réaction corticale

- **En conséquence**

-Achèvement de la deuxième division équationnelle **de l'ovocyte II**, qui donne l'ovule et le deuxième globule polaire

-transformation des deux noyaux male et femelle en **pronuclei** : respectivement le pronucleus male et le pronucleus femelle

- et décondensation de l'A.D.N. du spermatozoïde.

**3.4 Amphimixie** : Les deux pronucleï se dirigent vers le centre de l'ovule et, lorsqu'ils sont très rapprochés, Les protamines contenues dans la chromatine du noyau mâle sont remplacées par des histones. Les deux noyaux fusionnent avec formation d'une enveloppe nucléaire unique. Les chromosomes paternels et maternels s'individualisent à nouveau, ils s'apparient et s'organisent à l'équateur du fuseau achromatique au moment de la première division de segmentation.

## IV-La Segmentation

### Définition

c'est la première étape de l'ontogenèse, elle est caractérisée par la division de l'œuf fécondé en cellules de plus en petites appelées: **blastomères**. Le plan de segmentation est fonction de la quantité de réserves en vitellus que l'œuf accumulé pendant l'ovogenèse

### 1. Classification des œufs

Les œufs ou ovocytes sont classés selon leur richesse en **vitellus** (Le vitellus est essentiellement composé de réserves lipidiques (lipoprotéines)):

- Les œufs **alécithes**, sans réserves vitellines (Mammifères vivipares).
- Les œufs **oligolécithes**, avec de très faibles réserves vitellines (Oursins).
- Les œufs **hétérolécithes**, aux réserves relativement importantes et inégalement réparties qui n'empêchent pas une segmentation totale (Amphibiens, esturgeon, Annélides).
- Les œufs **téolécithes**, avec un vitellus abondant, fusionné en une masse compacte, le noyau étant refoulé dans une aire cytoplasmique réduite : le disque embryonnaire (Oiseaux et Reptiles, nombreux Poissons, Mollusques Céphalopodes).
- Les œufs **centrolécithes**, propres aux Insectes, avec un vitellus central et un cytoplasme périphérique dépourvu de vitellus (cortex ou périplasme).

### 2- Différentes modalités de segmentation

La segmentation suit le type d'œufs.

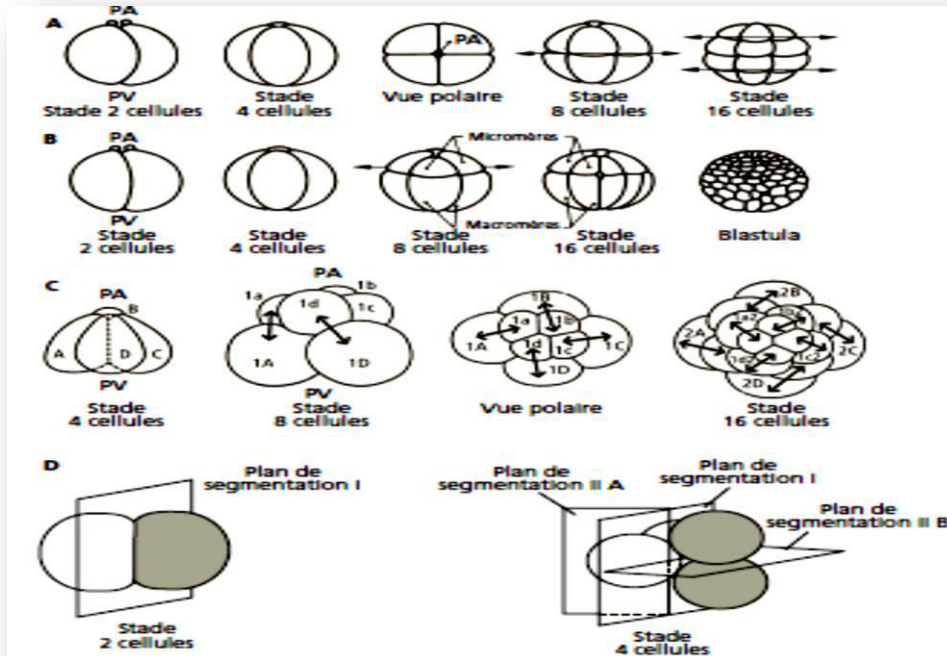
#### 2-1 Segmentation totale (=holoblastique):

Les divisions successives se font dans tout le cytoplasme (tout l'œuf) donc il y a:

**2.1.1 Segmentation totale égale:** tous les blastomères sont de même. C'est une éventualité très rare.

**2.1.2 Segmentation totale subégale:** les blastomères sont légèrement inégaux. Nous aurons des micromères et des macromères. Exemple: oursin, mammifères, Amphioxus.

**2.1.3 Segmentation totale inégale:** la segmentation touche toute la masse de l'œuf, et les blastomères du PA (micromères) sont plus petits et plus nombreux que les blastomères du PV (macromères). Exemple: l'œuf des amphibiens.



**Figure 23. Principaux types de segmentation totale.**

A : Segmentation, radiaire, égale (ex : g. *Synapta*, Échinoderme Holothuride). B : Segmentation, radiaire, inégale (ex : grenouille). C : Segmentation spirale. (ex : g. *Spisula*, Mollusque Lamellibranche). D : Segmentation rotationnelle (Mammifères)

#### 2-1. 4 Différents types de segmentation totale

- ✓ **Segmentation totale radiaire** : Succession de plans de clivage méridiens et latitudinaux. Observée chez les échinodermes (oursin) et les amphibiens (xénope). Cellule fille peut être identique ou de taille différente, l'orientation des cellules et une apparition de fuseaux excentrés : a cause de l'orientation en fuseau, il y a des petites cellules ou des grosse  $\Rightarrow$  Micromère ou macromère.
- ✓ **Segmentation totale spirale** : Dans ce cas à chaque cycle de division les fuseaux pivotent selon des angles de  $45^\circ$  par rapport à l'axe PA-PV. Les spirales : Annelides (sangue) Gastéropodes (escargot) Mollusques Lamellibranches (moules).

- ✓ **Segmentation totale bilatérale** : Dès premier stade de divisions, les blastomères se disposent selon les axes A-P et D-V au futur individu. Observée chez les tuniciers (Corail, anémone de mer...).
- ✓ **Segmentation totale rotationnelle** : Contrairement à la segmentation radiaire ou deuxième divisions sont méridienne et s'effectuent perpendiculairement l'un à l'autre. A une première division méridienne succède une deuxième division ou l'un des blastomères se divise selon le plan équatorial et l'autre réalise sa division selon le plan méridien. Observée chez les mammifères et les nématodes (vers ronds).

## 2-2 -Segmentation partielle: (=discoïdale)

- La division ne touche que la partie dépourvue de vitellus appelée cicatricule forment une masse qui repose sur le vitellus (non segmentée), cette masse s'appelle le blastodisque ou blastoderme. (Exemple l'œuf télolécithe des Oiseaux).
- La segmentation des œufs centrolécithes ne touche que le cytoplasme et elle est de type superficiel (segmentation superficielle).

### Segmentation partielle (ou méroblastique)

Chez les œufs très riches en réserves vitellines, la segmentation dans l'hémisphère végétatif est progressivement ralentie. Elle est totalement inhibée dans les œufs télolécithes des Mollusques Céphalopodes, des Poissons osseux et Sélaciens, des Oiseaux et des Reptiles. La segmentation n'intéresse qu'un **disque de cytoplasme** dépourvu de réserves, contenant le noyau de fécondation et situé au niveau du pôle animal : c'est le disque germinatif désigné sous le terme de **blastoderme**. La segmentation est **discoïdale** et aboutit à une blastula, dite **discoblastula**, constituée d'un feuillet cellulaire séparé du vitellus par une cavité, le blastocèle

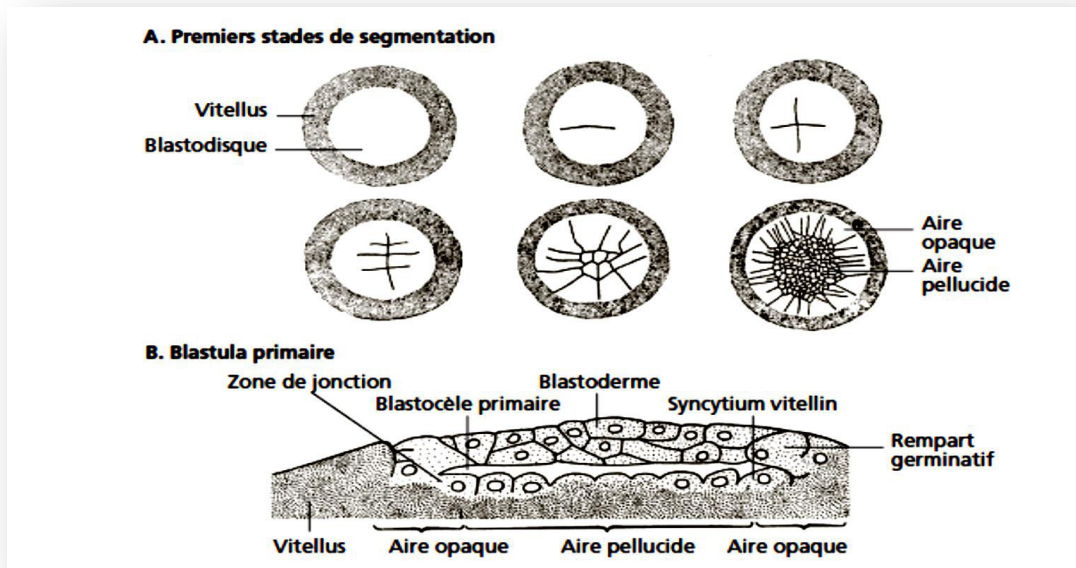


Figure 24. la segmentation partiel chez les oiseaux

Dans les oeufs **centrolécithes** comme ceux des Insectes, le noyau de fécondation se trouve au centre de l'oeuf au début de la segmentation. Il se divise un certain nombre de fois avant que les noyaux fils migrent, entourés d'une portion du cytoplasme central, vers le cytoplasme périphérique. Celui-ci est d'abord syncytial. Il s'organise en cellules par formation de membranes plasmiques, la masse vitelline centrale restant compacte. C'est une **segmentation superficielle** dite encore périphérique qui aboutit à une blastula dite **périblastula**.

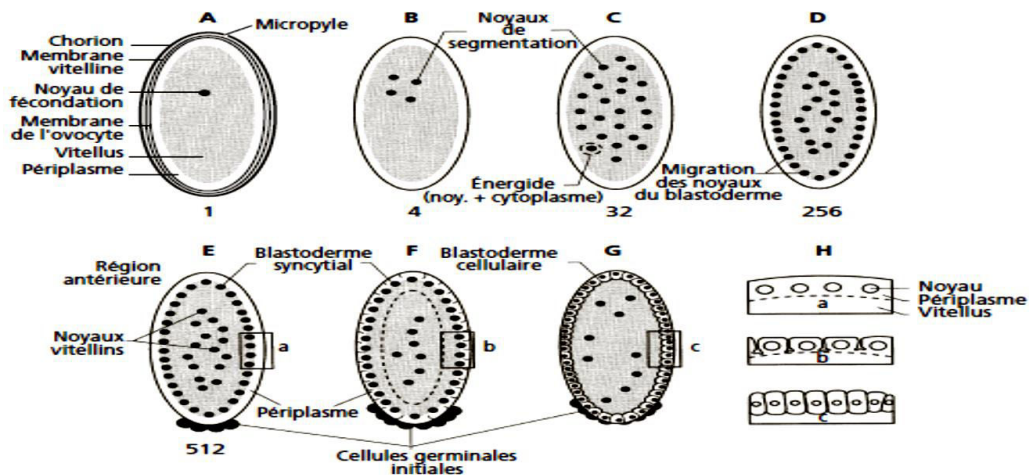


Figure 25. segmentation superficielle

Au stade 32 blastomères (chez les être humaine), l'œuf prend la forme d'une petite sphère : les cellules situées au centre gardent une forme sphérique tandis que celles situées en périphérie s'aplatissent, constituant la paroi de la sphère . Le diamètre total de la sphere est de l'ordre de 200 µm avec un volume peu différent de celui de l'ovocyte (la zone pellucide étant toujours présente). C'est le **stade morula**

Le morula ,c'est le début de la constitution d'une cavité remplie de liquide qui s'agrandira, appelée cavité de segmentation ou **blastocœle**, lorsque le blastocœle est de grande dimension, on parle de **blastula**.

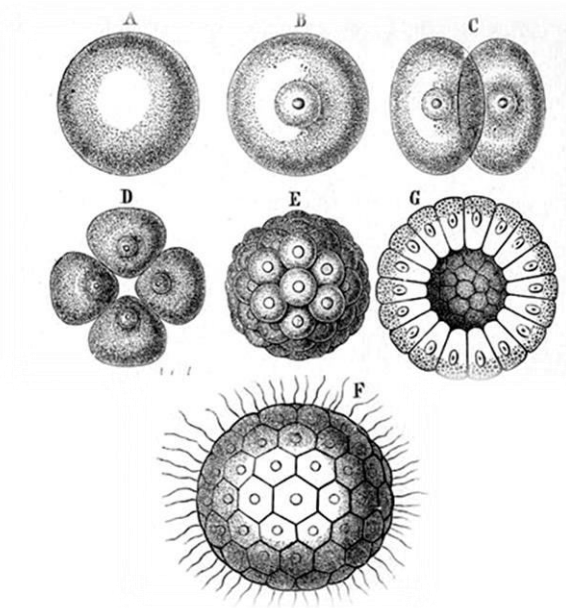


Figure 26. séries de l'ontogénèse

( A. ,b ovule ; le stade de deux blastomère ; D stade de 4 blastomère ; E morula ; F,G blastula)

## V. Gastrulation

### 1. Définition de gastrulation

Les divisions de segmentation se ralentissent, la croissance est nulle ou insignifiante. Des migrations coordonnées des cellules de certaines aires embryonnaires aboutissent à la mise en place des trois feuillets fondamentaux des Métazoaires dits **triploblastiques** : un feuillet externe, l'**ectoderme**, un feuillet profond, l'**endoderme** et un feuillet moyen, le **mésoderme**. Dans quelques embranchements primitifs il n'y a pas de mésoderme, mais seulement les deux autres feuillets ; c'est le cas des Métazoaires **diploblastiques** regroupant les Spongiaires et les Cœlentérés. Suivant les modalités des mouvements morphogénétiques, on peut définir plusieurs types de gastrulation.

### 2. modalités de la gastrulation

elle se réalise selon 5 modalités différentes:

- **invagination (embolie)**
- **epibolie (recouvrement)**
- **délimination**
- **immigration**
- **prolifération polaire**

#### 2.1. La délimination

Elle correspond à des multiplications cellulaires perpendiculaires à la couches cellulaires délimitantes du blastocèle. Elle aboutit à la libération de cellules filles s'agençant entre elles dans la cavité du germe.

#### 2.2 L'immigration

Certaines cellules de la structure épithéliale de la blastula se détachent des cellules avoisinantes et vont se joindre, par migration, dans la blastocèle.

#### 2.3 L'embolie (ou invagination) :

Elle désigne un mouvement d'ensemble d'une partie de la population cellulaire de la blastula. Cette pénétration cellulaire interne entraîne, sans rupture des couches cellulaires existantes, la formation de l'**Archenteron**.

## 2.4 L'épibolie

Mouvement lié au fait qu'une population cellulaire de la blastula est amenée à proliférer et à recouvrir progressivement d'autres populations cellulaires qui vont se trouver ainsi intériorisées.

## 2.5 Prolifération polaire

Multiplication de cellule à un des pôles de la blastula, les cellules filles forment les nouvelles structures internes.

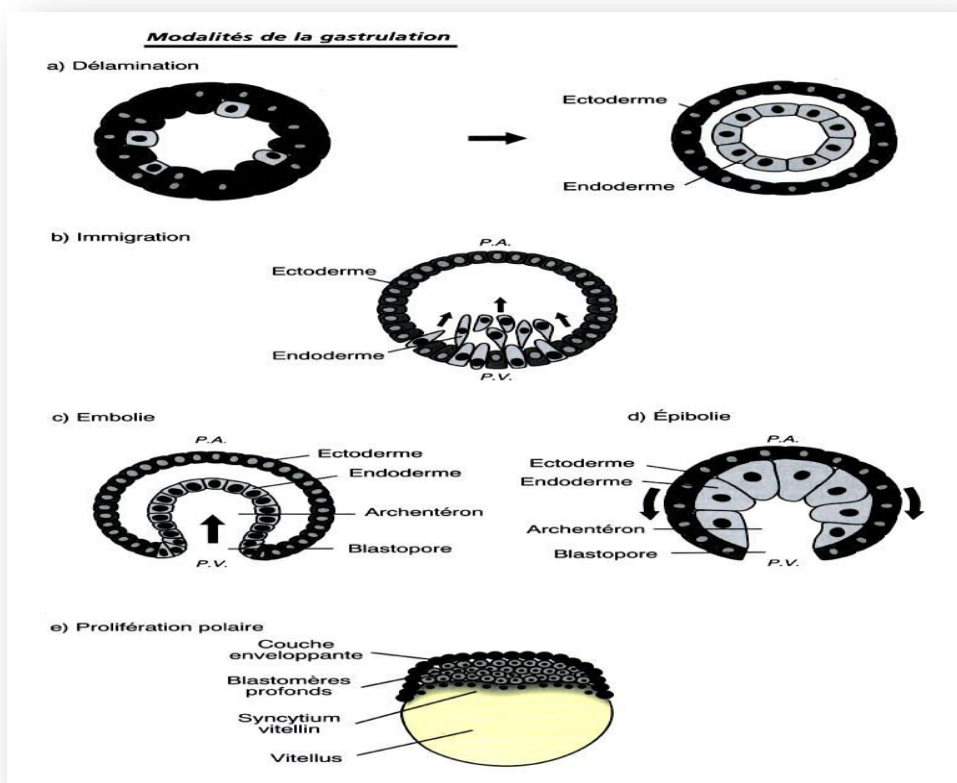


Figure 27. les modalités de la gastrulation

## VI. Neurulation : devenir des feuilletts

### 1. Définition

La neurulation aboutit donc à la constitution d'un tissu spécialisé, le neurectoderme. .  
Le neurectoderme naît à la face dorsale (coté cavité amniotique) de l'embryon dans le plan de symétrie. Le 19ème jour, l'ectoderme situé juste au dessus de la corde s'épaissit pour former la plaque neurale.

La plaque neurale apparaît d'abord à l'extrémité crâniale de l'embryon où elle est la plus large puis elle se développe vers la région caudale de l'embryon. Rapidement, les bords latéraux de la plaque neurale se soulèvent créant la gouttière neurale qui s'invagine le long de la ligne médiane.

Au 28ème jour, la gouttière neurale commence à se refermer pour former le tube neural, structure précurseur du système nerveux central. Les cellules des lèvres latérales de la gouttière neurale sont à l'origine de la crête neurale, qui s'isole au cours de la fermeture du tube neural puis migrent à travers le mésoderme pour donner naissance à de nombreuses structures périphériques comme les ganglions rachidiens.

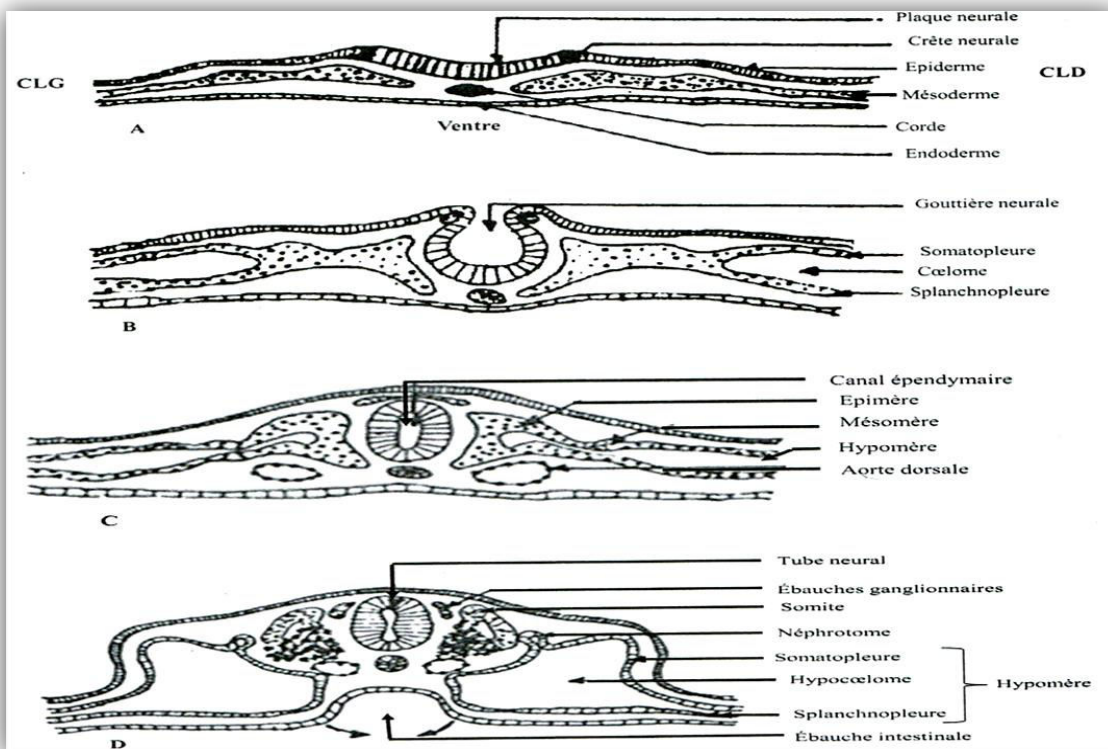


Figure 28. différents stades de neurula en coupe transversales

La partie de l'ectoderme non impliquée dans la genèse du système nerveux forme l'épiblaste. Il se referme au-dessus du tube neural et se transforme en un épithélium. Cette structure épithéliale primitive sera à l'origine de la formation de l'épiderme. L'engagement des cellules de l'ectoderme dans le lignage neural, épithélial ou des crêtes neurales est principalement régulé sous le contrôle des voies de signalisation.

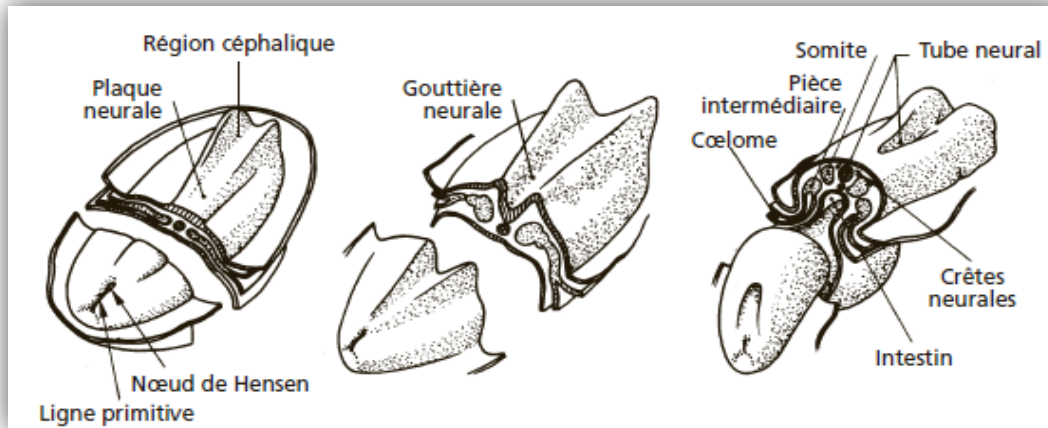


Figure 29. les étapes de la neurulation chez l'embryon humain

## 2-Destinée des feuillets embryonnaires

Le développement des organes s'effectue, de la même façon chez tous les vertébrés, à partir des trois feuillets embryonnaires (tableau 01)

Tableau 1 : Récapitulatif simplifié du devenir des feuillets embryonnaires chez les Vertébrés

Feuillets embryonnaires		Devenir
Ectoblaste	Neuroectoblaste (tube neural)	Nevraxe (vésicules céphaliques - moëlle épinière)
	Crêtes neurales	Ganglions nerveux - Médullosurrénale
	Epiblaste	Epiderme- glandes cutanées - anthéhypophyse
Mésoblaste	Matériel préchordal	Mésenchyme du crâne
	Mésoblaste axial (chorde)	Axe temporaire de la colonne vertébrale
	Mésoblaste para-axial (épimère-«somites »)	Vertèbres - muscles striés du tronc
	Mésoblaste intermédiaire (mésomère)	Rein- médulla de la gonade - corticosurrénale
	Mésoblaste latéral (Hypomère)	Splanchnopleure
	Somatopleure	Cortex de la gonade - squelette des membres- muscles striés de la face et des membres
Endoblaste		Epithéliums : tube digestif - thyroïde - glandes annexes (glandes salivaires - pancréas - foie)

## IV- Délimitation : annexes des oiseaux

### 1.Introduction

L'œuf de poule est Hétérolécithe, sa formation au a lieu dans l'ovaire a raison d'un œuf par jour. Le développement embryonnaire se déroule en deux phases :

Phase I : intra-utérin et phase II :extra-utérin.

#### Phase I : intra-utérin

Après l'ovulation l'œuf des oiseaux est fécondé au niveau de l'oviducte avant la formation de la coquille.

Après la fécondation l'œuf se délance dans l'oviducte et commence sa segmentation 5heurs après la fécondation.

24 hures après la fécondation l'œuf de les oiseux est pondus ce processus est appelée « ponte ovulaire ». À ce stade commence la deuxième phase du développement.

#### Phase II : extra-utérin

Après la ponte ovulaire la poule couvre ces œufs, ce phénomène est appelée « incubation » , il est utilisée pour mesurer les reçus relatives aux différentes étapes du développement embryonnaire de l'oiseau.

#### 2-Les étapes du développement embryonnaire de l'oiseau

-**Segmentation** : a la fin de la segmentation à lier a deux heurs d'incubation.

-**La gastrulation** : elle débute à deux hures d'incubation et se termine à 28hure d'incubation.

-**La Neurilition** : elle débute avent la fin de la gastrulation a 20hure d'incubation et se termine a 44 hure d'incubation.

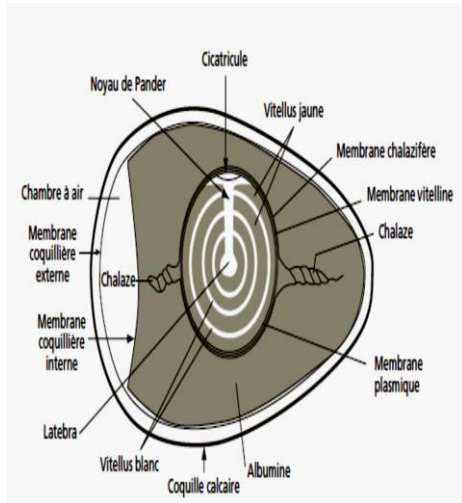


Figure 30. l'œuf d'oiseaux

Repères anatomique		Fonctions	Temps	
OVAIRE	Dimension (cm)	Follicules	Dépôt du jaune	10j
	7		Ovulation	0
OVIDUCTE	9	Infundibulum	Fécondation	20 min
	33	Magnum	Dépôt du blanc	3h30
	10	Isthme	Dépôt des membranes coquillières	1h15
	10	Utérus	Dépôt de la coquille	21h
	10	Vagin	Expulsion de l'œuf (oviposition)	

Figure 31. La cinétique des dépôts et lieu de formation de l'œuf de la poule

Après avoir réalisé toutes les étapes de développement embryonnaire, l'embryon de la poule doit développer des structures pour lui permettre d'être utilisé continuellement de son œuf, ces structures sont appelées « annexes extra-embryonnaires ».

### 3-Formation des annexes extra-embryonnaires

#### 3.1 Définition des annexes extra-embryonnaires

Se sont des formations d'origine ectodermique ou endodermique, ce se développer hors l'embryon qui vont servir à le mettre en contact le vitellus, on distingue trois annexes embryonnaires :

- 1-Vésicule vitelline. 2-Cavité amniotique. 3-Allantoïde.

**3.1.1 Vésicule vitelline** elle est formée par les tissus endodermiques embryonnaires, se prolonge à l'intérieur de l'embryon et s'installe sur la surface de vitellus ce qui forme la vésicule vitelline.

Pendant ce temps le mésoderme embryonnaire se développe hors l'embryon et se constitue par deux feuillets séparés par un coelome vide :

Un feuillet interne et un feuillet externe qui vont former un faisceau sanguin qui met en contact la vésicule vitelline et l'embryon.

**3.1.2 Cavité amniotique** elle est d'origine ectodermique et mésodermique, c'est le résultat de la soudure de deux plis, un pli ectodermique double de la feuillet interne (somatopleur) dans la région intérieure et un pli ectodermique double de la somatopleur dans la région

postérieur, ce ci donne naissance a une cavité qui enveloppe l'embryon et l'isole du milieu extérieure, le feuillet externe de la cavité protège l'embryon des changent du milieu externe, il est appelée « amnios » **3.1.3Allantoïde** elle est d'Origène endodermique, c'est une phase qui progresse pour occupe tous le cœlome qui existe a l'intérieur de l'œuf.

### 3.1.3.1 Fonctions de l'allantoïde

**Respiratoire** : Le feuillet mésodermique qui double l'allantoïde, la splanchnopleure extraembryonnaire, est vascularisé et s'applique contre la séreuse.).

**Nutritive** : L'allanto-chorion est un site d'absorption d'une partie des sels de  $Ca^{++}$  de la coquille à laquelle il est accolé.

**Excrétrice** : L'allantoïde accumule les déchets éliminés par les reins (la vessie).

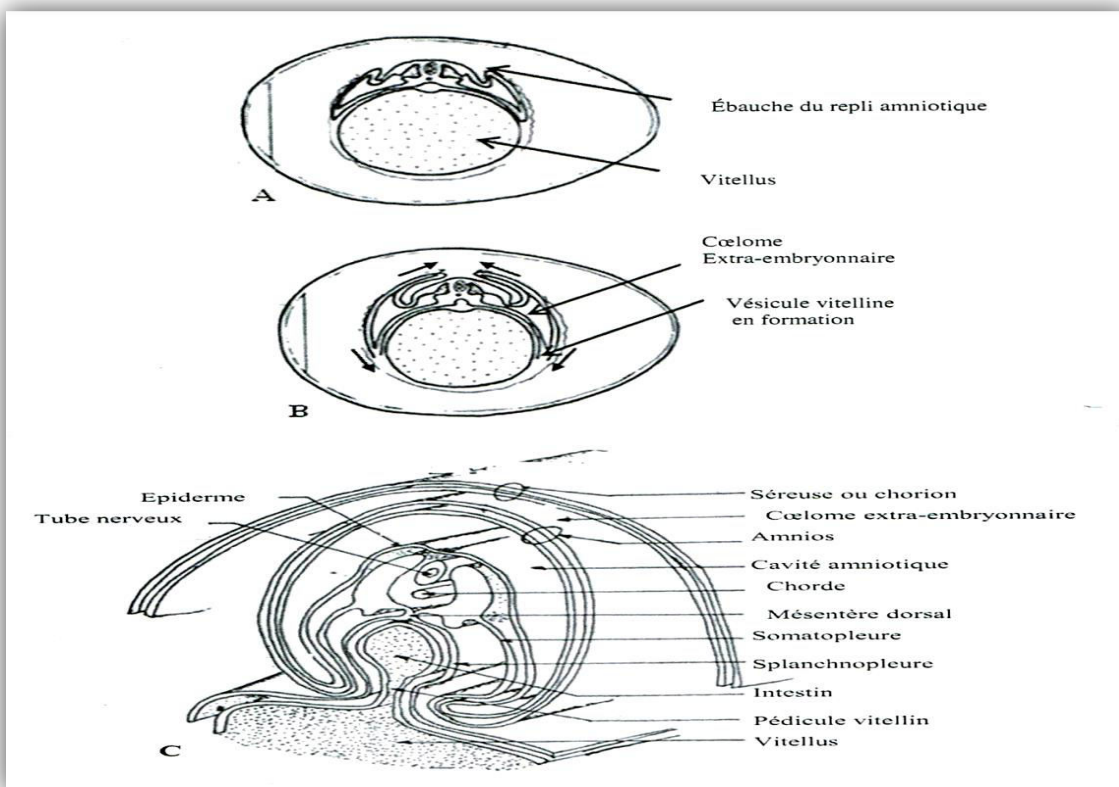


Figure. 32 formations des annexes embryonnaires

## VII- Particularités de l'embryologie humaine

(Cycle, nidation, évolution annexes, placenta)

### 1- Cycle menstruel

Chez la femme, l'activité de l'ovaire es mise en évidence extérieurement par l'apparition périodique( en moyenne 28jours) d'un saignement, du à la desquamation d'une partie de la muqueuse utérine, appelé menstruation ou règle , cet événement se répète avec une grande régularité quand l'ovulation n'est pas suivie de fécondation. Le premier jour des menstrues coïncide avec le premier jour du cycle ovarien. Les cycles succèdent de la puberté à la ménopause et ils ne sont interrompus que lors d'une fécondation ou d'une gestation.

### 2- Cycle ovarien

L'ovaire, constitué d'une zone corticale (cortex) et d'une zone médullaire (médulle), a une double fonction, exocrine ( formation du gamète femelle), et endocrine( élaboration des hormones femelles) , comporte 3 grandes phases distinctes :

- la phase folliculaire
- l'ovulation
- la phase lutéale

#### 2.1 La phase folliculaire

C'est la phase de folliculogénèse (ou croissance folliculaire).

Cette phase s'étend du 1er jour du cycle (1er jour des règles) jusqu'à l'ovulation qui a généralement lieu le 14è jour d'un cycle idéal de 28 jours. Sous l'influence d'une hormone sécrétée par l'hypophyse, la FSH, les petits follicules disponibles dans les ovaires en début de cycle (les follicules préantraux) vont entamer leur croissance et leur développement. Dès que les follicules sont assez gros, ils commencent à sécréter des oestrogènes, dont le taux va commencer à augmenter dès le 5e jour du cycle. Ces oestrogènes vont alors diminuer la synthèse de la FSH par l'hypophyse (rétrocontrôle négatif) et la plupart des follicules, qui ne sont plus stimulés par cette FSH vont commencer à dégénérer (l'atrésie folliculaire). Seul un follicule (en général), le plus sensible à la FSH, va poursuivre sa croissance et arriver à maturation à la fin de cette phase. C'est le follicule dominant, qui à maturité, portera le nom de follicule de de Graaf. Pendant ce temps, au niveau de l'utérus, sous l'influence des oestrogènes, l'endomètre qui avait été éliminé lors des règles, commence à se régénérer : c'est la phase proliférative.

#### 2.2 L'ovulation

Dès que le taux d'oestrogène atteint un seuil (généralement entre 300 et 350 pg/ml), il stimule la sécrétion de LH par l'hypophyse. Le taux de cette hormone augmente alors rapidement (c'est le pic de LH), et déclenche l'ovulation proprement dite, qui survient en moyenne 36 à 48h après le début de ce pic. L'ovulation est une période de courte durée (en moyenne 48 heures) qui se caractérise par la libération de l'ovocyte mature par l'ovaire et sa captation par l'ampoule de la trompe de Fallope.

### 2.3 La phase lutéale

Cette phase s'étend de l'ovulation à l'arrivée des règles, Sa durée est relativement constante et peu variable, de 12 à 16 jours. Elle est caractérisée par 2 phénomènes :

La formation et ensuite la dégénérescence du corps jaune : le follicule de Graaf qui a libéré l'ovocyte mature va se remplir de sang (follicule hémorragique) et ses cellules vont se modifier. Il va dès lors sécréter principalement de la **progestérone** (et aussi un peu d'oestrogènes) qui atteint un pic maximal vers le 9e jour post-ovulatoire. En l'absence de fécondation et nidation, le corps jaune va commencer à régresser dès le 9e jour qui suit l'ovulation et le taux de progestérone et des œstrogènes vont diminuer. Le développement de l'endomètre qui se prépare à une éventuelle nidation : sous l'action de la progestérone, la paroi de l'endomètre s'épaissit et se vascularise (**phase sécrétoire**). En l'absence de nidation, suite à la chute de la progestérone, cette paroi va être éliminée en fin de cycle, ce qui déclenche des saignements : les **menstruations**.

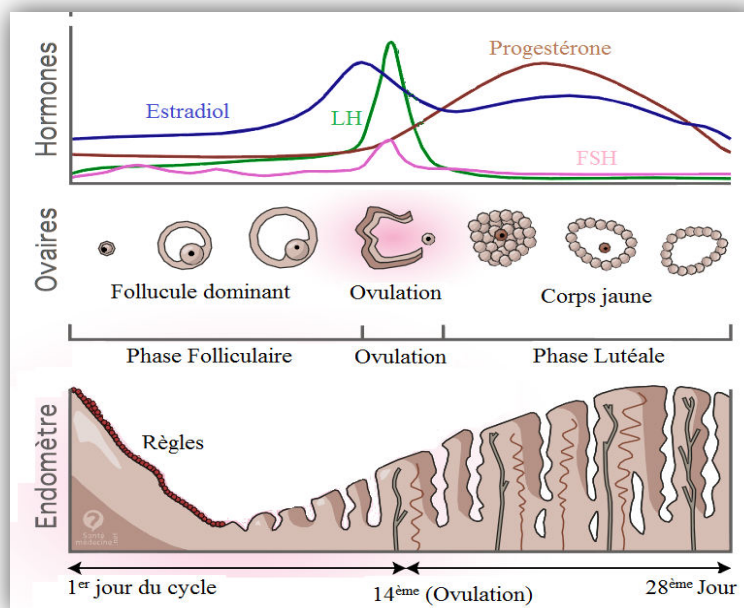


Figure 33. le cycle ovarien et le cycle utérin

La première semaine du développement embryonnaire correspond à la période pré-morphogénétique : la fécondation, la segmentation et la formation du blastocyste.

- l'œuf de l'homme (et des mammifères) est de type oligolécithe et la segmentation est totale (holoblastique) subégale.
- Le germe mène une vie libre et se déplace vers la cavité utérine.
- Au bout de 04 jours les divisions se succèdent jusqu'à l'obtention d'une masse cellulaire formée de cellules périphériques de petite taille entourant des cellules centrales de grande taille (macromères): c'est le **stade morula**.

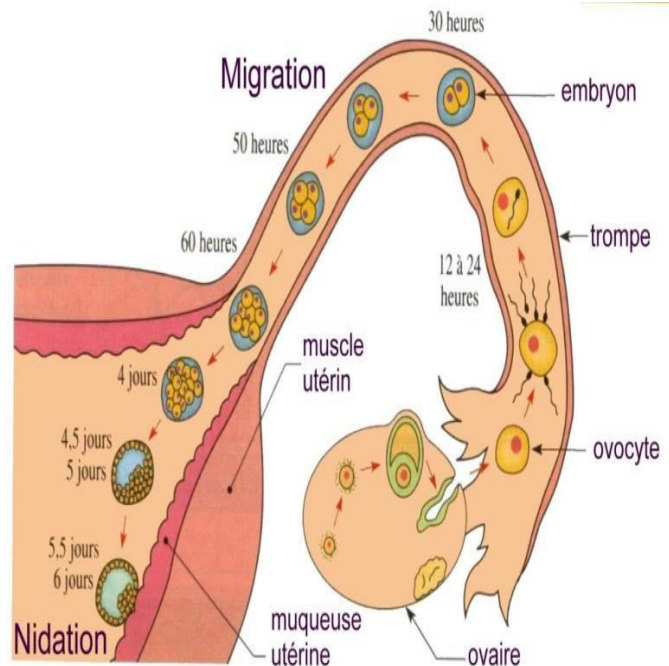


Figure 34. La première semaine du développement embryonnaire

- Au 5<sup>ème</sup> jour, la morula se creuse d'une cavité donnant le **blastocyste** formé de 03 parties:
- Des cellules périphériques: le **trophoblaste**.
- Des cellules centrales (ou internes): le **bouton embryonnaire** qui va donner l'embryon.
- **Une cavité**: le blastocœle (=lécithocœle) rempli d'un liquide.

Le blastocyste est alors libre dans la cavité utérine vers le 6ème jour du développement, la zone pellucide ayant subi une digestion enzymatique : c'est l'**éclosion** du blastocyste.

Du tiers externe de la trompe, lieu de la fécondation, l'embryon est transporté vers la cavité utérine. Cette migration tubaire est favorisée par :

- Les battements des cils de l'épithélium tubaire.
- Le flux du liquide péritonéal.
- Les mouvements péristaltiques de la musculuse de la trompe.

*Il est à noter que la zone pellucide facilite également la migration tubaire de l'embryon.*

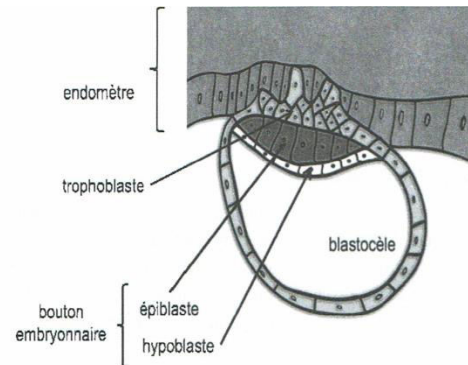


Figure 35. blastocyste en cours d'adhésion par son pole embryonnaire

### Les rôles du trophoblaste:

- Rôle **protecteur**: isole le milieu interne embryonnaire
- Rôle dans **l'éclosion du blastocyste**:
  - en augmentant le volume du blastocèle
  - sécrétion d'enzymes destinés à lyser la zone pellucide
- Rôle **nutritionnel vis à vis du jeune embryon, filtrant les éléments, exercé par l'intermédiaire** des pôles apicaux des cellules.
- Rôle endocrine par la sécrétion d'HCG (Gonadotrophine Chorionique Humaine) très précoce. Sa sécrétion débute dès que le blastocyste quitte la ZP, elle apparait dans le sang  $8 \pm 1$  jours après la fécondation) C'est une hormone analogue à la LH. Permet le maintien du corps jaune: transformation d'un corps jaune cyclique, en un corps jaune gestatif.
- Participation à la formation du placenta

- Rôle dans la tolérance immunologique de la grossesse (en jouant dans la formation du placenta).
- Rôle dans l'adhésion à l'épithélium utérin et dans l'invasion de l'endomètre.

Au cours de *La Deuxième semaine* du développement embryonnaire, **État préalable de la paroi utérine :**

La fixation du blastocyste à l'épithélium utérin a lieu au 7<sup>ème</sup> jour de la grossesse, soit au 21<sup>ème</sup> jour du cycle menstruel

## **2-Mécanismes et aspects morphologiques de la nidation**

c'est **l'implantation** de l'embryon à l'intérieur de l'endomètre utérin préparé par les sécrétions hormonales du corps jaune (œstrogène et progestérone), le blastocyste se libère d'abord de la zone pellucide, puis par apposition et adhésion se fixe à l'endomètre. Le trophoblaste se différencie en syncytiotrophoblaste externe et cytotrophoblaste interne. Les enzymes secrétés par syncytiotrophoblaste détruisent l'épithélium utérin, le tissu conjonctif puis le paroi des capillaires sanguins. Au 9<sup>ème</sup> jour, l'embryon est totalement nidé et l'épithélium est reconstitué entre les 13<sup>ème</sup> jours et les 15<sup>ème</sup> jours, le syncytiotrophoblaste et le cytotrophoblaste seront à l'origine de l'annexe la plus externe : le chorion, futur placenta fœtal.

## **3.Evolution des annexes, placenta**

### **3.1 Évolution de l'amnios**

Établi par plissement ou par cavitation, il délimite une cavité où baigne l'embryon, emplit d'un liquide riche en fructose et en hormones comme l'œstradiol et qui atteint chez l'homme une contenance de 1 à 1,8 litres à la naissance. L'emploi d'isotopes radioactifs permet de montrer que ce liquide est continuellement absorbé par l'embryon par voie buccale et évacué vers l'allantoïde par les reins. À mesure que se développe l'amnios, le cœlome extra-embryonnaire se réduit et l'amnios s'accrole au chorion sur une étendue de plus en plus grande

### **3.2 Évolution de la vésicule vitelline**

Chez l'Homme, c'est une poche qui reste très réduite, elle a sans doute un rôle respiratoire au début du développement, en raison de son importante circulation sanguine.

### 3.3 Évolution de l'allantoïde

Son importance relative par rapport à la vésicule vitelline varie avec les espèces. Dans l'espèce humaine, son développement atteint son maximum au bout de 2 à 3 semaines de gestation, puis il y aura oblitération. Dans tous les cas se développent dans sa paroi splanchnopleurale, des vaisseaux allantoïdiens qui vont coloniser le chorion et le vasculariser. La participation de l'allantoïde à la formation du placenta constitue une caractéristique des Mammifères placentaires (**placentation allanto-chorionique**).

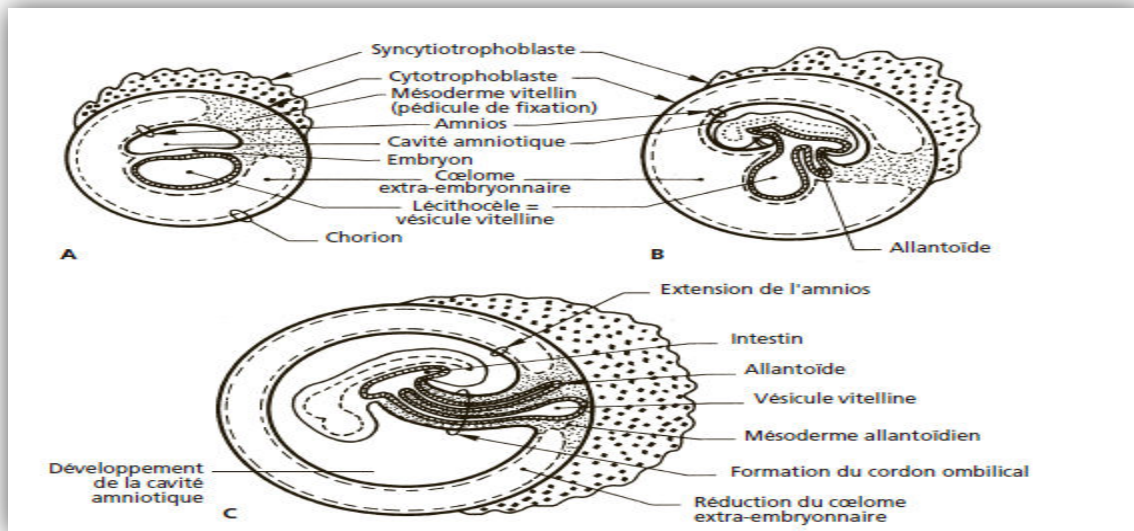


Figure 36. formation des annexes embryonnaires chez un embryon de mammifère

### 4 .Développement du placenta

Il comprend deux faces : la face fœtale représentée par le chorion vascularisé interne et l'amnios externe. la face maternelle est représentée par des pseudo-cotylédons

Sur coupe histologique, le placenta est formé sur sa face fœtale d'une plaque chorial (chorion et amnios), de chambres intervillieuses et de troncs villositaires ramifiés. Chaque tronc occupe une pseudo-cotylédon et est séparé du reste par septum du côté maternel la plaque basale est formé par syncytiotrophoblaste et la caduque basale.

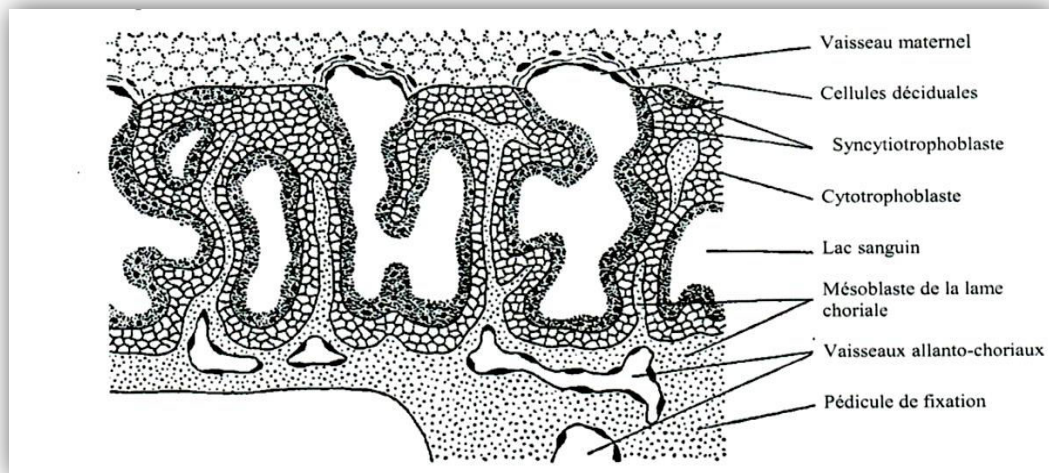


Figure 37. structure du placenta à la fin de 3<sup>eme</sup> semaine du développement embryonnaire

#### 4.1 Fonction de placenta

- Lieu d'échanges respiratoire et nutritif et le lieu d'excrétion.
- Défense immunitaire du fœtus grâce au passage des anticorps maternels
- Barrière sélective contre les médicaments les drogues, l'alcool.....
- Contrôle endocrinien de la gestation
- Prend le relais du corps jaune gestatif au 3eme mois (synthèse de progestérone et œstrogènes) .
- Sécrétion l'hormone chorionique Gonadotrophique HCG.

*Deuxième partie*

*Histologie*

## 1. Introduction

**\*histologie** (**Histo** du grec histos : un tissu ; **logie** du grec logos : science ou discours) générale est l'étude de l'association des cellules pour former des tissus, L'histologie utilise comme outil le microscope photonique du coupes fines et colorées des organes vitale.

Le terme de tissu désigne un ensemble de cellules ayan même origine et leur morphologie semblable et qui participent une fonction commune, Les tissus sont constitués de cellules et de matrice extracellulaire. Un tissu peut être un tissu simple ou un tissu composé. Les tissus animaux sont classés en 4 types , simples ou **primaires** peuvent être distingués :

### 2. tissus simples et tissus composes

Il est classique de distinguer:

#### 2.1 les tissus simples

Ils correspondent à 4 entités facilement identifiables, nécessaires mais suffisantes, pour constituer l'ensemble des êtres vivants. Il s'agit :

- **Du tissu épithélial**
- **Du tissu conjonctif**
- **Du tissu musculaire**
- **Du tissu nerveux**

#### 2.2 les tissus composés, ou spécialisés

Au plan fonctionnel, les tissus simples ne peuvent être considérés isolément. Ils subissent des niveaux de différenciation variables suivant leur localisation. Ils sont en contact avec un environnement matriciel qui se modifie .En bref s'il n'existe que 4 tissus simples, leur combinatoire locale dirigée aboutit à des tissus spécialisés, avec de grandes différences morpho-fonctionnelles : Cortex rénal, rétine visuelle, muqueuse intestinale, tube séminifère, etc.

*L'identification du tissu composé tient donc compte de sa localisation topographique et de sa spécificité fonctionnelle.*

## I -L'épithélium de revêtement

### 1.Généralité

Le terme épithélium signifie un tissu formé de cellules jointives (juxtaposées). Le tissu épithélial est subdivisé en deux groupes principaux :

a- **Les épithéliums de revêtement (ou de surface)** : ils forment un revêtement sur la totalité des surfaces externes et internes de l'organisme.

b- **Les épithéliums glandulaires** : ils sont constitués par des cellules spécialisées dans les sécrétions externe et interne.

### 2. Définition de l'épithélium de revêtement

-Les épithéliums de revêtement sont constitués par des cellules adjacentes associées par des jonctions cellulaires serrées

-Les épithéliums sont toujours avasculaires (les exceptions sont rarissimes).

-Les épithéliums recouvrent le tissu conjonctif (toujours dérivé du mésoblaste) et le protègent. Mais simultanément le tissu conjonctif lâche apporte aux épithéliums la vascularisation et les terminaisons nerveuses

-En effet les épithéliums reçoivent du **conjonctif sous-jacent** (souvent appelé **chorion**) la composante trophique qui leur est nécessaire, qu'il s'agisse des éléments nutritionnels nécessaires au métabolisme des cellules épithéliales, qu'il s'agisse de nombreux facteurs de signalisation ayant vocation de facteurs de croissance ou de différenciation, qu'il s'agisse d'une composante nerveuse et de la diffusion de neuromédiateurs, etc. Sans aucune exception, tous les épithéliums sont séparés du chorion conjonctif sous jacent par une

- **lame basale** (description morpho-fonctionnelle ultérieure)

dont les différentes composantes sont sécrétées à la fois par les cellules épithéliales et par le tissu conjonctif adjacent. Le rôle des lames basales est essentiel pour expliquer certains mécanismes de différenciation.

- recouvrant une surface, interne

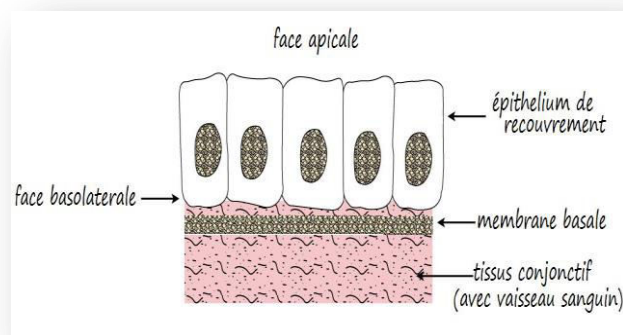


Figure 1. schéma d'un épithélium

ou externe, de l'organisme

### ●Jonctions cellulaires

Desmosomes dans tous les épithéliums -Complexes de jonctions dans les épithéliums de revêtement (rôle d'étanchéité) : jonction serrée : 1 , jonction intermédiaire : 2 , desmosome : 3, jonction communicante : 4

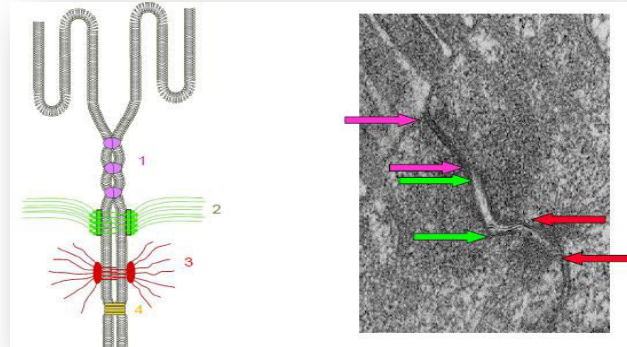


Figure2. Complexes de jonctions dans les épithéliums de revêtement

### 3. Classification morphologique des épithéliums de revêtements

La classification morphologique des épithéliums de revêtements fait appel à trois critères : la des cellules superficielles, le nombre de couches superficielles, la présence de spécialisation de surface comme les cils ou la kératine

#### 3.1 Forme des cellules superficielles



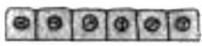


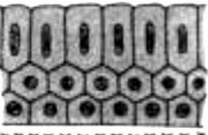
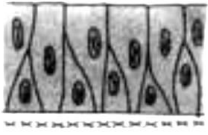

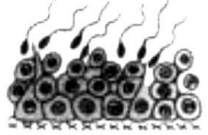

- a)- *Cellules pavimenteuses* Ce sont des cellules plates, polygonales à contour irrégulier, possédant un noyau central.
- b)- *Cellules cubiques* leurs cellules superficielles sont aussi larges que haute.
- c)- *Cellules prismatiques ou cylindriques*, dont les cellule les plus superfocielles sont plus hautes que larges.

#### 3.2 Nombre de couches cellulaires

- a)- *Un épithélium simple* comporte une seule couche de cellule dont le pôle apical est en contact avec la lumière de la cavité qu'il borde.
- b)- *Un épithélium stratifié* est formé de plusieurs assises de cellules superposées ; la couche la plus profonde, représente généralement la couche germinative ou de régénération.
- c)- *Un épithélium pseudostratifié* contient des cellules qui sont toutes en contact avec la lame basale, mais qui n'atteignent pas toute sa surface.

**3.3 Nature des structures superficielles** Ces structures sont des: substances chimiques recouvrant l'épithélium (cuticule, kératine); spécialisations de la surface apicale (surface libre) des cellules superficielles de l'épithélium(cils vibratiles, plateau strié, etc.).

**Tableau 1 : les différents types d'épithélium de revêtement**

Nombre de couches de cellules / Forme des cellules	Épithéliums simples (1 seule couche de cellules)	Épithéliums stratifiés (plusieurs couches de cellules)	Épithéliums pseudo-stratifiés (noyaux étagés, mais toutes les cellules reposent sur la lame basale)
Épithéliums pavimenteux (cellules plus larges que hautes)	 Ép. pavimenteux simple	 Ép. pavimenteux stratifié	
Épithéliums cubiques (cellules aussi hautes que larges)	 Ép. cubique simple	 Ép. cubique stratifié	
Épithéliums prismatiques (cellules plus hautes que larges)	 Ép. prismatique simple	 Ép. prismatique stratifié	 Ép. prismatique pseudo-stratifié
Épithéliums particuliers où les cellules ont des formes trop variées pour entrer dans la classification précédente	 Épithélium interne de la capsule de Bowman du rein	 Épithélium des tubes séminifères du testicule	 Épithélium polymorphe des voies urinaires excrétrices ou urothélium

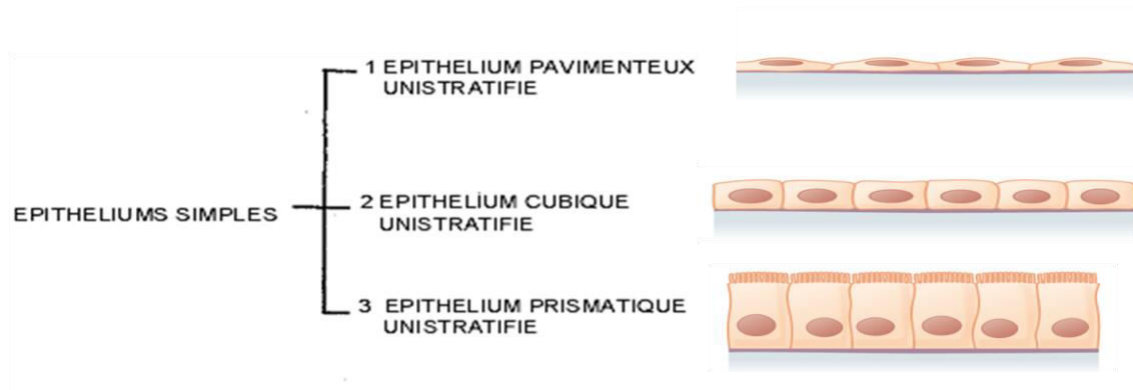
#### 4. Différents types d'épithéliums de revêtement

##### A. Épithéliums simples

1. **Épithéliums pavimenteux simples** : ils comprennent qu'une seule couche des cellules aplaties, plus larges que hautes, à contour irrégulier reposant sur la lame basale qui les séparent du tissu conjonctif (chorion) sous jacent.

2. **Épithéliums cubiques simples** : formés d'une seule assise de cellules cubiques aussi hautes que larges.

3. **Épithéliums prismatiques simples** : les cellules sont plus hautes que larges. Ils peuvent être avec ou sans différenciations apicales



### B. Epithéliums pseudostratifiés :

1. **Epithélium prismatique pseudostratifié** : exemple, l'épithélium respiratoire pseudostratifié cilié à cellules à mucus.
2. **Epithélium pseudostratifié polymorphe** des voies excrétrices de l'urine (urètre, vessie...) dont l'aspect change suivant le degré de distension des voies urinaires auquel il doit s'adapter.

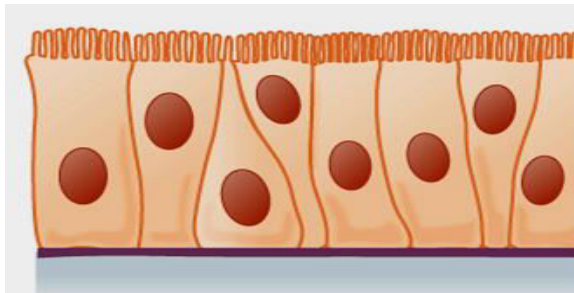


Figure3. épithélium pseudostratifié à cellules ciliées

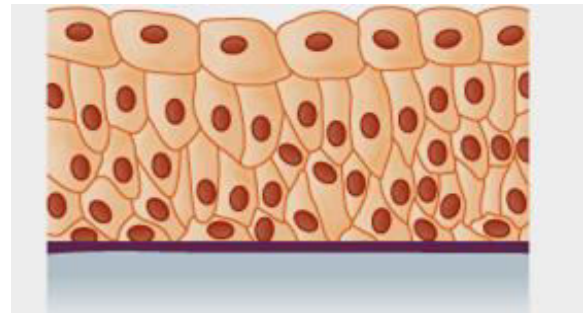


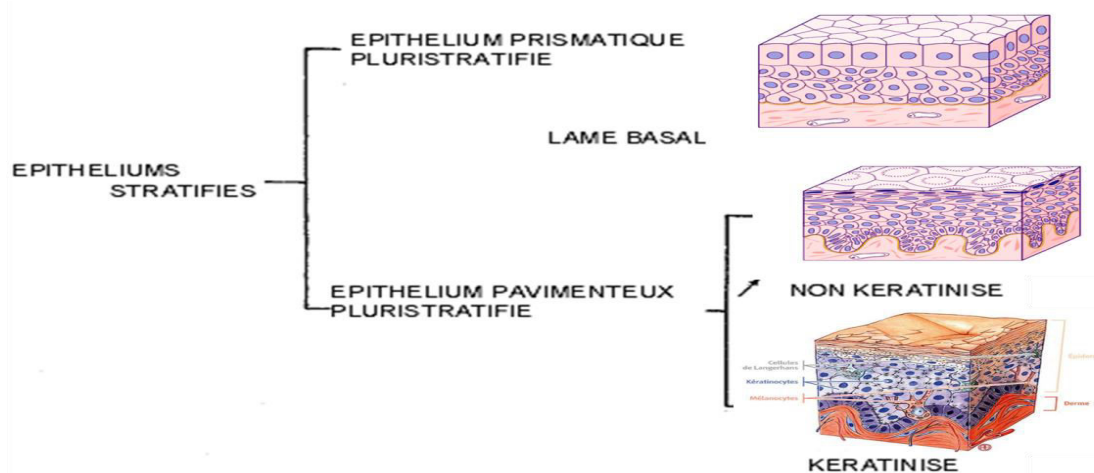
Figure4. épithélium pseudostratifié de transition

### C. Epithéliums stratifiés :

1. **Epithéliums prismatiques stratifiés** : ils possèdent une couche de cellules basales (couche germinative) qui se divisent et se transforment en cellules polyédriques, disposées sur plusieurs assises.
2. **Epithéliums pavimenteux stratifiés non kératinisés** dont les couches superficielles sont formées de cellules aplaties. Exemple : L'épithélium œsophagien et l'épithélium vaginal.
3. **Epithéliums pavimenteux stratifiés avec couche cornée** : il s'agit de l'épithélium cutané ou épiderme, caractérisé par la transformation progressive de ses cellules qui aboutissent à la

différenciation des cornéocytes, cellules anuclées et chargées de kératine dans les couches superficielles.

**4. Epithéliums cubiques stratifiés** : rare, par exemple, canaux excréteurs de glandes sudoripares.



## 5. Fonction des épithéliums

### A- Fonction de protection

1) Protection mécanique Ex.: Epiderme (du fait de sa kératinisation) : résistance aux chocs. 2) Protection physique Ex.: Epiderme (du fait de la sécrétion de mélanine par les mélanocytes) : protection contre les réactions provoquées par l'exposition aux radiations solaires.

3) Protection chimique Ex.: Epiderme (grâce à la kératine, aux lipides et phospholipides de la membrane plasmique des cellules épidermiques) : protection contre la pénétration de substances (comme l'eau par exemple).

**B- Fonction d'absorption** Ex. : Entérocytes de l'épithélium intestinal : absorption des lipides, des glucides...

**C- Fonction de mouvement** Lorsque l'épithélium est muni de cils. Ex.: Epithélium respiratoire : déplacement du tapis muqueux, des trompes utérines.

**d. Rôle de réception sensorielle** : grâce à la présence des cellules sensorielles site de réception des informations sensibles provenant du milieu extérieur (tact, température, douleur).

**E. Rôle de renouvellement** : grâce aux cellules souches caractérisées par leur état indifférencié, leur durée de vie longue et leur capacité de division.

## II. L'épithélium glandulaire

### 1. Définition

Comme les épithéliums de revêtement, les épithéliums glandulaires sont faits de cellules épithéliales étroitement juxtaposées et jointives. Mais leurs cellules sont spécialisés dans la fonction de sécrétion de produits qui vont être utilisés par l'organisme :

- soit pour assurer une fonction générale (digestion, sudation, etc....).
- soit pour réguler le fonctionnement d'autres cellules spécifiques, dites cellules cibles (action des hormones).

Ils peuvent soit tapisser les cavités glandulaires reliées à l'épithélium de revêtement qui leur a donné naissance (glandes exocrines), soit perdre cette connexion (glandes endocrines).

### 2. Classification

Les épithéliums glandulaires peuvent être classés selon plusieurs critères. On distingue ainsi

#### 2.1 Selon le lieu de sécrétion

- a. Glande endocrine :** elles déversent leur produit de sécrétion, appelé hormone, dans les capillaire sanguins directement sans canal excréteur. L'hormone est ensuite transportée vers les organes cibles.
- b. Glande exocrine :** dont les sécrétions se portent vers le milieu extérieur ( ou dans une cavité de l'organisme en continuité avec le milieu extérieur) , par canal excréteur
- c. Glandes amphicrines :** ce sont les glandes avec les deux modalités de sécrétion (exocrine et endocrine à la fois), exemple : le pancréas.

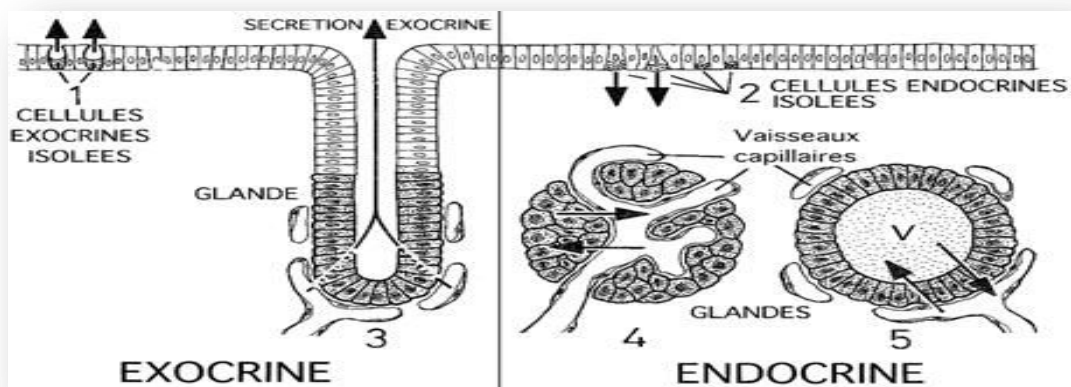


Figure 5. les glandes exocrine et endocrine

## 2.2 Selon la nature du produit de sécrétion :

**a. Les glandes séreuses** : sécrètent de substances de nature séreuse (aqueuse).

**B. Les glandes muqueuses** : sécrètent de substances de nature muqueuse (visqueuse).

**C. Les glandes mixtes** : elles peuvent être :

- Soit muco-séreuses dont la partie muqueuse prédomine (les glandes sublinguales).
- Soit séro-muqueuses dont la partie séreuse prédomine (Les glandes sous-maxillaires et sous mandibulaires).

## 2.3 Selon l'organisation anatomique des glandes

**a. Les glandes unicellulaires**, cellules isolées dans un épithélium de revêtement qui ont des propriétés sécrétrices.

**b. Les glandes pluricellulaires** formées de nombreuses cellules et qui, elles-mêmes, sont classées suivant leur complexité et le mode d'agencement de leurs cellules en glandes simples ou composées.

**2.4 Selon la forme de la portion sécrétrice, la glande est dite:** Les glandes tubuleuses, acineuses ou alvéolaire.

## 2.5 Les glandes exocrines

Sont des glandes les plus simples correspondent à des invagination de l'épithélium superficiel et sont faciles à identifier , sont libèrent leur contenu au niveau de la surface d'un épithélium , ou par l'intermédiaire d'un canal excréteur

## 2.6 Mode d'excrétion des glandes exocrines

Il en existe trois :

- La sécrétion **méocrine** ( ou eccrine) correspond au processus d'exocytose et représente la forme sécrétoire la plus commune ; la plupart des produits sécrétés sont de nature protéique.
- La sécrétion **apocrine** consiste en la libération de vésicules libres, entourées par une membrane, à contours intacts, contenant le produit de sécrétion ; c'est un mode de sécrétion rare qui s'applique à la sécrétion de produit lipidique dans le sein et certaines glandes sudoripares
- La sécrétion **holocrine** correspond à la libération de la cellule sécrétoire dans son ensemble suivie de sa désintégration et de la libération du produit de sécrétion . elle existe essentiellement au niveau des glandes sébacées.

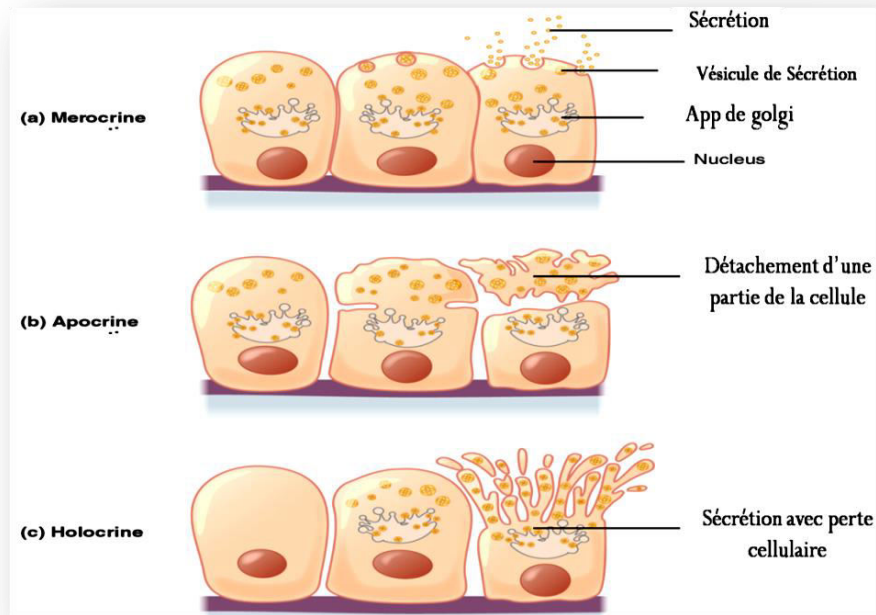


Figure 6. Mode d'excrétion des glandes exocrines

## 2.7 Classification des glandes exocrines

les glandes exocrines sont classées en deux types structuraux: les glandes exocrines unicellulaires et les glandes exocrines multicellulaires.

● **La glande unicellulaire:** glande ne possédant qu'une seule cellule, qui sécrète du mucus. Exemple: les cellules caliciformes des appareils digestif et respiratoire.

● **La glande multicellulaire:** glande composée de plusieurs cellules.

- **Simple:** canal unique dépourvu de ramifications.

**a. tubuleuse :** les cellules sécrétrices forment ensemble une structure de forme d'un tube allongé, soit droit (glande intestinale) ou contournée (glande sudoripare) ou ramifié (glande gastrique).

**b. alvéolaire :** les cellules sécrétrices forment ensemble une structure de forme sphérique à lumière importante (glande sébacée).

**c. acineuse :** la portion sécrétrice a la forme d'un petit sac arrondi à lumière réduite.

**d. tubulo-alvéolaire :** glande composée contenant des unités sécrétrices des deux formes. les éléments alvéolaires qui communiquent les uns avec les autres et constituent des chaînes d'alvéoles dont l'aspect général est vaguement tubulaire, exemple : la prostate.

- **Composée:** canaux pourvus de ramifications.

**a. Tubulaire:** la portion sécrétrice est tubulaire. Exemple: les glandes bulbo-urétrales (de Cowper), les testicules et le foie.

**b. Acineuse:** la portion sécrétrice est en forme de flacon. Exemple: les glandes salivaires (sublinguales et sous-maxillaires).

**c. Tubulo-acineuse:** la portion sécrétrice est à la fois tubulaire et en forme de flacon. Exemple: les glandes salivaires (parotides) et le pancréas

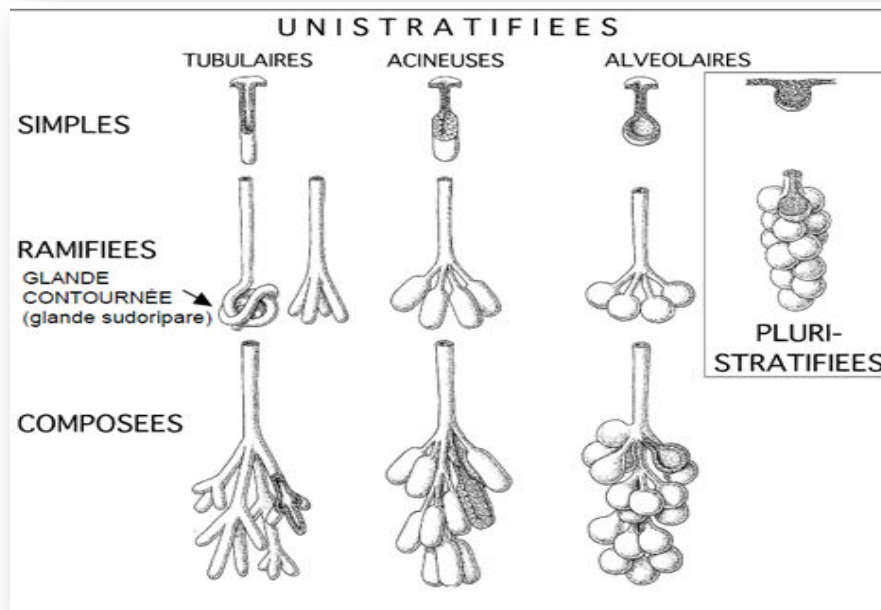


Figure7. les formes des glandes exocrines

#### 4. Glandes endocrines

Les glandes endocrines déversent leurs produits de sécrétion ; appelée hormone ; dans le sang. Elles possèdent donc une abondante vascularisation. Selon le plan morphologique on distingue :

**4.1. Glandes de type cordonnal ou trabéculaire :** Les cellules sont organisées en cordons épais séparés par des espaces conjonctivo-vasculaires riches en capillaires. Exemple : la glande surrénale.

**4.2. Glandes de type vésiculaire :** Les cellules délimitent des vésicules formées par un épithélium simple bordant une lumière large remplie de colloïde. Exemple : la glande thyroïde.

**4.3 Glandes de type mixte :** Ces glandes possèdent à la fois des travées cellulaires organisées

selon le type cordonnal et des vésicules. Exemple : la parathyroïde.

### **5. Glandes amphicrines**

Les glandes amphicrines sont des glandes qui sont à la fois exocrines et endocrines. Sur le plan morphologique on distingue :

**5..1. Les glandes amphicrines homotypiques :** Les cellules sécrétrices sont à la fois exocrines et endocrines. Exemple : les hépatocytes du foie.

**5..2. Les glandes amphicrines hétérotypiques :** La glande est formée de deux types cellulaires :

les unes sont exocrines, les autres endocrines. Exemple le pancréas qui possède des acini, responsables de la sécrétion exocrine pancréatique (enzymes digestives) et des îlots de Langerhans responsables de la synthèse des hormones endocrines (insuline et glucagon).

### III. Tissus conjonctifs

#### Définition

C'est le plus abondant des quatre types des tissus corporels. Il assure les fonctions de jonction et de soutien. Il s'agit de tissus doués d'un grand polymorphisme, mais présentant des points communs. Quelque soit leur localisation anatomique, ils comportent 03 constituants élémentaires suivants:

- Les cellules
- Les fibres
- Une substance fondamentale.

#### 1. Les cellules du tissu conjonctif

Il y a dans le tissu conjonctif :

- Des cellules fixes qui ont une **mobilité faible** ou **nulle** (les fibroblastes et les adipocytes).
- Des cellules **mobiles**, dites **libres** (cellule d'origine sanguine: macrophages, lymphocytes...).

##### a. les fibroblastes et les fibrocytes:

- Ce sont les cellules principales du tissu conjonctif. Le **fibroblaste** est une cellule fusiforme ou étoilée de 20 à 30µm de long, avec des prolongements cytoplasmiques ramifiés.
- Le noyau du fibrocyte est central, ovalaire; le cytoplasme apparaît riche en organites: RER, ribosomes libres et l'appareil de Golgi qui est bien développé.
- Ces cellules sont caractérisées par leur fonction **élaboratrice** des protéines et des polysaccharides qui sont les constituants macromoléculaires non seulement des fibres mais aussi de la substance fondamentale.

##### b. Les adipocytes:

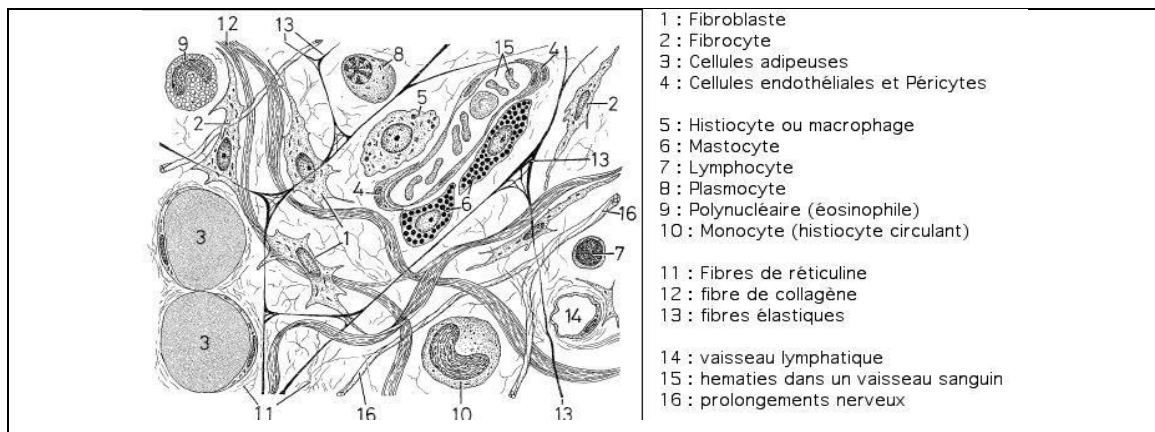
- Il s'agit d'éléments fixes dont le groupement constitue une variété de tissus conjonctifs, la plupart des adipocytes sont groupées dans le tissu adipeux.
- Ce sont des cellules spécialisées dans la mise en réserve des **lipides**.
- On distingue deux catégories d'adipocytes: les adipocytes de la **graisse blanche**, seuls présents chez l'adulte de l'espèce humaine, et les adipocyte de la **graisse brune**.

**c. Les macrophages:**

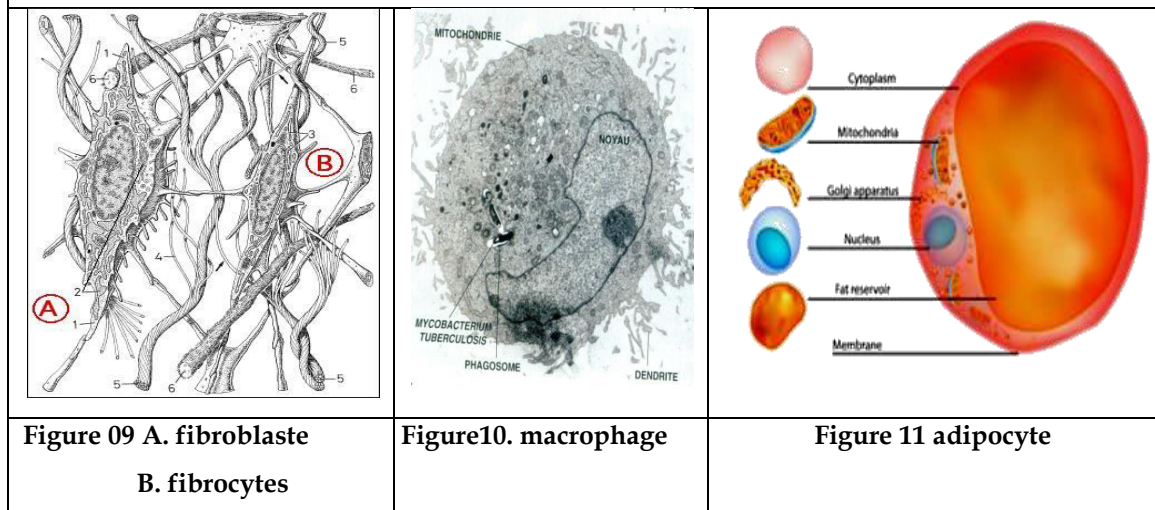
Ce sont des cellules polymorphes, prennent leur origine dans la moelle osseuse et transitent dans le sang sous forme de **monocytes** et exercent leur fonction de défense de l'organisme dans les tissus conjonctifs.

Ce sont de grosses cellules avec des prolongements cytoplasmiques (pseudopodes). Leur cytoplasme est riche en organites de synthèse de défense de l'organisme contre les agents étrangers.

Ils peuvent agir par: phagocytos - sécrétion de substances toxique - déclenchement de réactions immunitaires.



**Figure 08. les différents éléments de tissu conjonctif**

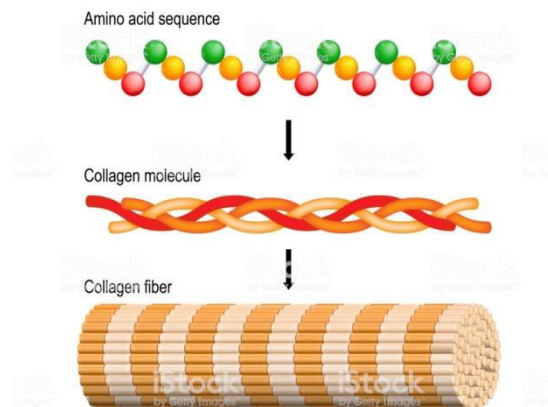


## 2. Les fibres

Chaque fibre, limitée par une membrane ou gaine de Henlé, est constituée d'un groupement de fibrilles unies les unes aux autres, qui sont elles même constituées d'un groupement de myofibrilles.

### a. Les fibres de collagènes

- Elles forment des trousseaux onduleux de fibres non anastomosées
- Elles sont longues, rubanées, elles se groupent en faisceaux se disposant parallèlement les unes aux autres, où sont entrecroisées.
- Le collagène est une protéine fibreuse insoluble synthétisée par plusieurs types cellulaires : fibroblastes du derme, chondrocytes du cartilage, cellules endothéliales et cellules musculaires lisses des parois vasculaires, kératocytes de la cornée, ostéoblastes des os.



- Elles sont extensibles mais non élastiques et donnent au tissu conjonctif sa résistance. Il y a actuellement 20 types de collagène. Les tendons et les ligaments sont formés par les fibres de collagènes de type I. les fibres de la substance fondamentale et du cartilage sont constituées du collagène du type II.

Figure 12. fibre de collagène

### b. Les fibres élastiques:

- Les fibres élastiques (ou fibres élastiques) sont caractérisées, comme leur nom l'indique par leur élasticité , Elles sont résistantes et extensibles, reprenant leur longueur initiale après un étirement.
- L'**élastine** est le principal constituant des fibres élastiques
- La capacité de synthétiser l'élastine est limitée au cours de la vie, l'élastogénèse étant maximale à la fin de la vie foetale et pendant les premières années du développement. Les fibres élastiques disparaissent ensuite chez

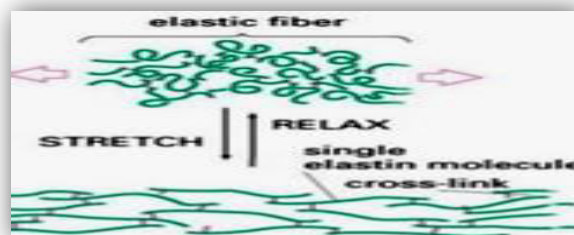


Figure13. fibre élastique

c. **Les fibres de réticuline** sont forme généralement des réseaux qui servent de support à différentes structures : muscles, capillaires, organes lymphoïdes, cellules hépatiques. Ce sont en fait des fibres collagènes de type III recouvertes par des glycoprotéines et des protéoglycannes.

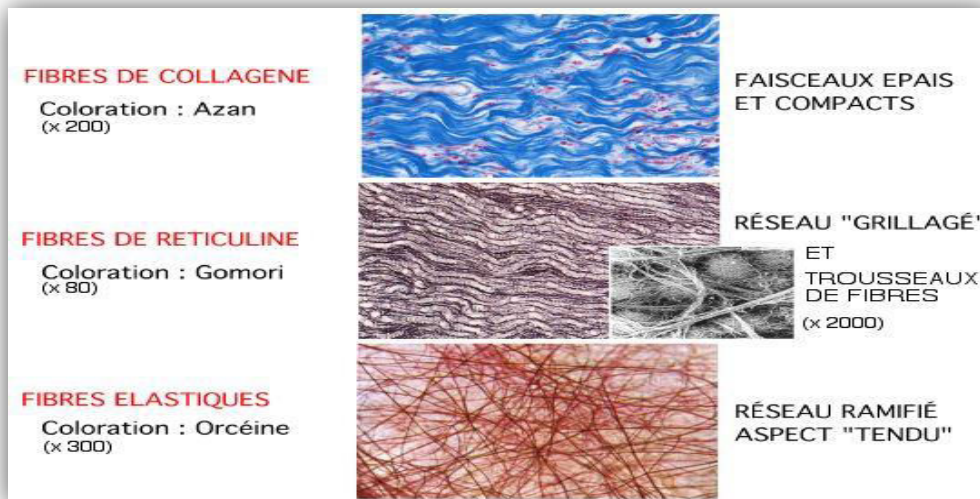


Figure14. les différents types de fibres de la substance fondamentale

### 3. La substance fondamentale

- IL s'agit d'une substance homogène, occupant les espaces compris entre les fibres et les cellules.

- Les cellules du tissu conjonctif baignent dans un milieu très riche en eau contenant de petites molécules dissoutes (sels minéraux, sucre, polypeptides..) et de volumineuses macromolécules protéiques.

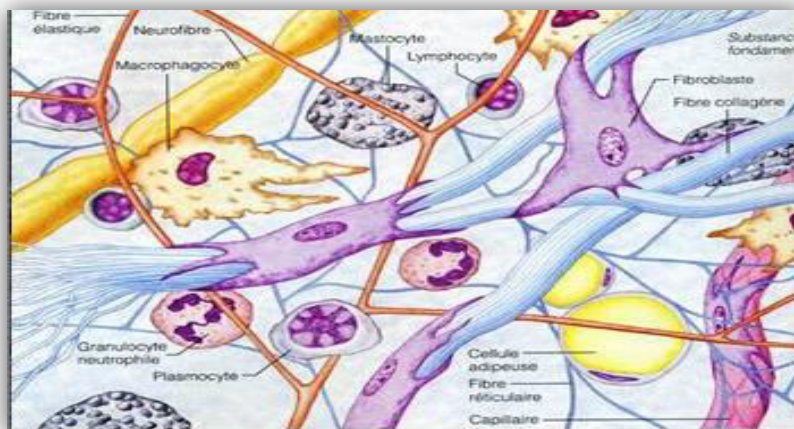


Figure 15. Structure du tissu conjonctif'

### 3. Fonction des tissus conjonctifs:

Selon sa localisation et son sous-type, le tissu conjonctif assure 3 fonctions principales :

- a) une **fonction de soutien et de cohésion**, liée à sa richesse en fibres.
- b) une **fonction nutritive et d'échange**, liée à sa richesse en matrice extracellulaire et en vaisseaux.
- c) une **fonction de défense**, liée à la présence de cellules immune dites de passage.

### 4. Classification des tissus conjonctifs

Les tissus conjonctifs sont classés selon les critères morphologiques, en fonction des proportions relatives de leurs constituants.

#### A- Tissu conjonctif embryonnaire

**1 - Le Mésenchyme** est présent dans l'embryon, il donne naissance à tous les autres tissus conjonctifs. Les cellules sont irrégulières, la substance fondamentale est semi-liquide et les fibres sont réticulées.

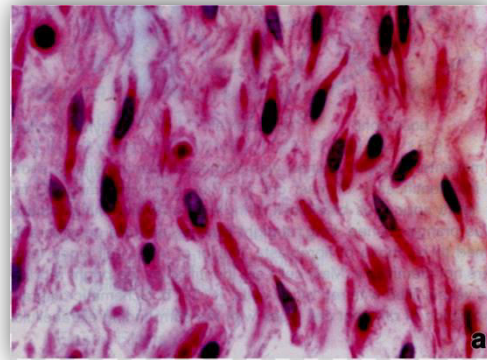


Figure16. le mésenchyme

**2- Le tissu conjonctif muqueux (mucoïde)** (la gelée de Wharton) se trouve dans le cordon ombilical. Il est très pauvre en cellules et très riche en matière fondamentale. **Les cellules** sont étoilées. La substance fondamentale est hydratée et gélatineuse. Les fibres sont des fibres de collagène, très fines et dispersées.

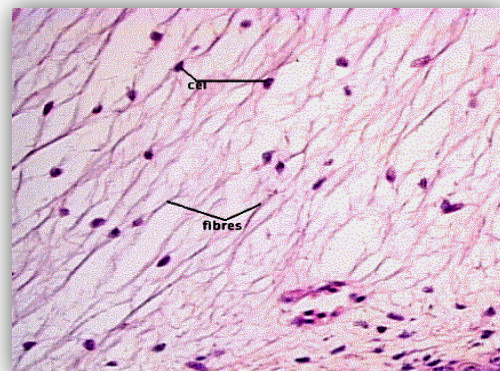


Figure17. mucoïde ( la gelée de wharton)

## B- Tissu conjonctif adulte

- 1- Tissu conjonctif lâche : Aréolaire, adipeux et réticulé
- 2- Tissu conjonctif dense : Régulier, irrégulier et élastique.
- 3- Sang, (le tissu hématopoïétique), le tissu lymphatique
- 4- Cartilage : Hyalin, fibrocartilage et élastique
- 5- Tissu osseux (os)

### 4.1. Le tissu conjonctif lâche

- Il s'agit de la variété la plus courante, se caractérise par une répartition harmonieuse des cellules, des fibres et de la substance fondamentale.

- Ils ont des rôles de soutien et de défense grâce aux macrophages et surtout métabolique: c'est en effet une voie de passage obligatoire pour les capillaires sanguins destinés à assurer la nutrition des tissus épithéliaux.

-Le tissu conjonctif lâche est très répandu dans l'organisme , On le trouve notamment dans la peau (derme superficielle), on le trouve également dans les masses musculaires, dans les voies respiratoires, voies du tube digestif et les voies génitales et urinaires. Ce tissu conjonctif contient de nombreuses cellules libres ainsi que les vaisseaux sanguins.

Certains tissus conjonctifs lâches sont très spécialisés, on distingue de ce fait les tissus **aléatoires**, les tissus **adipeux** et les tissus **réticulés**.

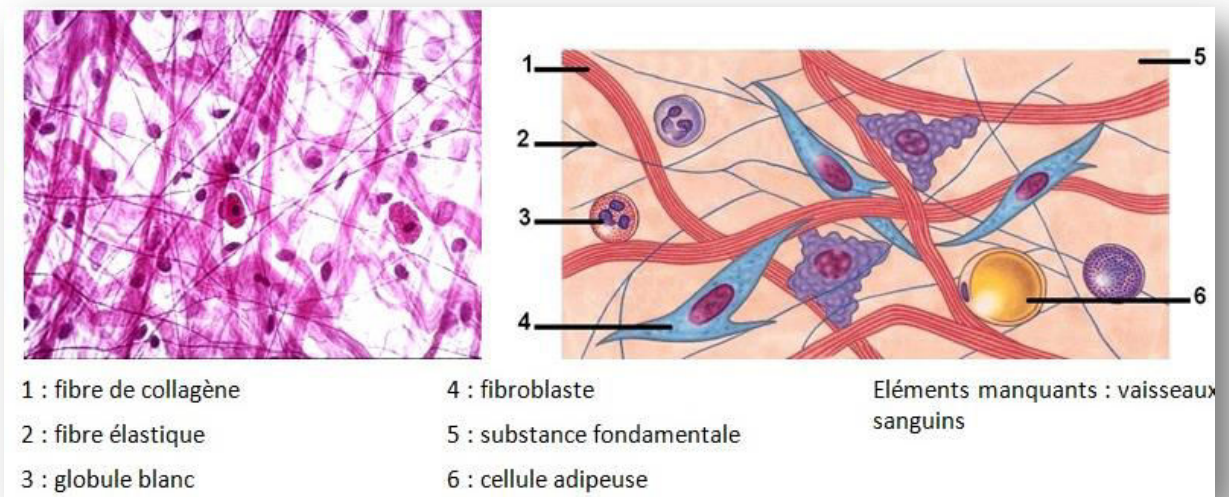


Figure18. le tissu conjonctif lâche

**a. Le tissu conjonctif lâche aréolaire**

Il se situe sous l'épithélium, entoure les glandes et les vaisseaux. Il est composé des divers types de cellules (fibroblaste avec un petit noyau sombre, macrophage avec un grand noyau pâle, mastocyte), des 3 types de fibres (fibre élastique, fibre collagène, fibre réticulaire) et la substance fondamentale est abondante, gélatineuse et permet la diffusion des nutriments, des métabolites,  $O_2$ ,  $CO_2$  Il joue un rôle mécanique de soutien, de nutrition par les vaisseaux qu'il achemine et de défense

de l'organisme par les cellules qu'il contient.

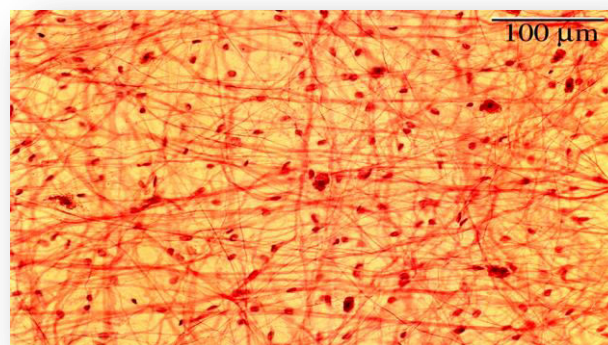


Figure19. Tissu conjonctif aréolaire

**b. Le tissu conjonctif lâche adipeux**

C'est un tissu conjonctif lâche à prédominance cellulaire. La plupart des tissus de soutien contient des cellules qui sont adaptées pour le stockage de la graisse; ces cellules, appelées adipocytes, sont dérivés de mésenchyme primitif où ils se développent en tant que lipoblastes. Les adipocytes sont trouvés isolément ou en amas lâches à travers les tissus de soutien ou peuvent constituer le principal type de cellule constituant le tissu adipeux.

Les graisses stockées dans les adipocytes proviennent de trois sources principales: les graisses alimentaires circulant dans le sang comme les chylomicrons, les triglycérides synthétisés dans le foie et transporté dans le sang, et les triglycérides synthétisés à partir du glucose dans les adipocytes. Le tissu adipeux, a un approvisionnement en sang riche.

Il existe deux principaux types de tissu adipeux:

- Le **tissu adipeux blanc** : Ce type de tissu adipeux représente jusqu'à 20% du poids total du corps dans des conditions normales de l'homme adulte et jusqu'à 25% chez les femmes. Il est distribué dans tout le corps en particulier dans les couches profondes de la peau. En plus d'être une réserve d'énergie importante, le tissu adipeux blanc agit comme un isolant thermique sous la peau et agit comme un coussin contre les chocs mécaniques dans des sites tels que les loges des reins.
- Le **tissu adipeux brun** : Ce type hautement spécialisée du tissu adipeux se trouve chez les mammifères, les nouveau-nés et des animaux hibernants, où il joue un rôle important dans la régulation de la température du corps. Seules de petites quantités de tissu adipeux brun se trouvent chez l'adulte.

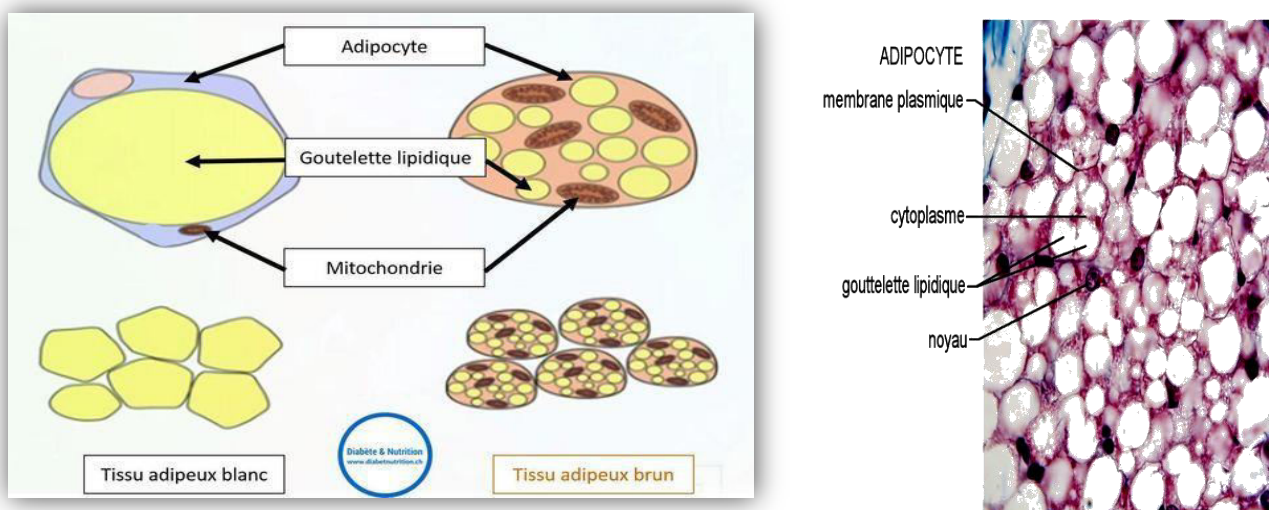


Figure 20. Le tissu conjonctif lâche adipeux

#### d-Le tissu conjonctif réticulé

- Ce tissu est très riche en fibres de collagène de type III appelé: **réticuline**.

Les fibres dessinent un réseau à larges mailles ouvertes qui contiennent de petites cellules sanguines rondes. Les cellules réticulées sont accrochées aux fibres. Elles sont allongées et leurs contours sont mal définis. Les cellules, sont étoilées et leurs prolongements dessinent un réseau superposable au réseau de fibres

- Il forme le stroma de la rate, moelle osseuse et le foie.

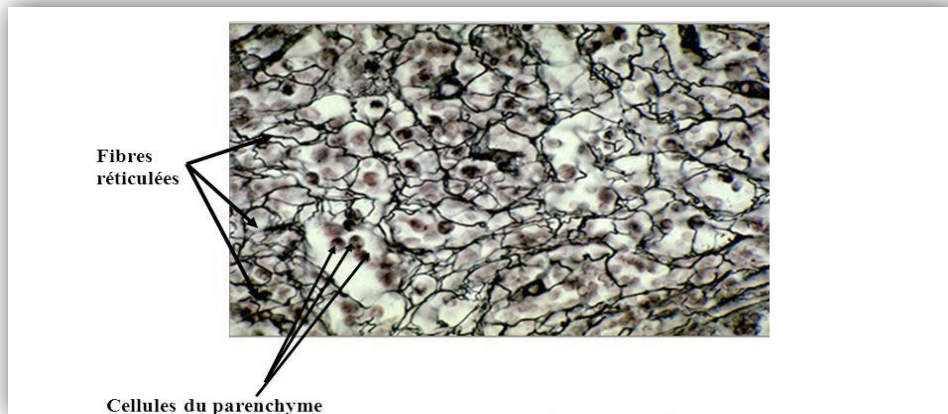


Figure21. tissu conjonctif réticulé (du foie)

#### 4.2. Le tissu conjonctif dense

- Ce sont des tissus dans lesquels prédominent les fibres.

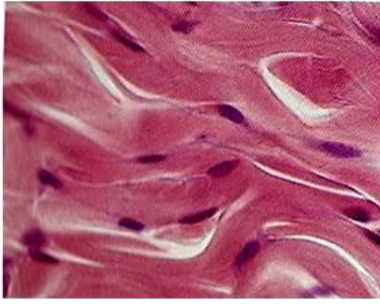
- Les cellules sont peu nombreuses, il s'agit presque exclusivement de fibrocytes dont l'activité de synthèse est ralentie.

- On distingue les tissus conjonctifs **non orientés** dont lesquels les fibres de collagène sont entrecroisées et mêlées de fibres élastiques. La vascularisation est assez riche. Ces tissus forment l'enveloppe de plusieurs organes. Ils sont moulés sur la structure qu'ils entourent et dont ils contribuent à définir leur forme.

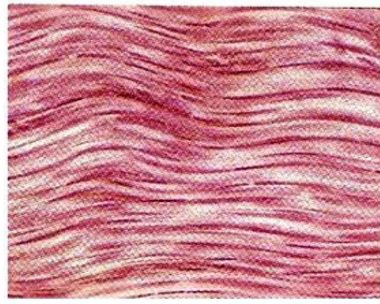
- On observe également les tissus conjonctifs denses **orientés** dont les fibres forment des faisceaux parallèles. Les cellules sont peu nombreuses, alignées entre les fibres serrées.

- Dans les tendons ou les ligaments, le tissu est dit **unitendu**, toutes les fibres et l'organe ayant la même direction.

Lorsque ce tissu contient de nombreuses fibres élastiques, c'est un tissu **conjonctif dense élastique**, on l'observe dans les ligaments et les tendons élastiques ou la paroi des grosses artères.



**Tissu conjonctif dense  
à fibres non orientées**



**Tissu conjonctif dense  
à fibres orientées**

## VI. Le tissu sanguin

### Définition

Le sang est un tissu conjonctif spécialisé. C'est un tissu liquide composé de cellules (éléments figurés) réparties dans un liquide (le plasma). Le sang circule dans un système clos, **le système vasculaire**, selon un flux unidirectionnel. Le sang a un volume total d'environ 5 litres. Il assure le transport des cellules spécialisées mais aussi d'éléments dissous : protéines, nutriments, hormones, vitamines, minéraux, déchets (catabolites), médicaments.; il joue également un rôle dans la défense de l'organisme.

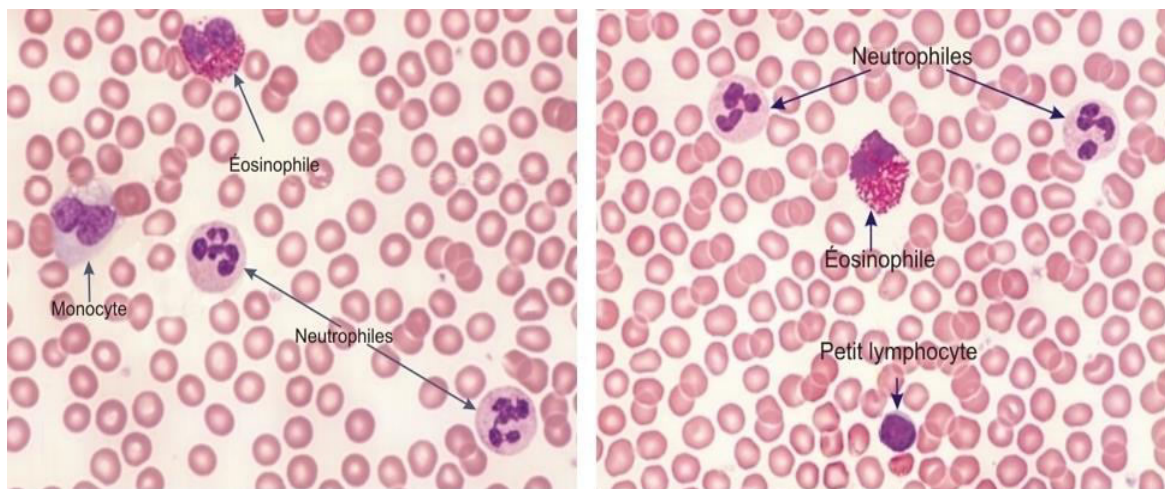


Figure22 . le tissu sanguin

### 1. Le plasma

La phase liquide du sang, le plasma, est composée d'eau (90 %) et de substances solubles : protéines (albumine, globulines), glucides, lipides, sels minéraux. Sorti du système vasculaire ou sous l'effet de certains stimuli, le plasma coagule : l'une de ses protéines, le fibrinogène, soluble, se transforme en une molécule insoluble, la fibrine. Ce qui reste liquide après coagulation du plasma est le sérum.

Le plasma assure la pression oncotique par le biais des protéines en général et de l'albumine en particulier, assurant le maintien du plasma dans le système vasculaire. Une baisse importante de l'albumine entraîne des oedèmes par fuite hydrique extra vasculaire. Différentes protéines du plasma participe à l'hémostase, à la défense de l'organisme vis-à-vis des agents infectieux (immunoglobulines) et participent au transport des molécules comme le fer (transferrine).

## 2. Les éléments figurés du sang

Parmi les éléments figurés du sang, on distingue les globules rouges, les globules blancs et les plaquettes sanguines.

**A. Les globules rouges (hématies ou érythrocytes)** ce sont des cellules de couleur jaunâtre ne possédant pas de noyau. Ils ont la forme d'un disque biconcave avec un diamètre de  $7,5 \mu$  de diamètre et  $0,8 \mu$  d'épaisseur. Ils sont fabriqués dans la moelle osseuse à partir d'une cellule mère, le renouvellement se fait tous les 4 mois, ils contiennent un pigment rouge, l'hémoglobine qui est une protéine complexe

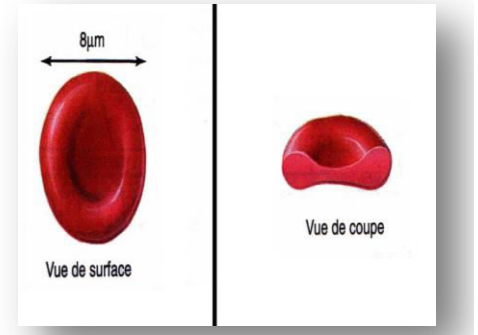


Figure 23. Les globules rouges

. Son rôle est essentiel, car c'est elle qui véhicule l'oxygène et le transporte aux organes. Le cytoplasme dépourvu d'organites est rempli d'hémoglobine impliquée dans le transport de l'oxygène. Les globules rouges peuvent s'étirer et traverser les capillaires les plus fins.

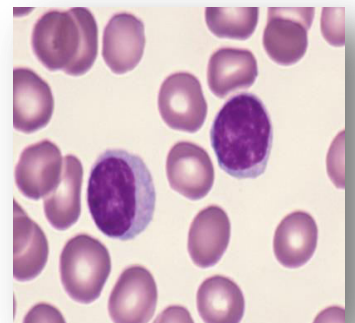
### **B. Les globules blancs (ou les leucocytes) :**

Leur nombre total est de 6000 à 8000 globules/mm<sup>3</sup> chez l'adulte. Ils sont des cellules nucléées, On distingue parmi les leucocytes, des leucocytes à cytoplasme d'aspect général homogène (leucocytes hyalins) qui appartiennent à deux populations : les lymphocytes et les monocytes et des leucocytes dont le cytoplasme contient de volumineuses granulations : granulocytes neutrophiles, granulocytes éosinophiles et granulocytes basophiles.

#### **B.1 Les leucocytes hyalins:**

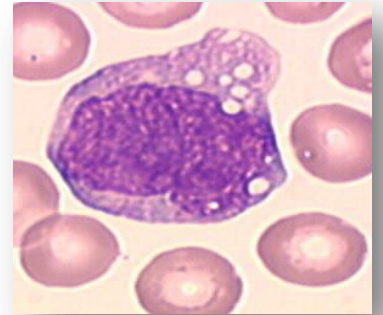
**1. Les lymphocytes :** L'aspect morphologique des lymphocytes est monomorphe:

- leur forme est régulière et arrondie. Représentent 25 à 45 % des leucocytes
- Leur taille, le plus souvent petite
- Leur noyau sphérique, foncé et sans nucléole visible occupe la presque totalité du volume de la cellule
- Leur cytoplasme, réduit à une mince couronne contenant les organites cellulaires habituels en quantité très restreinte.



**2. Les monocytes :** Une fois formés dans la moelle osseuse, les monocytes passent dans le sang où ils représentent les plus grands des leucocytes normaux.

- leur noyau est central ou périphérique
- Leur cytoplasme est caractérisé par des voiles cytoplasmiques ondulants
- Ce sont des cellules très mobiles qui ont le pouvoir de se différencier en macrophage



### **B.2 Les granulocytes :**

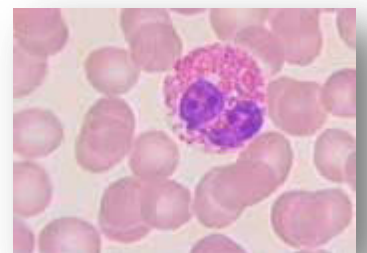
**1. Les granulocytes neutrophiles :** Ils représentent 45à70% des leucocytes circulants

- Le noyau est formé de lobes facilement identifiables: 3 à 5 lobes réunis par de fines bandes de chromatine.
- Leur cytoplasme est riche en granulations ±violacés, les grains azurophiles



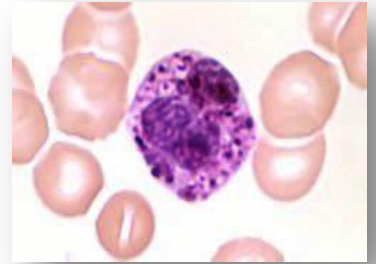
**2. Les granulocytes éosinophiles :** Leur noyau est habituellement fait de 2 lobes réunis par un pont chromatinien assez épais

- Leur cytoplasme contient de grosses granulations arrondies, cristalloïdes, colorées rouge orangé
- Les granulations des éosinophiles contiennent de nombreuses protéines "tueuses"



**3. Les granulocytes basophiles :** Ce sont les leucocytes les plus rares (moins 1%). Les basophiles sont observés dans le sang et les tissus

- Leur noyau, peu ou pas segmenté, est irrégulier
- Leurs granulations sont volumineuses



**C. Les plaquettes sanguines (ou thrombocytes):**

Leur durée de vie est de 8 à 12 jours sont détruites notamment dans le foie et dans la rate. En **microscopie optique**, les plaquettes sanguines ou thrombocytes sont des fragments cellulaires anucléés de 2 à 5 µm de diamètre. On distingue deux zones : le centre de la cellule (chromère) contenant des granulations et la périphérie (hyalomère) plus homogène.

Ce sont des cellules anucléées comme les érythrocytes, issus de la moelle osseuse, leur nombre normal est de 200.000 à 300.000 /mm<sup>3</sup>. Elles ont une forme arrondie ou ovalaire Les thrombocytes jouent un rôle fondamental dans la coagulation sanguine ou l'hémostase (c'est-à-dire l'arrêt de l'hémorragie après la blessure) et la formation de caillots. Les plaquettes ne peuvent pas se diviser.

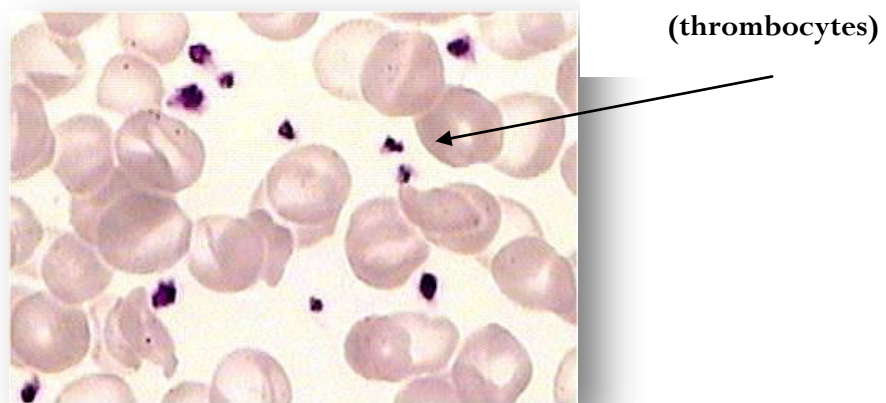


Figure 24. Les plaquettes sanguines (ou thrombocytes)

**4. L'hématopoïèse**

L'hématopoïèse - dont le nom signifie « production du sang » - est la fonction par laquelle l'organisme produit et renouvelle les éléments figurés du sang (hématies, leucocytes et

plaquettes). Cette production, très finement régulée, est issue de cellules souches hématopoïétiques, capables de s'autorenouveler, ce qui permet le maintien d'un nombre constant de cellules souches, et de se différencier pour assurer le renouvellement des cellules qui meurent physiologiquement (et même assurer un renouvellement encore plus rapide en cas d'accroissement des besoins).

Au sein de l'hématopoïèse, on distingue la myélopoïèse, permettant la production des cellules myéloïdes (hématies, polynucléaires, monocytes, plaquettes), et la lymphopoïèse permettant la production des lymphocytes. La régulation de l'hématopoïèse est sous le contrôle de nombreux facteurs de croissance.

L'hématopoïèse se déroule en 4 étapes successives :

- Les cellules souches totipotentes
  - Les progéniteurs
  - Les précurseurs
  - Enfin les cellules matures
- .Le passage d'une étape à une autre est sous influence de signaux (cytokines et autres)

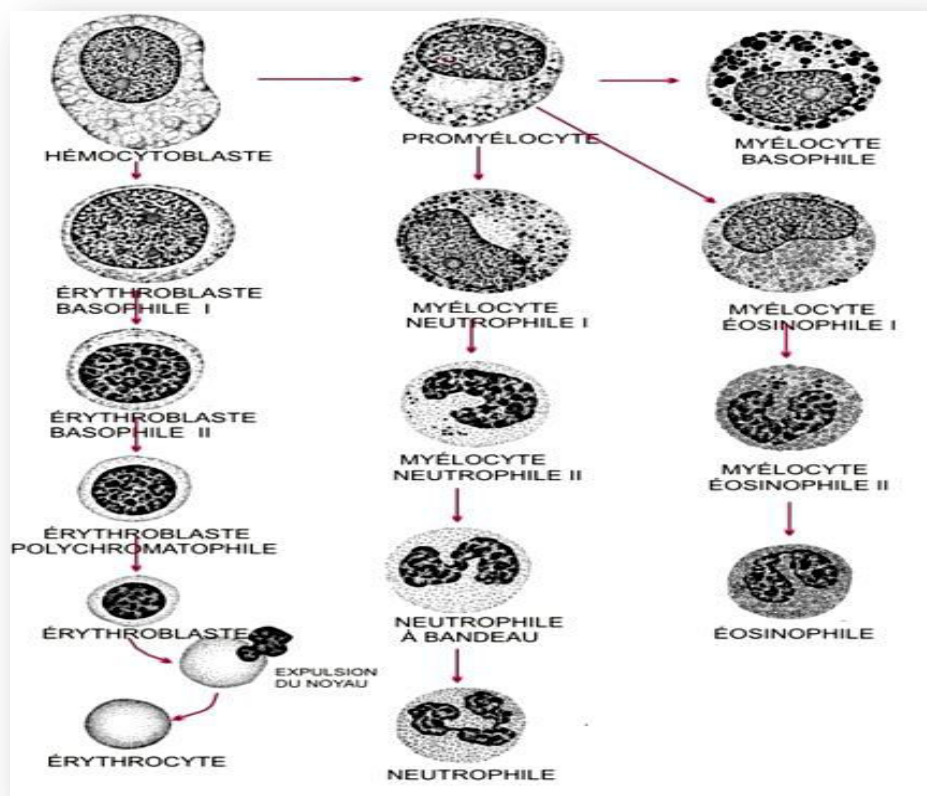


Figure 25. L'hématopoïèse

## V . Les Tissus Cartilagineux

### Définition

Les tissus *squelettiques* sont des tissus conjonctifs spécialisés dont la substance fondamentale va varier d'un état semi solide à un état solide. Un élément va intervenir dans la genèse squelettique: c'est la différence de pression.

Il existe différent type de tissus squelettiques : osseux, cartilagineux.

### 1-les tissus cartilagineux

Le tissu cartilagineux est un **tissu conjonctif** spécialisé d'origine **mésenchymateuse**, caractérisé par le fait que sa substance fondamentale est solide et élastique et n'est pas minéralisée. Les cellules du cartilage acquièrent des caractères morphologiques spécifiques, mais il reste élastique, compact et peut se déformer. C'est un tissu avasculaire

Le modes de nutrition des tissus cartilagineux se fait par diffusion à partir du périchondre. Ce mode de nutrition va limiter l'épaisseur des tissus cartilagineux.

#### 1.1 Rôles

- a. **Ébauches morphologique de l'organisme** les tissus cartilagineux vont servir d'ébauche morphologique car ils occupent la futur place du tissu osseux .
- b. **Participe à l'élaboration des tissus osseux** sont à l'origine de tous les tissus osseux à l'exception des os du crâne.
- c. **Il supporte les efforts de compression à l'union des os entre eux**, au niveau des articulations.
- d. **Participe à la croissance de l'organisme grâce à l'activité du cartilage de conjugaison** : qui sont des cartilages de type hyalin et sont situés à l'extrémité des os. Ils permettent de grandir jusqu'à 25 ans.
- e. **Participe à la réparation osseuse** lors d'une fracture, à la disparition de l'hématome, on observe toujours un tissu cartilagineux, en avance de remplacement par le tissu osseux.

#### 1.2 Description

##### a. Les cellules des tissus cartilagineux

il y à 2 types cellulaires : les chondroblastes et les chondrocytes. Ce sont les mêmes cellules

à des états fonctionnels différents. Le chondroblaste (cellule jeune, seule capable normalement de se diviser) peut donner un chondrocyte (cellule âgée).

Leurs formes varient selon la position qu'elles ont dans le cartilage :

- au niveau superficielle : cellule de forme ovale
- couche profonde : forme sphérique

La membrane plasmique est hérissée de microvillosité : elles sont plus nombreuses dans le chondroblaste que dans le chondrocyte, et elles permettent la nutrition à partir du périchondre.

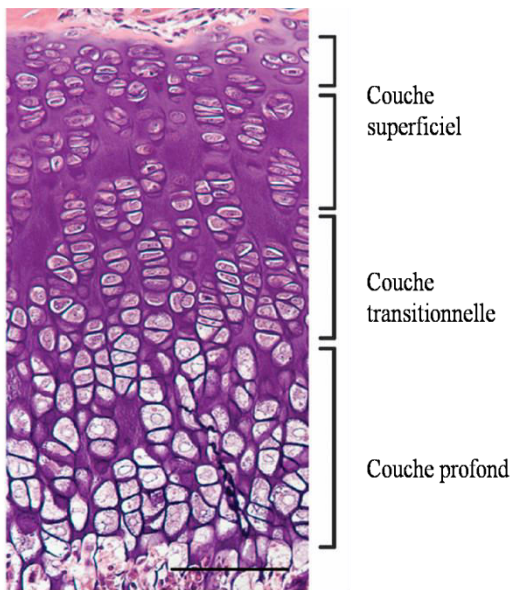


Figure 26. forme des cellules cartilagineuses

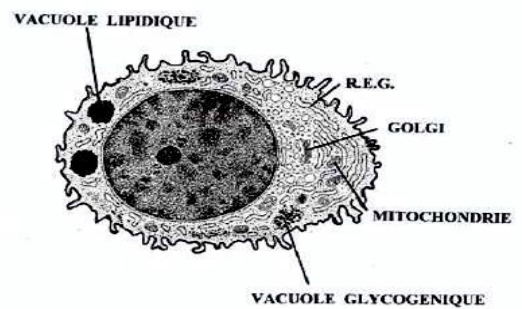
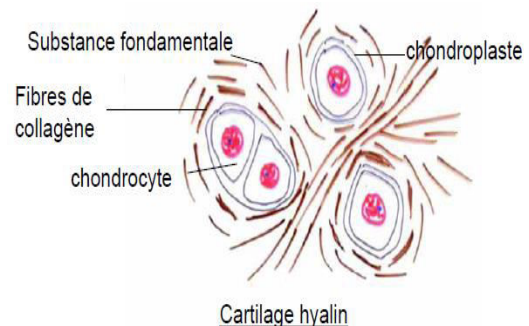


Figure 27. chondrocyte



Les chondrocytes sont logés dans des petites cavités qu'on appelle les chondroplastes.

Il y a généralement un chondrocyte par chondroplaste, mais dans certains cas, la croissance est tellement forte qu'on peut trouver deux chondrocytes par chondroplaste (cellules géminées).

## 2. La substance fondamentale des tissus cartilagineux.

Elle est translucide, blanchâtre, et sa consistance est semi solide, c'est une gelée visqueuse qui n'a pas de rigidité en elle-même.

## 3. Les fibres : Il existe 3 types de fibres

### 3.1 Les fibres de collagène de type 1 : sont retrouvés dans le tissu cartilagineux

fibreuse, elles vont se regrouper en faisceaux et occuper toute la matrice du tissu cartilagineux fibreux.

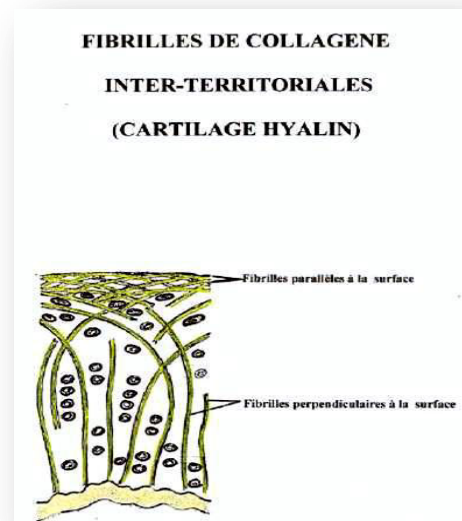
**3.2 Les fibrilles de collagène** que se trouve dans le cartilage hyalin et dans le cartilage élastique (de type 2, de type 11 et de type 6 et 9.....etc.).

Dans le cartilage hyalin, ces fibrilles de collagène sont disposées de 2 manières :

Soit elles peuvent englober un ensemble de chondrocytes = fibrilles en panier = rôle de cohésion des cellules.

Soit elles passent entre les cellules sans les englober et à ce moment là on parle de fibrilles de collagène inter territoriales, qui sont parallèle en superficie et perpendiculaire sur un plan profond.

Cette répartition particulière parallèle et perpendiculaire à pour rôle de répartir des pressions superficielles exercées sur le cartilage, sur le tissu osseux profond.



**3.3 Les fibres élastiques** elles se rencontrent que dans le cartilage élastique, elles vont permettre une souplesse du cartilage élastique et elles sont anastomosées.

**4. Le périchondre** Le périchondre est une gaine conjonctive vascularisée qui recouvre tous les cartilages à l'exception des surfaces articulaires (absentes dans le fibrocartilage). Il est composé de :

-Une couche externe fibreuse contenant de gros faisceaux de fibres de collagène de type I, des fibroblastes et des vaisseaux sanguins.

-Une couche interne cellulaire chondrogène contenant des chondroblastes et dont les cellules

sécrètent la matrice de cartilage. Dans les zones où le cartilage n'a pas de périchondre (par exemple, les surfaces articulaires des os), les cellules du cartilage reçoivent leur nourriture du liquide synovial qui baigne les surfaces des articulations.

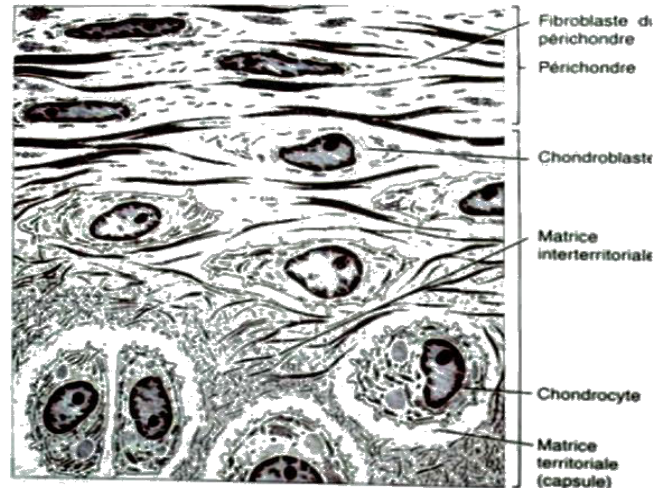


Figure 28. Tissu cartilagineux

## 2. Classification

On distingue plusieurs variétés de cartilage, qui diffèrent les unes des autres par les proportions relatives de leurs constituants fondamentaux : cartilage hyalin, cartilage fibreux et cartilage élastique.

### 2.1. Cartilage hyalin :

C'est le plus répandu des tissus cartilagineux, la matrice du cartilage hyalin présente un aspect homogène. Elle est constituée de fibrilles de collagène et la substance fondamentale.

Il existe chez les fœtus, où il constitue la plus grande partie du squelette, il a donc une fonction importante dans le développement de l'os. Chez l'enfant, sa participation au squelette diminue progressivement au fur et à mesure de la croissance, alors que chez l'adulte, il est peu abondant et localisé essentiellement au niveau des cartilages articulaire, au niveau du nez, dans la trachée, le larynx, l'oreille interne

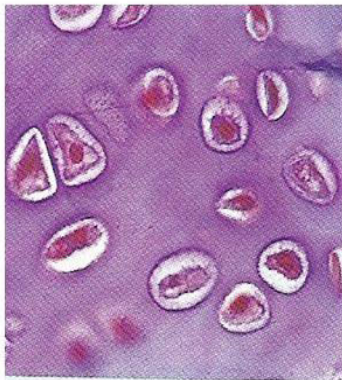
**2.2. Cartilage élastique** C'est un cartilage qui possède non seulement des fibres de collagène mais également de nombreuses fibres élastiques. se trouve dans le Pavillon de l'oreille et conduit auditif externe; Epiglotte et cartilage du larynx. Le cartilage élastique est de couleur jaune en raison de sa richesse en fibres élastiques. Il est plus élastique que le cartilage hyalin et peut subir de grandes déformations.

Les Chondrocytes sont Sphériques ou ovoïdes et de taille variable, leur rôle principal est l'élaboration de la substance fondamentale, des fibres de collagène et des fibres élastiques.

Et le Matrice Elle contient un réseau dense de fibres élastiques anastomosées de 60 à 250 Å de diamètre et des granules d'un diamètre de 200 Å. Les fibres élastiques se disposent autour de chaque chondrocyte.

### **2.3. Cartilage fibreux ou fibrocartilage :**

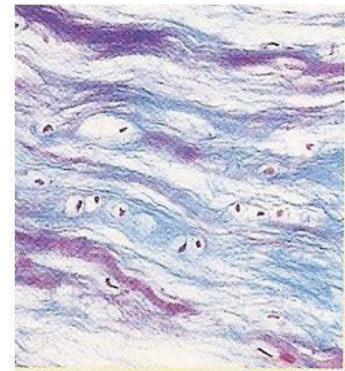
C'est un cartilage renforcé par d'épais faisceaux de fibres de collagène. Il résiste à de très fortes pressions tout en préservant une certaine élasticité. Chez l'homme, il est localisé au niveau des disques intervertébraux et les ménisques du genou. Il forme aussi des gros tendons. La matrice contient de nombreuses fibres de collagène visibles en microscopie optique. Les chondrocytes plus ou moins fusiformes.



Cartilage hyalin



Cartilage élastique



Cartilage fibreux

**Figure 29. Les types de tissu cartilagineux**

## VI. Le Tissu Osseux

### 1. Définition

C'est un tissu conjonctif spécialisé, comporte trois éléments fondamentaux : les cellules, les fibres et une substance fondamentale **minéralisée**, ce qui la rend rigide et dure, et comme ce tissu a de nombreuses protéines de collagène, il va avoir une certaine souplesse également.

Dans l'**os**, on trouve du tissu osseux, mais et le cartilage hyalin aux extrémités (articulations), de la moelle hématogène, et en périphérie un périoste (tissu conjonctif). Donc l'**os** et le tissu osseux ne désignent pas la même chose.

Le tissu osseux de soutien subit des phénomènes de **construction** et de **destruction** de façon constante durant la vie de l'individu.

Ils sont vascularisés → passage de vaisseaux sanguins dans le tissu osseux, grâce à un système de canalicules creusées dans la substance fondamentale solide.

### 3. Rôles

- protecteur**: le système nerveux central est protégé par la boîte crânienne et les vertèbres.
- **métabolique** : maintien de l'équilibre phosphocalcique. Notre squelette renferme 99% du calcium et 90% du phosphore de l'organisme, qui jouent un rôle biologique prépondérant dans la vie cellulaire, la transmission nerveuse et la coagulation sanguine.
- **hématopoïétique** : la moelle osseuse contient les cellules hématopoïétiques, au sein de l'os spongieux, c'est le lieu de fabrication des cellules sanguines.
- **biomécanique** : l'os est à la fois solide et résistant mais aussi, dans une certaine mesure, élastique. Ces propriétés mécaniques lui permettent de supporter les effets de la pesanteur, de résister aux contraintes mécaniques externes, ainsi qu'aux forces des contractions musculaires.
- Croissance de l'organisme**
- **locomotion** : ils vont servir d'insertion du tissu musculaire et forme un système de levier qui va permettre le déplacement d'un individu.

### 3. Description

### 3.1. Les cellules des tissus osseux

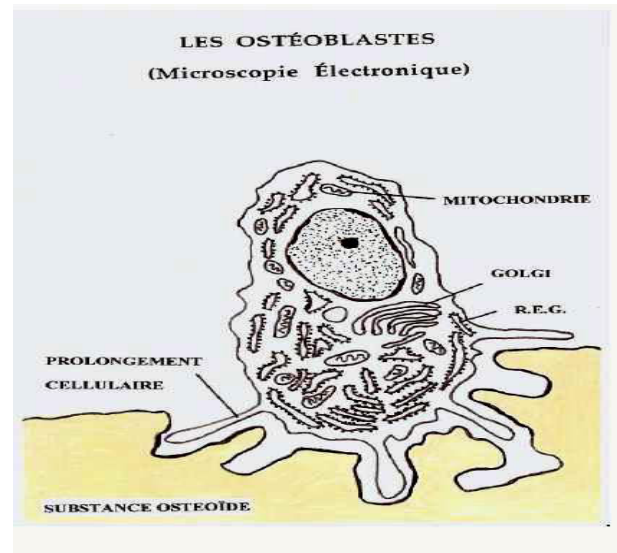
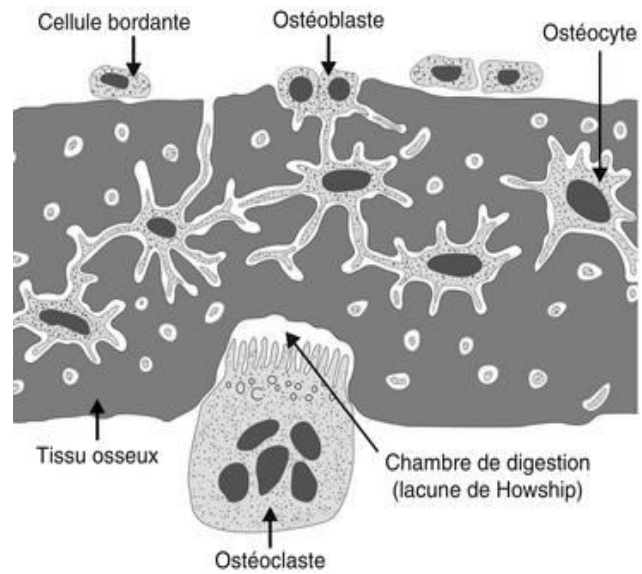
Il y a deux types de cellules :

**A. Les cellules ostéoformatrices :** élabore le tissu osseux.

**a- cellules bordantes de l'os :** tapissent toutes les surfaces osseuses chez l'adulte. En microscopie électronique : cellule pavimenteuse, noyau ovalaire nucléolé, cytoplasme claire. Ces cellules émettent des prolongements cytoplasmique qui sont en contact les uns avec les autres, et également avec les autres cellules du tissu osseux.

Ces cellules n'ont pas d'activité de synthèse. Sous l'influence de stimulus, ces cellules sont capables de se multiplier et de se différencier en **ostéoblastes** actifs.

**b- les ostéoblastes :** ce sont des cellules jeunes, de forme cubique ou ovoïde, allongée de 15 à 20  $\mu$ . Elles représentent de longues et fines expansions cytoplasmiques, leur cytoplasme est très riche en organites. Ce sont des cellules localisées à la surface des zones osseuses en croissance et impliquées dans la biosynthèse des fibres de collagène et de la plupart des éléments constitutifs de la matrice ou de la substance ostéoïde. Donc l'ostéoblaste va avoir pour fonction la minéralisation de la substance osseuse



**c- les ostéocytes :** ils ont une longueur de 30  $\mu$  , une épaisseur de 15  $\mu$ . Ils sont réalisés par la transformation des ostéoblastes d'un tissu osseux en formation qui vont s'entourer progressivement de matrice. Ils sont entièrement entourés de substance fondamentale osseuse

qui délimite directement la logette qui les contient, appelée ostéoplaste. Le corps cellulaire est plus fusiforme que celui des ostéoblastes, le cytoplasme contient moins d'organites.

La membrane plasmique émet des prolongements cytoplasmiques au niveau du système canaliculaire, qui vont mettre en relation tous les ostéocytes entre eux. Ils ont un rôle dans le maintien et le renouvellement de la matrice extra cellulaire osseuse .

Le noyau est ovoïde, dense, il peut être nucléolé.

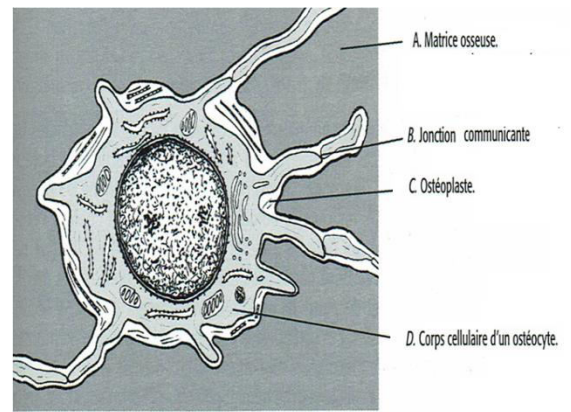


Figure 30. ostéocyte ME

### B. Les cellules ostéorésorbantes

- **les ostéoclastes** : ils sont localisés en surface des tissus osseux dans les zones de résorption. Ce sont des cellules très volumineuses, de forme arrondi ou ovale, multi nucléée (contenant 30 à 50 noyaux). Le cytoplasme contient de nombreux lysosomes, le pôle en contact avec la matrice osseuse possède une bordure en brosse très développée, qui délimite un espace : c'est la chambre de digestion.

Ces cellules ont pour rôle, contrairement aux précédentes, de détruire la substance osseuse.

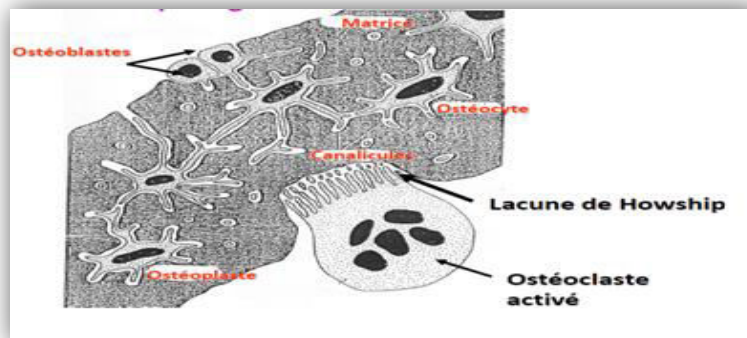


Figure 31. ostéoclaste

### 3.2. La substance fondamentale osseuse

Elle est minéralisée. Ils existent 3 types de substances :

-l'eau : 50 %.

- **Les substances organiques** : (des glycoprotéines de structures, autres molécules qui attachent les cellules osseuses à la matrice extra cellulaire ...etc).

-**Les substances minérales** : responsable de la rigidité de la matrice osseuse, ce sont des sels de calciums, des carbonates, citrates, phosphates de calcium ..... etc.

### 3.3. Les fibres de collagène

Il en existe différents types dans des proportions différentes : type 1 à 80%, type 3 de 5 à 15%, type 4 et 7 à 5%.

Fonction = recevoir les cristaux de phosphates tricalciques pour assurer la rigidité du tissu osseux.

### 3.4. Le périoste et l'endoste

**Le périoste**: c'est une membrane conjonctive externe, qui comprend 2 feuillets :

- **Un feuillet externe**, il comprend des fibres de collagènes de type 1, il comprend des fibrocytes, il est vascularisé et contient des fibres nerveuses.

- **Un feuillet interne** , il comprend des fibres de collagène de type 1 qui vont s'amarrer dans le tissu osseux, elles prennent le nom de fibres de sharpey. en également il y a des fibroblastes et des fibrocytes, et ces fibroblastes en cas de réparation osseuse, peuvent devenir ostéoblastes.

**L'endoste** : c'est une membrane conjonctive plus fine que le périoste, qui borde l'intérieur des surfaces osseuses, on distingue 1 seul feuillet qui peut avoir un rôle ostéogène en cas de fracture.

## 4. Les classifications des tissus osseux.

Il existe plusieurs classifications des tissus osseux : anatomique et histologique.

### 1- Classification anatomique

- Os long: (Exemple: tibia).
- Os court : (exemple: phalanges).
- Os plat : (exemple : omoplate).

## 2-Classification histologique

### A. Tissus osseux réticulaire

(ou os immature) :

Dépourvu d'organisation, il constitue l'os embryologique, l'os de réparation au cours de l'embryogenèse. Les lamelles osseuses sont irrégulières et n'ont pas d'orientations précises.

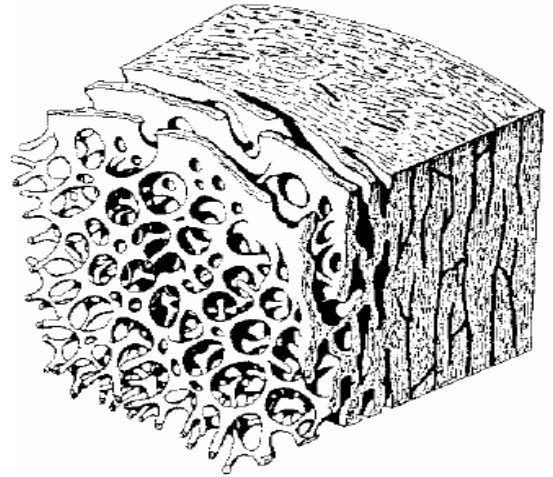
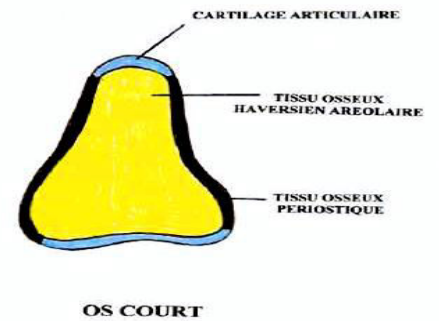
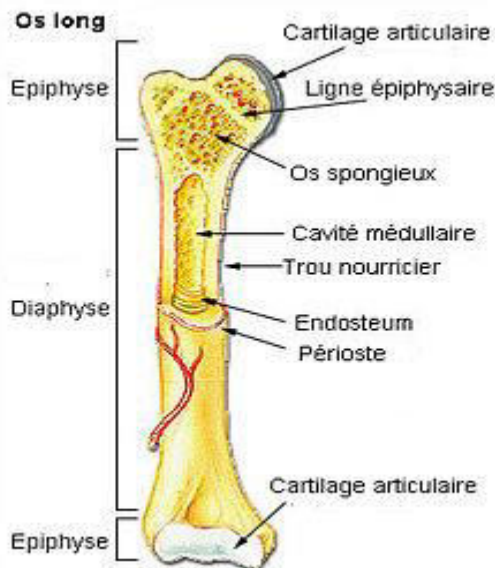


Figure 32. Tissus osseux réticulaire

### A. Tissus osseux mature ou lamellaire ou haversien :

Il existe 3 types de tissus osseux haversien :

- tissu osseux haversien compact.
- tissu osseux haversien trabéculaire.
- tissu osseux périosté (différent du périoste).



Sur une pièce osseuse longue, on trouve ces trois types de tissu : au niveau de la **diaphyse**, on trouve le tissu osseux haversien compact ; au niveau de l'**épiphyse** on trouve du tissu osseux haversien trabéculaire ; en **périphérie** on trouve le tissu osseux périosté.

➤ **Les tissus osseux haversien compact** : il se localise au niveau de la diaphyse des os long. Ils sont constitués d'unités cylindriques : **Les ostéones (ou système de Havers)** :

longueur indéfinie, diamètre 200 à 300  $\mu$ .

Ces ostéons sont constitués elles mêmes de 10 à 15 lamelles osseuses disposées de façon concentriques autour d'un canal de 20 à 30  $\mu$  m de diamètre : **Le canal de havers**. Ces lamelles osseuses sont disposées de façon centripète (vers le centre), elles contiennent des ostéoplastes qui contiennent des ostéocytes.

Il existe un système canaliculaire qui met en relation tout les ostéoplastes d'une même ostéone. Ce système met également en relation des ostéoplastes d'une ostéone avec des ostéoplastes des ostéones adjacentes. C'est pourquoi il existe deux types de canalicules :

- \* canalicules circulaires et longitudinaux qui mettent en relation les ostéoplastes d'une même lamelle.
- \* canalicules radiés, qui mettent en relation des ostéoplastes d'une ostéone avec celles des ostéones adjacentes.

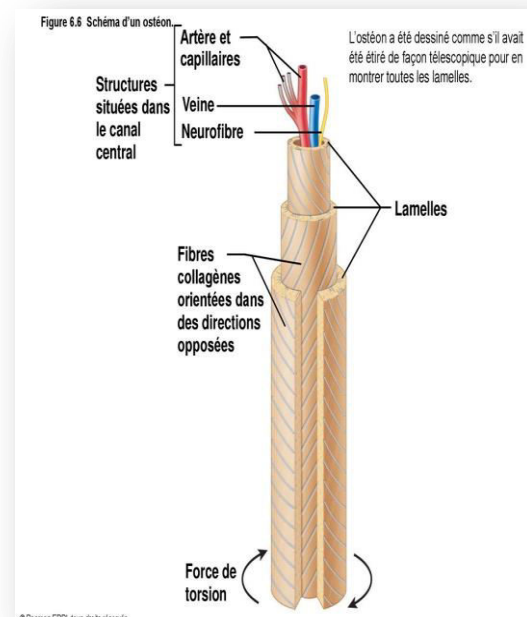


Figure 33. Les ostéones ( système de Havers)

• **Le tissu osseux haversien aréolaire (= tissu osseux trabéculaire ou lames osseuses) :** il est localisé à différents niveaux :

- \*Au niveau des os longs on le trouve sur les épiphyses et les métaphyses.
- \*Au centre des os courts
- \* Entre les tables internes et externes des os plats

Il est constitué lames osseuses constituées elles même de lamelles osseuses qui forment des grandes cavités qu'on appelle des aréoles : elles contiennent la moelle osseuse hématogène.

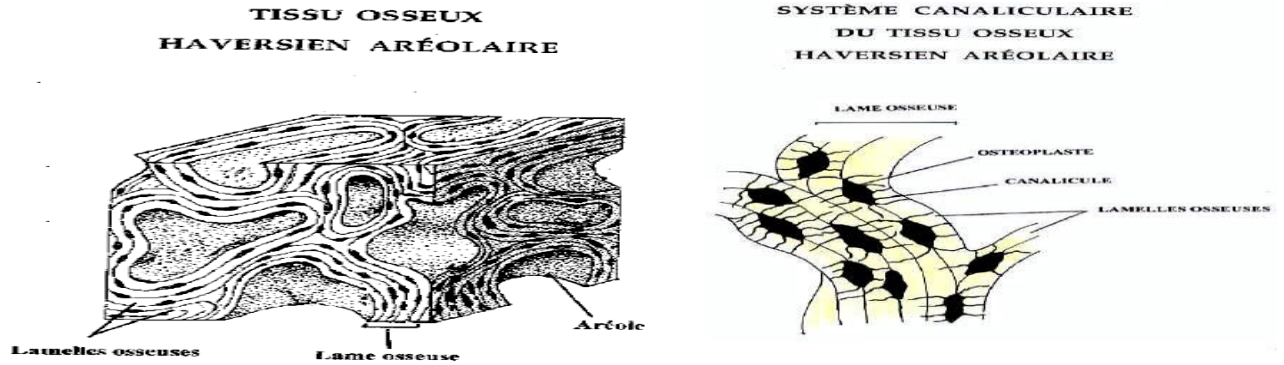
Les lamelles osseuses contiennent également des ostéoplastes qui sont en relation entre eux par un système canaliculaire, ce qui va permettre la nutrition des ostéocytes noyés dans la substance fondamentale minéralisé.

Il y a deux types de canalicules :

- \* canalicules circulaires et longitudinaux qui mettent en relation les ostéoplastes d'une

même lamelle.

\* canalicules radiés, qui mettent en relation des ostéoplastes d'une ostéone avec des ostéones adjacentes.



➤ **Le tissu osseux périostique :** Ils se trouvent à la périphérie de toutes les pièces osseuses à l'exception des surfaces articulaires : il va former le système fondamentale externe des os longs, les tables externes et internes des os plats, et ils se trouvent à la périphérie des os courts. Il est formé de nombreuses lamelles osseuses empilées les unes sur les autres, riches en fibres de collagène.

Ces fibres de collagène vont l'amarrer au périoste périphérique.

Ces lamelles osseuses contiennent des ostéocytes qui sont logés dans des ostéoplastes. Il existe aussi un système canaliculaire :

\* canalicules circulaires et longitudinaux qui mettent en relation les ostéoplastes d'une même lamelle.

\* canalicules radiés, qui mettent en relation des ostéoplastes d'une ostéone avec des ostéones adjacentes.

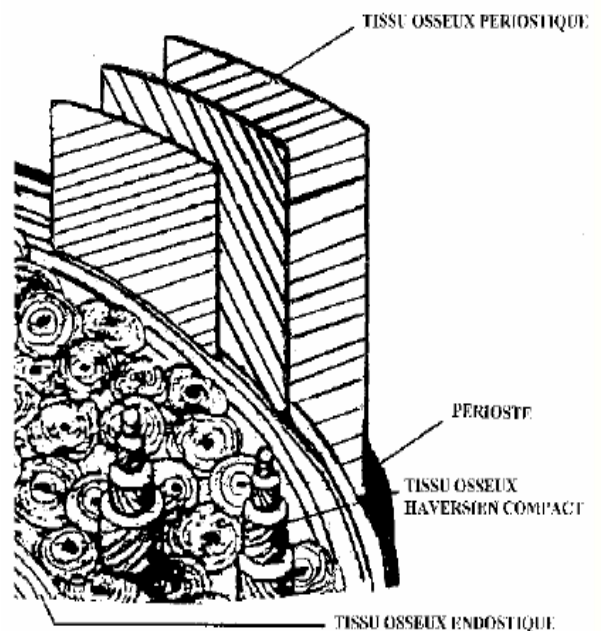


Figure 34. Le tissu osseux périostique

## 5. Ostéogénèse

C'est le développement des os. Ostéogénèse = ossification : processus de formation des os.

**1) L'ossification intra membraneuse** (endoconjonctive) désigne le processus de formation d'un os à partir d'une membrane fibreuse. L'os ainsi constitué est appelé os membrane.

Elle est caractérisée par l'absence de matière cartilagineuse. Ce processus n'est rencontré que pour les os du crâne, ou de la face. Tous les os ainsi produits sont plats.

**2) L'ossification endochondrale** désigne l'ossification à partir du cartilage Hyalin. L'os qui en résulte est nommé os cartilagineux.

De l'ébauche cartilagineuse à l'os définitif : L'ébauche est envahie par des vaisseaux sanguins et des ostéoclastes qui vont résorber le tissu cartilagineux dans les zones de résorption. Et vont se déposer de nouvelles cellules : les ostéoblastes qui vont élaborer la substance osseuse fondamentale définitive créant ainsi le système de Havers.

La zone de cartilage qui dans un os long sépare les points diaphysaires des points hypophysaires porte le nom de cartilage de conjugaison ou d'accroissement. C'est à son niveau que s'effectue la croissance d'un os long.

## 6. La croissance des os

### 1) La croissance par opposition

Elle fait augmenter le diamètre et l'épaisseur de l'os grâce au périoste. Celui-ci par sa couche profonde ostéogène élabore des couches successives d'os.

### 2) La croissance en longueur des os longs

Grâce aux cartilages de conjugaison, il se transforme en tissu osseux sur ses 2 faces au contact des points d'ossification. Le cartilage persiste jusqu'à ce que l'os soit atteint son développement complet. Il cesse alors de se régénérer et il est envahi par les points d'ossification qui se réunissent.

L'allongement osseux est terminé. Cet arrêt de croissance se produit à âge variable.

## 7. Remaniement des fractures

L'os est capable de réparer ses fractures. Une fracture est une destruction tissulaire localisée, avec rupture de la vascularisation. Dans la région fracturée, on a une hémorragie. Cette hémorragie attire des macrophages, des polynucléaires qui vont avoir pour but l'élimination des déchets accumulés dans cette région. Ils apportent d'autres cellules, qui après le nettoyage produisent un **tissu conjonctif vascularisé**. Dans un second temps, ce tissu **perd sa vascularisation** et se transforme en tissu **cartilagineux** : cal du foyer de fracture.

Les cellules du périoste et de l'endoste **remanient ce cartilage**, puis les ostéoclastes et les ostéoblastes restituent progressivement la forme originelle de l'os. Ce processus prend un certain temps : de *6 à 12 semaines*, en fonction du type d'os.

## VII. Le tissu musculaire

### Introduction

Le tissu musculaire est spécialisé dans la production du travail mécanique ou contraction musculaire.

Les cellules musculaires ou myocytes (fibres musculaire), cellules fonctionnelles principales des tissus musculaires se caractérisent par la présence dans leur cytoplasme d'un matériel protéique filamentaire contractile (l'actine et la méosine); les myofilaments sont groupés en myofibrilles. Il contient aussi des filaments intermédiaires de **desmine**, des microtubules et un réticulum endoplasmique lisse (REL) abondant; de nombreuses mitochondries; et de la **myoglobine**, pigment respiratoire fixant de l'oxygène.

Il y a trois variétés de tissu musculaire :

- ✓ **le tissu musculaire lisse** (les cellules musculaires lisses =leiomocytes).
- ✓ **le tissu musculaire strié squelettique** (les cellules musculaires striées squelettiques = rhabdomyocytes).
- ✓ **le tissu musculaire strié cardiaque** (les cellules musculaires cardiaques = cardiomyocytes).

**1. Le tissu musculaire lisse** Les cellules musculaires lisses (CML), ou **léiomocytes**, 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.

**1.1. Les cellules musculaires lisses :** 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 ne sont pas organisées selon l'agencement précis et rigoureusement 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 microfilaments épais de myosine ne peuvent être mis en évidence que par des techniques particulières.

Les **myofilaments** d'actine et de myosine s'attachent à des **zones denses** constituées d'alpha-actinine (et donc analogues à du matériel de strie Z) 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.

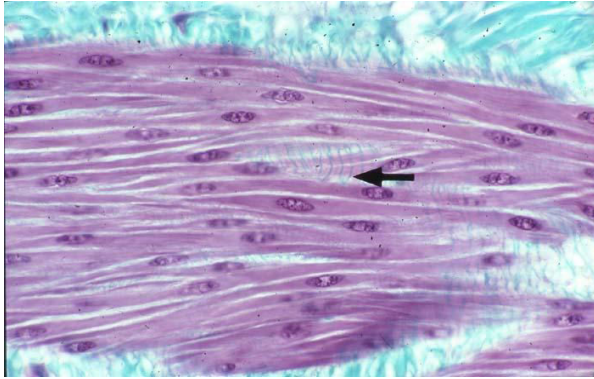


Figure 35. Le tissu musculaire lisse

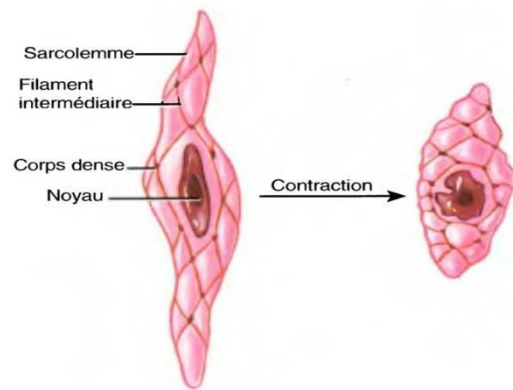


Figure 36. Les cellules musculaires lisses

### 1.2. L'appareil contractile :

Dans la fibre musculaire lisse, on peut rencontrer 03 sortes de myofilaments:

- myofilaments fins d'actine : 40-80Å°
- myofilaments épais de myosine : 135-185Å°
- myofilaments intermédiaires : 100Å°. On les trouve au centre et à la périphérie de la cellule où ils réalisent une sorte de squelette.

Les filaments fins sont regroupés en faisceaux insérés sur les corps denses, les filaments épais intercales dans les faisceaux.

Ces filaments d'actine et de myosine sont maintenus en place par deux structures : les ancrages (zone de contact entre les membranes plasmiques et les filaments d'actine) et les corps denses (formations lenticulaires striés en place dans le sarcoplasme sur lesquelles se fixent les filaments d'actine).

### 1.3. Corps denses

Ce sont des formations lenticulaires de 100 à 300 nm de diamètre diffuses dans le sarcoplasme. Ils contiennent de l' $\alpha$ -actinine et sont liés aux filaments intermédiaires et à la desmine ou la vimentine.

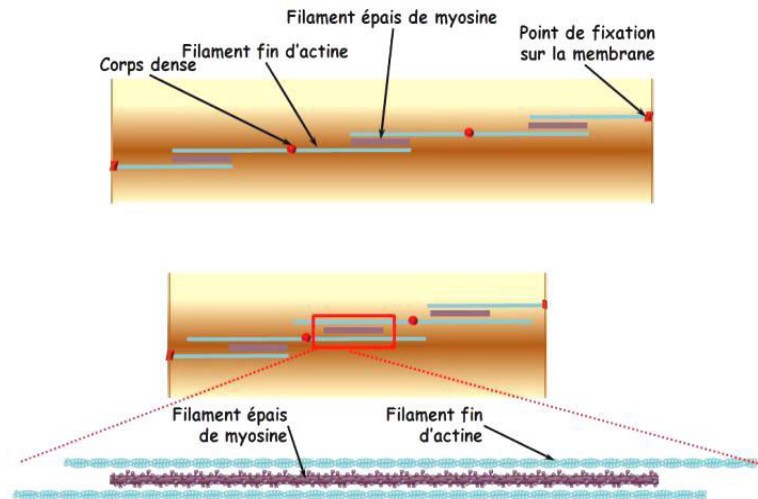


Figure 37. Organisation des filaments épais de myosine et des filaments fins d'actine dans la cellule musculaire lisse.

### 1.4. Propriété sécrétrice

Selon leur situation, les cellules musculaires lisses produisent du collagène, de l'élastine et d'autres constituants de la matrice extracellulaire. Ainsi, outre leur rôle contractile, elles ont une fonction de cellules de soutien. Dans la plupart des cas, cette fonction de la cellule de soutien est limitée à la fabrication de matrice extracellulaire destinée à l'ancrage du muscle lisse.

## 2. Le tissu musculaire squelettique strié

Est responsable des mouvements du squelette et d'organe tel que le globe oculaire ou la langue. Les cellules musculaire squelettiques striés (la cellule est appelée rhabdomyocyte) sont responsables de la mobilité des différentes portions du corps et les uns par rapport aux autres. Ils assurent les mouvements volontaires et le maintien de la posture sous le contrôle du système nerveux. Les muscles squelettiques striés sont présents dans tous les segments de notre corps : tête, cou, tronc et membres.

La fibre musculaire a un diamètre entre 10 à 100 micromètres; une longueur jusqu'à 10 cm. Elle est entourée d'une membrane plasmique (= **sarcolèmme**) et d'une membrane basale. Elle possède plusieurs centaines de noyaux, localisés à la périphérie du rhabdomyocyte, sous le sarcolèmme. Son cytoplasme (**sarcoplasme**) contient de très nombreuses **myofibrilles** (80% du sarcoplasme)

Les muscles squelettiques striés comprennent les éléments suivants :

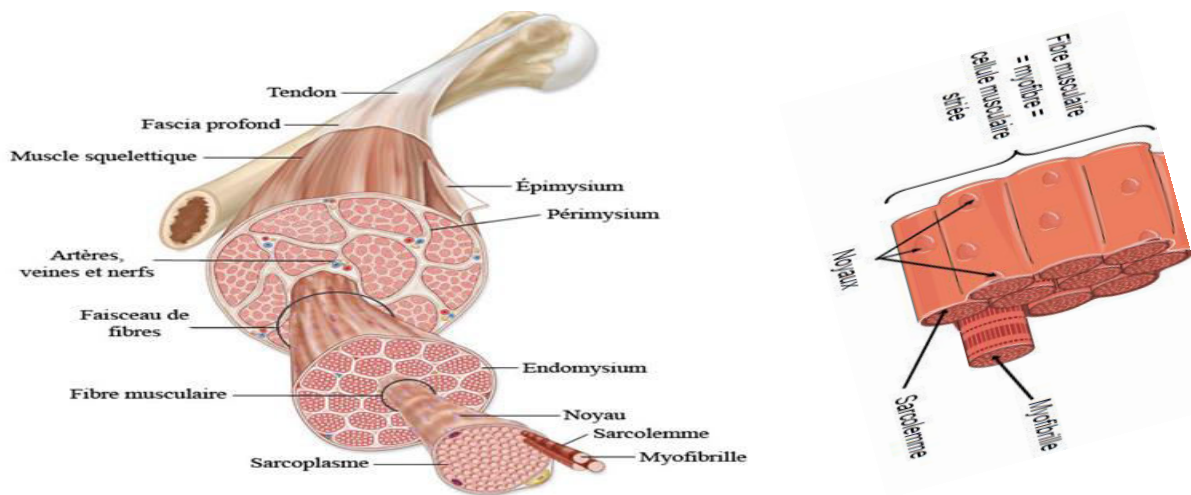


Figure 38. Les constituants de la cellule musculaire striée squelettique

**2.1 Les myofibrilles** sont des cylindres parallèles allongés dans le sens de la cellule (la cellule squelettique striée est appelée aussi **rhabdomycète**), faits de la succession régulière, bout à bout, de petits cylindres identiques appelés sarcomères (ou cases musculaires). Chaque sarcomère est fait d'un faisceau de myofilaments parallèles à son grand axe. La répartition des deux contingents de myofilaments (filaments fins d'actine et filaments épais de myosine) détermine au sein du **sarcomère** des régions de structure différente rendant compte de la striation transversale des myofibrilles bien visible en Microscope optique .

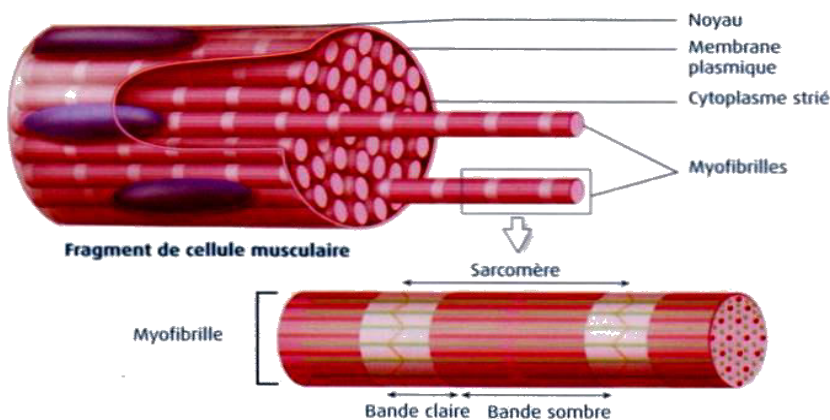


Figure 39. les myofibrilles

Elles sont constituées de 2 types de microfilaments formés de **protéines contractiles** :

- les filaments fins contiennent de l'**actine** (associée à la **tropomyosine**);
- les filaments épais sont composés de **myosine**.



Figure 40. Les filaments d'actine et de myosine

L'alternance de filaments fins d'actine et de filaments épais de myosine détermine la **striation transversale des myofibrilles** bien visible en MO

## 2.2 L'ultrastructure de myofibrille

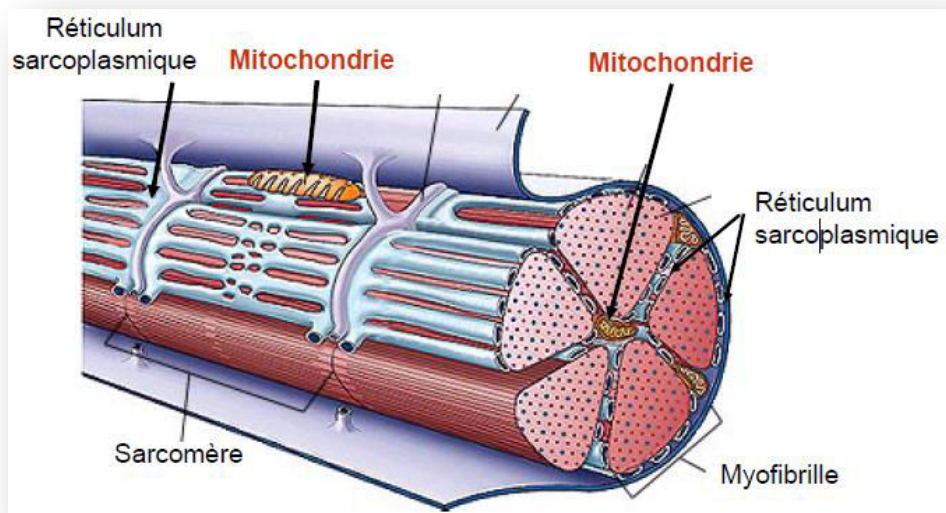


Figure 41. L'ultrastructure de myofibrille

**a. Les mitochondries** sont nombreuses, disposées entre les myofibrilles. Elles fournissent l'ATP nécessaire à la contraction musculaire.

**b. Le réticulum sarcoplasmique** Il est constitué par un réseau de canalicules et de saccules anastomosés, longitudinaux, entourant chaque myofibrille et se résolvant en une citerne terminale au niveau de chaque sarcomère.

**c. Système T** un système de tubules transversaux issus d'invaginations tubulaires de la membrane plasmique (sarcolemme) dans le cytoplasme: le système T (tubule T). Il entoure les myofibrilles, en prenant contact avec le réticulum sarcoplasmique. Il est régulièrement espacé. Il permet la **propagation de l'influx nerveux** à l'intérieur de la cellule musculaire.

❖ **Jonction neuromusculaire (plaques motrices) :**

La **jonction neuro-musculaire** est une **synapse** entre une terminaison axonale d'un motoneurone et une cellule musculaire striée squelettique. Elle **utilise l'acétylcholine** (Ach) comme neurotransmetteur. La membrane sarcolemmique possède des replis jonctionnels et elle contient des récepteurs pour l'acétylcholine qui est libérée par le motoneurone.

À leur arrivée dans le muscle, les axones des motoneurones se ramifient pour établir des contacts synaptiques (= **plaques motrices**) avec plusieurs fibres musculaires.

En revanche, une fibre musculaire n'est innervée que par un seul motoneurone

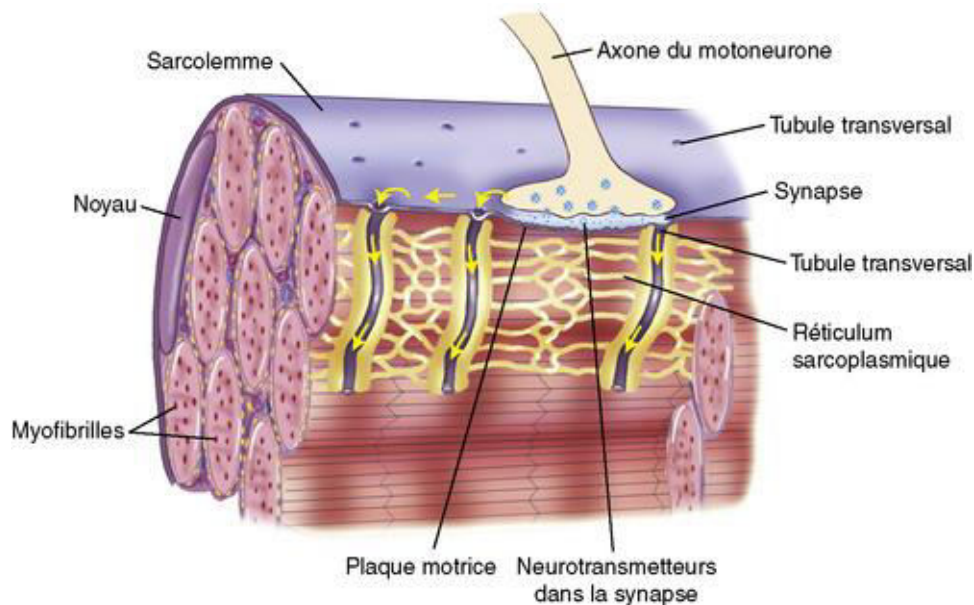
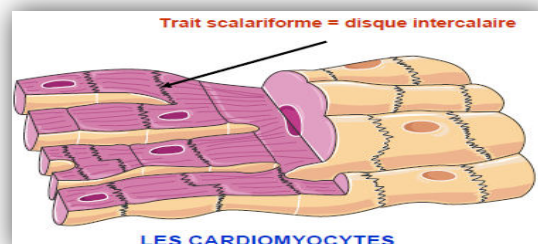


Figure 42. la plaque motrice

**3. Le tissu musculaire strié cardiaque** Les battements cardiaques et leur rythme sont déterminés par l'activité intrinsèque des cardiomyocytes du noeud 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 (acétylcholine) ralentit le coeur alors que le sympathique (noradrénaline) l'accélère.

(les les cellules musculaires cardiaques = cardiomyocytes)**Caractères communs avec les cellules musculaires striées squelettiques**



- Myofibrilles, réticulum sarcoplasmique sarcolemme, ont une organisation semblable à celle des cellules musculaires striées squelettiques
- Par ailleurs: - mitochondries nombreuses;  
- grains de glycogène abondants.

### 3.1 Caractères distinctifs

**Forme:** cylindre court (100 microns de longueur environ)

- dont les extrémités présentent des **bifurcations;**
- connectés avec les cellules myocardiques adjacentes pour former un **réseau tridimensionnel.**

**Noyau:** central, unique, allongé dans le sens du grand axe de la cellule. **Absence de plaque motrice:** dépolarisation et repolarisation rythmiques des cardiomyocytes sont indépendants du système nerveux. Le rythme des battements est déterminé par l'activité des cellules musculaires du **nœud sinusal**

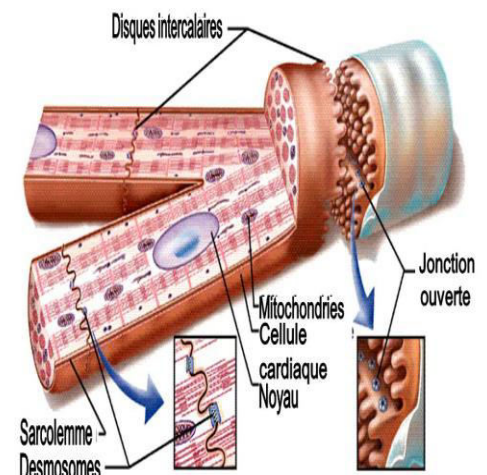


Figure 44. Le tissu musculaire strié cardiaque

- Le système nerveux autonome ne fait que moduler le rythme des contractions. Schématiquement, le système parasympathique (= acétylcholine) ralentit le cœur alors que le sympathique (= noradrénaline) l'accélère.

### 3.2 Types de cardiomyocytes

**3.2.1. Les cardiomyocytes contractiles** Qu'ils siègent dans les ventricules ou dans les oreillettes, les cardiomyocytes contractiles correspondent - à des nuances près - au type de description.

**3.2.2. Les cellules cardionectrices :** Les cellules cardionectrices sont des cardiomyocytes modifiés, spécialisés dans l'initiation (pour le nœud sinusal) et dans la conduction d'impulsions électriques.

L'impulsion électrique naît du **nœud sinusal** qui agit comme un stimulateur (pace maker), parvient au **nœud auriculo-ventriculaire** qui déclenche la contraction des ventricules via les cellules cardionectrices du **faisceau de His**, de ses branches puis du **réseau de Purkinje**

**3.2.3. Les cellules myoendocrines :** renferment de nombreuses vésicules de sécrétion, contenant le précurseur d'une famille de polypeptides collectivement appelée **Facteur Auriculaire Natriurétique** (= ensemble d'hormones impliquées dans la régulation du volume sanguin).

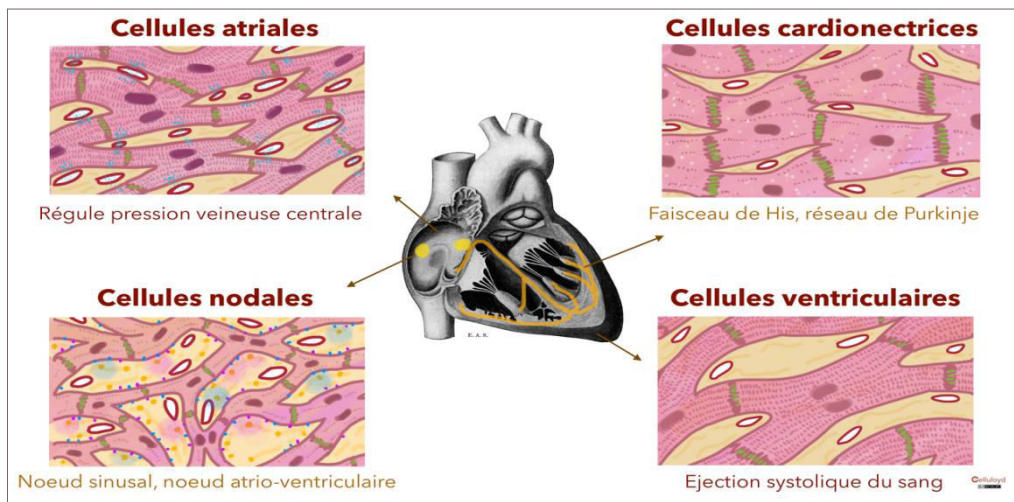


Figure 45. Types de cardiomyocytes

### 3.3 Régénération du muscle cardiaque

Le myocarde est incapable de régénération

## VIII. Tissu nerveux

Le tissu nerveux, substratum histologique du système nerveux (SN), est spécialisé dans la conduction, la transmission et le traitement des informations. Présent dans toutes les régions du corps, il est - avec le système hormonal et le monde des cytokines - l'un des trois grands moyens de communication de l'organisme-. D'un point de vue anatomique, il est commode de distinguer au sein du tissu nerveux, Le système nerveux comprend 2 grands ensembles fonctionnels : le système nerveux central (encéphale et moelle épinière) et le système nerveux périphérique (filets nerveux destinés aux membres et aux viscères).

### 1. Les cellules du système nerveux central

Au niveau cellulaire, Le système nerveux n'est constitué que de deux grands types cellulaires:

- **les neurones**
- **les cellules gliales.**

#### A. LES NEURONES :

Le neurone, ou cellule nerveuse, est l'unité structurale et fonctionnelle du système nerveux. C'est une cellule hautement spécialisée dont le nombre est défini à la naissance. Par contre, un certain nombre de ces cellules n'a pas atteint sa maturité à la naissance et les neurones ne se reproduisent pas (cellules amitotiques = ne se divisent pas).

On estime que le système nerveux humain comprend environ **100 milliards de neurones**. Les neurones assurent la transmission d'un signal que l'on nomme **influx nerveux**. Les neurones peuvent s'assembler pour former un **nerf**.

Chaque neurone est constitué de :

- a) **Le corps cellulaire** : encore appelé « Soma », Centre vital de la cellule, il renferme un noyau avec un nucléole bien visible et une chromatine dispersée. Le cytoplasme se caractérise par la présence d'un volumineux réticulum endoplasmique granuleux (REG) en amas, réalisant les corps de Nissl. Le cytoplasme renferme également de nombreuses mitochondries et un cytosquelette, constitué de filaments intermédiaires et de micro filaments.
- b) **Les dendrites** : Arborisation fine et courte qui se termine en ramification. C'est le lieu de réception de l'influx nerveux puisque l'information va toujours de la dendrite vers le soma.

c) **L'axone** : Il s'agit du principal prolongement cytoplasmique, il est unique, de longueur variable (jusqu'à 1 m) et de diamètre constant. L'axone assure la conduction du message nerveux provenant du corps cellulaire.

L'axone forme une arborisation terminale en son extrémité. Chacune de ces arborisations se termine par un **bouton synaptique**, qui va établir le contact soit avec un autre neurone, soit avec une glande ou soit avec une fibre musculaire. Dans ce cas, elle porte le nom de plaque motrice.

Le neurone peut être entouré ou non d'une gaine de protection qu'on appelle la gaine de myéline (substance blanchâtre grasseuse). Cette gaine de myéline est discontinue, des segments d'axone sont nus c'est-à-dire non entourés par la gaine de myéline, ces segments d'axone nus sont appelés **nœud de Ranvier**. Ces nœuds sont situés à intervalle régulier (tous les 1 à 3 mm). Cette gaine de myéline est elle-même entourée d'une seconde gaine : la gaine de Schwann.

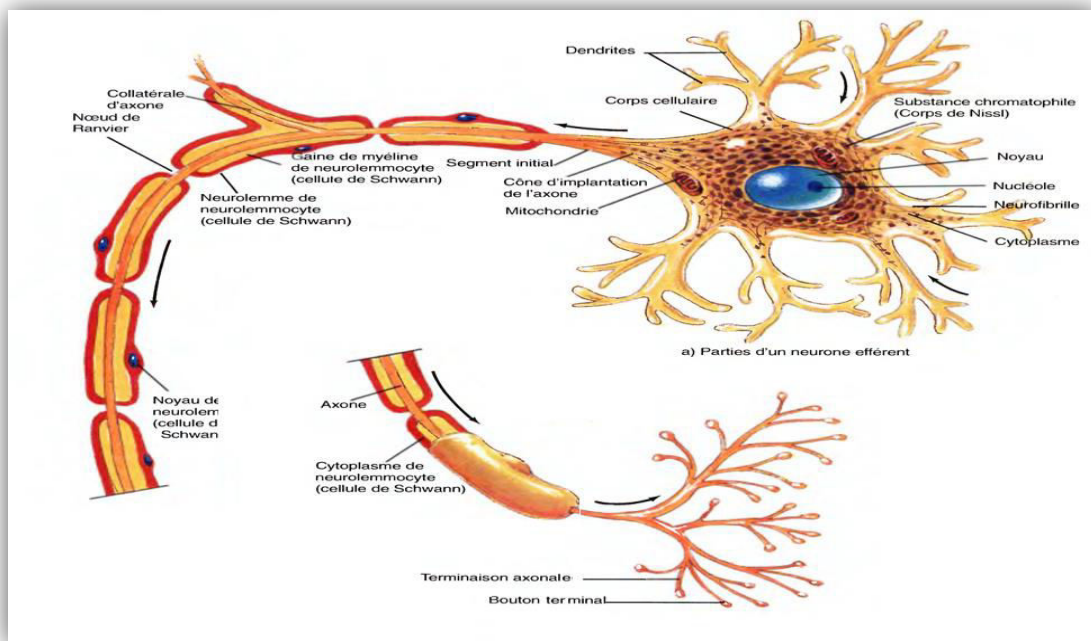


Figure 46. La cellule nerveuse

### 1.1 Les propriétés fondamentales des neurones : Le neurone possédant 3 propriétés essentielles :

- **l'excitabilité** : un neurone est une cellule excitable c'est-à-dire capable de répondre à une stimulation ;

- **la conductibilité** : un neurone est une cellule conductible c'est-à-dire capable de propager un message nerveux ;

- **la communicabilité** : un neurone est une cellule communicante c'est-à-dire capable de transmettre une information à une autre cellule (neurone, cellule musculaire ou cellule glandulaire) et capable de recevoir une information provenant d'un autre neurone.

**1.2 La classification** Les différents neurones sont classés selon leur structure et leur fonction.

- La classification structurale tient compte du nombre de ramifications du corps cellulaire.

**a) les neurones multipolaires:** sont pourvus de plusieurs dendrites et d'un axone, on les trouve dans l'encéphale et la moelle épinière.

**b) les neurones bipolaires:** ont une dendrite et un axone, ce sont les neurones de la rétine de l'œil, de l'oreille interne, ...

**c) les neurones unipolaires:** sont formés d'un corps cellulaire qui ne compte qu'un prolongement, ce prolongement se divise en une branche centrale qui joue le rôle d'un axone, et en une branche périphérique qui joue le rôle d'une dendrite, les neurones unipolaires se trouvent dans les ganglions postérieurs (sensitifs), des nerfs rachidiens.

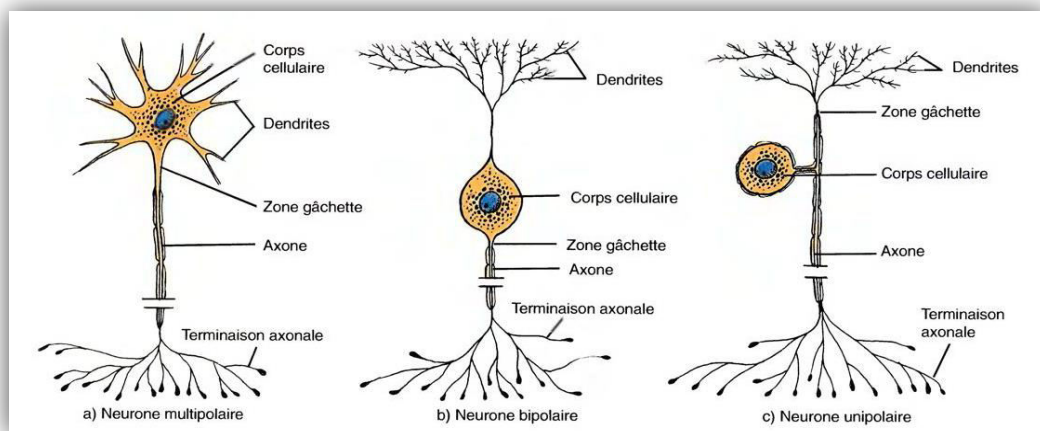


Figure 47. Classification des neurones selon la forme

Dans tous les cas (excepté bien sûr celui des neurones sensitifs en T qui sont dépourvus de dendrite), **la conduction nerveuse** se fait dans le même sens :

- Elle est **cellulipète** (de la périphérie vers le soma) **pour les dendrites** ;
- Elle est **cellulifuge** (du soma vers la périphérie) **pour l'axone**.

a. **Selon la longueur des neurones**, on distingue :

**1. Neurones longs :**

- Vitesse de conduction rapide (100m/s) ;
- 100 fois plus économique en ATP que les neurones courts.
- Dans les membres.

**2. Neurones courts :**

- Vitesse de conduction lente (1m/s).
- Dans le cerveau et le nerf optique.

**b. Selon la myélinisation des axones, On distingue ainsi :**

- Des **fibres myélinisées** dont la vitesse de conduction, proportionnelle à l'épaisseur de myéline, peut atteindre 120 m/s.
- Des **fibres amyéliniques** (dépourvues de myéline) dont la vitesse de conduction n'excède pas 2,3 m/s. Elles sont plus nombreuses que celles myélinisées.

La classification fonctionnelle tient compte du sens de propagation de l'influx nerveux.

**a) les neurones sensitifs ou afférents:** sont des neurones unipolaires qui envoient l'influx nerveux depuis les récepteurs dans les organes des sens, la peau et les viscères jusqu'à l'encéphale et la moelle épinière.

**b) les neurones moteurs ou efférents:** transmettent l'influx nerveux depuis l'encéphale et la moelle épinière jusqu'aux muscles ou glandes.

**c) les neurones d'association ou interneurones:** transmettent l'influx d'un neurone sensitif à un neurone moteur, les neurones d'association sont situés dans l'encéphale et la moelle épinière.

Environ 90 % des neurones du corps sont des neurones d'association.

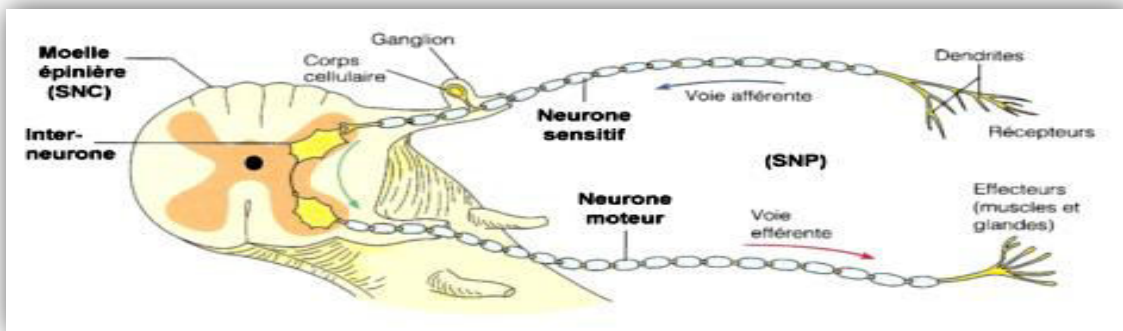


Figure 48. Le neurone sensitif, moteur et le neurone d'association

**2. Les cellules gliales (la névroglie)** les cellules qui soutiennent et protègent le système nerveux s'appellent la névroglie (névro: nerf, glie: glu) ou cellules gliales. Les cellules gliales sont généralement plus petites que les neurones, mais leur proportion est 5 à 10 fois plus élevée. Les **cellules gliales** comprennent plusieurs types cellulaires aux multiples fonctions dont certaines commencent à peine à être connues.

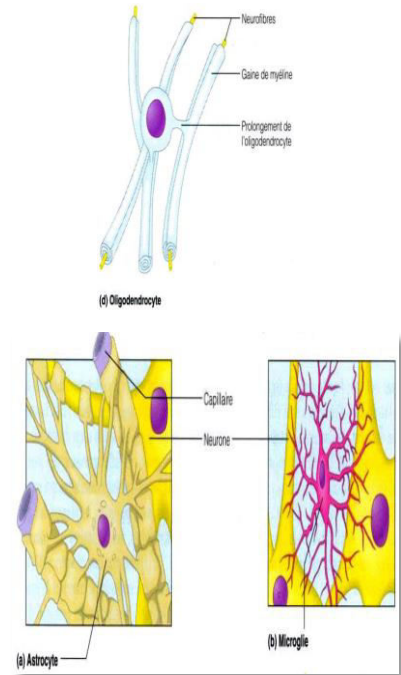
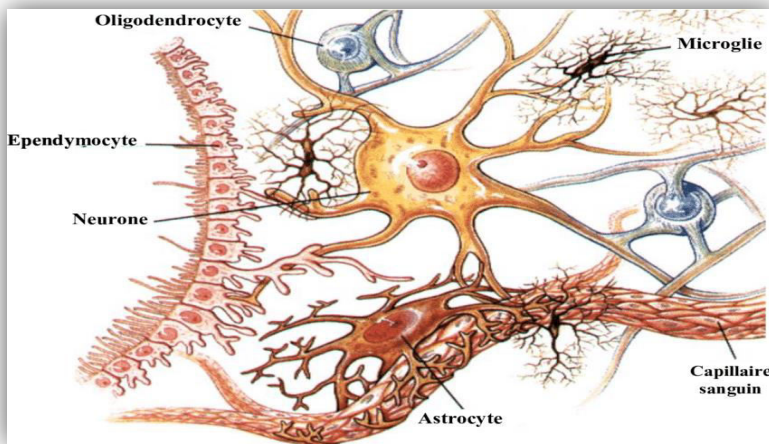


Figure 49. Les cellules gliales

❖ Au **niveau central (SNC)**, on en distingue trois types principaux.

➤ Les **oligodendrocytes** assurent la myélinisation des fibres nerveuses.

Il existe 2 principaux types d'oligodendrocytes :

- *l'oligodendrocyte clair* est présent chez le fœtus et le nouveau né ; il s'agit d'une cellule de grande taille, active, fréquemment en division ;

- *l'oligodendrocyte sombre* rencontré chez l'adulte est une cellule de petite taille, qui ne se divise pas.

Une forme intermédiaire, entre la cellule claire et la cellule sombre, serait présente chez l'adulte et donc capable, dans certaines circonstances, de synthétiser de la myéline.

➤ Les **astrocytes** : sont des cellules étoilées car elles sont pourvues de prolongements ramifiés qui occupent tout l'espace entre les neurones. Elles régulent la composition du

❖ liquide extracellulaire qui baigne les neurones et jouent également un rôle de soutien en participant à leur migration et à leur croissance au cours de leur développement. Très récemment, on a découvert qu'ils étaient aussi impliqués dans des mécanismes immunitaires.

❖ Les **cellules microgliales** qui sont en fait des macrophages chargés de nettoyer le tissu nerveux et de le débarrasser d'éventuels intrus.

❖ **Au niveau périphérique**, on en connaît un seul type représenté par les **cellules de Schwann** (du nom du physiologiste allemand Théodor Schwann qui les a observées à la fin du dix-neuvième siècle). Elles assurent la myélinisation à l'intérieur des nerfs et servent de support aux fibres dépourvues de myéline.

### C. La synapse

Dans les années 1950, le microscope électronique a montré clairement que les neurones sont des cellules indépendantes et qu'elles communiquent entre elles au niveau de régions particulières dénommées **synapses**. Ce terme, emprunté au grec *sunapsis* (= point de jonction). Donc, c'est le lieu de jonction entre deux neurones (ou entre un neurone et une glande ou une fibre musculaire).

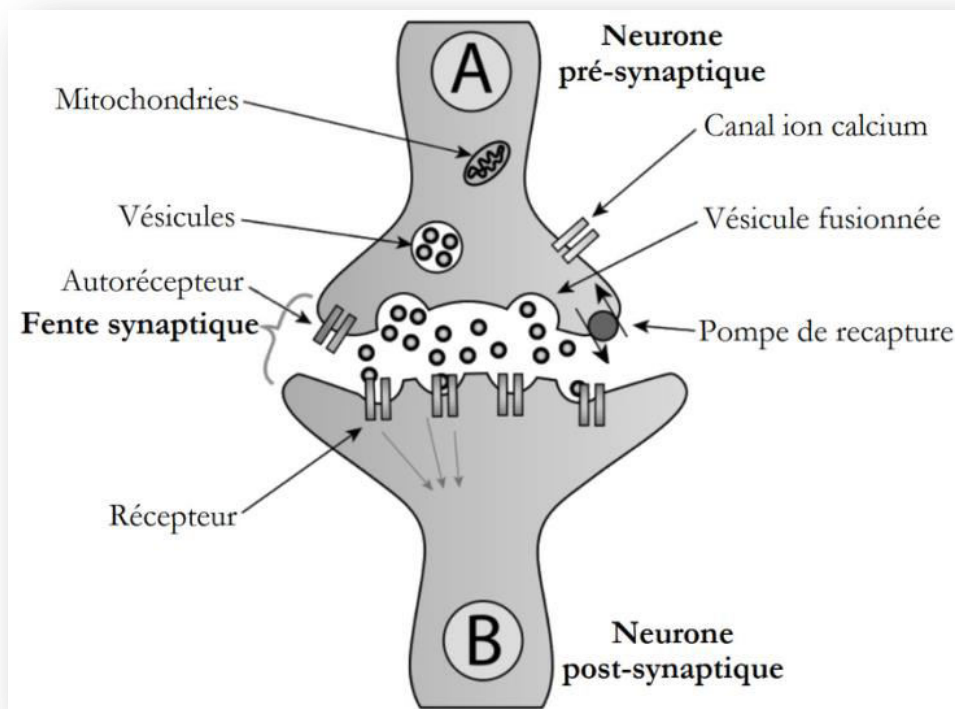


Figure 50. le synapse

Au niveau d'une synapse on distingue:

- Un **bouton pré-synaptique** appartenant à un premier neurone,
- Une **fente synaptique** séparant les deux neurones,
- Un **bouton post-synaptique** appartenant à un deuxième neurone.

<b>Liste de références</b>	
<b><i>Première partie : Embryologie</i></b>	
<b>01</b>	<b>Aberte M</b> , Jean foucrier (2009). Biologie du développement .7e édition Dunod paris
<b>02</b>	<b>Bouaziz A</b> (2014) . cours embryologie : folliculogénèse. Université d'Alger 1 Faculté de Médecine Première année Médecine et Médecine Dentaire
<b>03</b>	<b>Carlson B.M.</b> , 1981. Patten 's foundations of Embryology. <i>Mc Graw. Hill.</i> New York.
<b>04</b>	<b>Dadoune J-P</b> (2006).biologie de la reproduction humaine .les cours du PCEM. barnéoud France
<b>05</b>	<b>Edouard G</b> , virginie p ( 2004). embryologie biologie du développement et de la reproduction. Estem. France
<b>06</b>	<b>Gernigon T</b> ( 2003) embryologie générale humaine. Office des publication universitaire . ben aknoun (Alger)
<b>07</b>	<b>Gernigon T</b> , Khemici D, Lemdani F, benazzoug Y, Aouichat Sayah F( 2017). Cours illustré biologie animale :embryologie générale. office des publication universitaire.
<b>08</b>	<b>Jean MM</b> , Brigitte D (1997).embryologie et biologie du développement embryogénèse et développement de l'homme. ellipses. France
<b>09</b>	<b>Le moigne A</b> ( 1989). Biologie du développement : développement des oiseaux. 2 <sup>ème</sup> édition. Masson. Paris, (3-107).
<b>10</b>	<b>Le moigne A</b> (1979). Abrégé de biologie du développement. Masson France
<b>11</b>	<b>Michel P</b> , jran- RJ (2011). Biologie de la reproduction et du développement – UE2. PACES .ellipses . France
<b>12</b>	<b>Oumeddour A</b> (2018).cours Biologie Animale1ère année Biologie SNV. université de Gulma
<b>13</b>	<b>Sherwood</b> (2006). Physiologie humaine .2eme édition de boeck
<b>14</b>	<b>William j</b> , Larsen (2004). Embryologie humaine.2 <sup>e</sup> édition de boeck paris
<b>15</b>	<b>Zaneveld L. J.D</b> (1978). «The biology of human spermatozoa», <i>Obstetrics and Gynecology Annual</i> , vol. 7, pp. 15-40.
<b><i>Sites internet</i></b>	
<b>S1</b>	<a href="http://1213bopeups.free.fr/Files/19_biologie_du_developpement_1_.pdf">http://1213bopeups.free.fr/Files/19_biologie_du_developpement_1_.pdf</a>

<b>S2</b>	<a href="http://monbebepatience.eclablog.com/nidation-definition-et-symptomes-a118324670">http://monbebepatience.eclablog.com/nidation-definition-et-symptomes-a118324670</a>
<b>S3</b>	<a href="http://p.21-bal.com/biolog/3636/index.html">http://p.21-bal.com/biolog/3636/index.html</a>
<b>S4</b>	<a href="https://www.devenirgrand.com/glossaire/endometre/">https://www.devenirgrand.com/glossaire/endometre/</a>

### *Deuxième Partie : Histologie*

<b>01</b>	<b>Batigne S</b> , Damico S, La Lumière M ( 2008).Le Corps Humain : Comprendre Notre Organisme Et So Fonctionnement. Edition Québec Amérique Inc
<b>02</b>	<b>Coujard R</b> , Poirier J., Racadot J ( 1980).Précis D'histologie Humaine , Ed Masson.
<b>03</b>	<b>Keierszenbaum AL</b> (2002).Histologie Et Biologie Cellulaire.1 <sup>er</sup> Edition .De Boeck Université
<b>04</b>	<b>Kohler C</b> (2010).Cours :Histologie.Collègue Universitaire Et Hospitalier Des Histologistes,Embryologistes,Cytologistes Et Cytogénéticiens (CHEC)
<b>05</b>	<b>Kuhnel W</b> , Traduit Par Roos J(1991). Atlas De Poche d'Histologie , Flammarion Médecine Sciences.
<b>06</b>	<b>Messala N</b> (2013).polycopé histologie. Université de Mostaganem- faculté de Médecine
<b>07</b>	<b>Martin C</b> (2008). Histologie : les tissus. Niveau PAES. Université Pierre et Marie Curie. faculté de Médecine.
<b>08</b>	<b>Oumeddour A</b> (2018).cours Biologie Animale 1ère année Biologie SNV. université de Gulma
<b>09</b>	<b>Poirier J</b> , Ribadeau Dumas J.L..Histologie (1993). Editions Masson 4e Edition
<b>10</b>	<b>Poirier, J.L.</b> Ribadeau Dumas, M. Catala, J.M. Andre, R.K. Gherardi, Bernaudin J.F(1999). Histologie Moléculaire, Edition Masson
<b>11</b>	<b>Poirier M</b> , Catala, André J-M, Gherardi, Bernaudin J-F(2006). Histologie Les Tissus : PCEM1 . 3eme Edition Masson. France
<b>12</b>	<b>Stevenes A</b> , Lowe J (1997). Histologie Humaine. 2eme Edition .De Boeck Université Paris.
<b>13</b>	<b>Tortora G J</b> , Grabowski Sr (1993).Principe D'anatomie Et De Physiologie .2eme Edition De Boeck Université France.
<b>14</b>	<b>Young B</b> ,Lowe Js, Stevenes A, Heath JW( 2006).Atlas D'histologie Fonctionnelle De Weather .2eme Edition De Boeck.
<b>15</b>	<b>Young</b> , O'Dowd, Woodford (2015). Atlas D'histologie Fonctionnelle De Wheater. De Boeck Supérieur. France

<b>Sites Internet</b>	
<b>S1</b>	<a href="https://Www.Infirmiers.Com/Pdf/Cours-En-Vrac/Tissu-Osseux-Et-Os.Pdf">https://Www.Infirmiers.Com/Pdf/Cours-En-Vrac/Tissu-Osseux-Et-Os.Pdf</a>
<b>S2</b>	<a href="http://Campus.Cerimes.Fr/Histologie-Et-Embryologie_Medicales/Enseignement/Histologie1/Site/Html/Cours.Pdf">http://Campus.Cerimes.Fr/Histologie-Et-Embryologie Medicales/ Enseignement/Histologie1/ Site/Html/Cours. Pdf</a>
<b>S3</b>	<a href="http://Campus.Cerimes.Fr/Histologie-Et-Embryologie_Medicales/Enseignement/Histologie2/Site/Html/Cours.Pdf">http://Campus.Cerimes.Fr/Histologie-Et-Embryologie Medicales/ Enseignement/Histologie2/ Site/Html/ Cours. Pdf</a>
<b>S4</b>	<a href="http://Campus.Cerimes.Fr/Histologie-Et-Embryologie_Medicales/Enseignement/Histologie15/Site/Html/Cours.Pdf">http://Campus.Cerimes.Fr/Histologie-Et-Embryologie Medicales/Enseignement/Histologie15/Site/Html/Cours.Pdf</a>
<b>S5</b>	<a href="http://Coursplbichat-Lariboisiere.Weebly.Com/Uploads/8/0/7/9/807976/Cours_6_-_Tissus_Musculaires.Pdf">http://Coursplbichat-Lariboisiere.Weebly.Com/Uploads/8/0/7/9/807976/Cours_6_-_Tissus_Musculaires.Pdf</a>
<b>S6</b>	<a href="http://Teaching.Anhb.Uwa.Edu.Au/Mb140/">http://Teaching.Anhb.Uwa.Edu.Au/Mb140/</a>
<b>S7</b>	<a href="http://Univ-Nktt.Yolasite.Com/Resources/Tissu_Sanguin.Pdf">http://Univ-Nktt.Yolasite.Com/Resources/Tissu_Sanguin.Pdf</a>
<b>S8</b>	<a href="http://www.db-gersite.com/HISTOLOGIE/HISTGENE/histgen1/histgen2/histgen2b.htm">http://www.db-gersite.com/HISTOLOGIE/HISTGENE/histgen1/histgen2/histgen2b.htm</a>
<b>S9</b>	<a href="http://Www.Mic.Ki.Se/Anatomy.Html">http://Www.Mic.Ki.Se/Anatomy.Html</a>
<b>S10</b>	<a href="https://Coursexamens.Org/Images/Etudes_Superieures*/Veterinaire/Histologie/H2/Tissusanguin.Pdf">https://Coursexamens.Org/Images/Etudes_Superieures*/Veterinaire/Histologie/H2/Tissusanguin.Pdf</a>
<b>S11</b>	<a href="https://Opentextbc.Ca/Anatomyandphysiology/Chapter/4-2-Epithelial-Tissue/">https://Opentextbc.Ca/Anatomyandphysiology/Chapter/4-2-Epithelial-Tissue/</a>
<b>S12</b>	<a href="https://Www.Infirmiers.Com/Pdf/Sang.Pdf">https://Www.Infirmiers.Com/Pdf/Sang.Pdf</a>
<b>S13</b>	<a href="https://Www.Pinterest.Com/Pin/656329345669787002/">https://Www.Pinterest.Com/Pin/656329345669787002/</a>