



**PCEM1**

**THÈME III**  
**TISSUS ÉPITHÉLIAUX,**  
**DÉVELOPPEMENT**  
**EMBRYONNAIRE,**  
**TISSUS CONJONCTIFS**  
**ANATOMIE GÉNÉRALE**

---

**ANNÉE UNIVERSITAIRE 2022-2023**

# PLAN

<b>HISTOLO-EMBRYOLOGIE</b>	<b>3</b>
Les tissus épithéliaux	4
Embryologie générale	28
Les tissus conjonctifs	68
<b>ANATOMIE GÉNÉRALE</b>	<b>80</b>
Les bases de la connaissance anatomique	81
Appareil locomoteur	87
Appareil circulatoire	98
Appareil respiratoire	105
Appareil digestif	109
Appareil urinaire	122
Appareil génital	125
Appareil endocrinien	131
Appareil de l'innervation	135

**PCEM1**

**THÈME 3**  
**HISTOLOGIE-**  
**EMBRYOLOGIE**

# LES TISSUS ÉPITHÉLIAUX

## Les objectifs éducationnels

Au terme de ce cours, l'étudiant pourra :

1. Définir un épithélium
2. Citer les caractères généraux des épithéliums
3. Définir un épithélium de revêtement et un épithélium glandulaire
4. Définir un épithélium de revêtement simple
5. Indiquer les critères de classification des épithéliums de revêtement simples
6. Décrire ou représenter à l'aide de schémas les différents types d'épithéliums de revêtement simples en donnant un exemple pour chacun
7. Définir un épithélium de revêtement stratifié
8. Indiquer les critères de classification des épithéliums de revêtement stratifiés
9. Décrire ou représenter à l'aide de schémas les différents types d'épithéliums de revêtement stratifiés en donnant un exemple pour chacun
10. Identifier les différences et les similitudes entre un épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé et un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé
11. Indiquer les différences entre un épiderme de peau mince et un épiderme de peau épaisse
12. Citer les différentes étapes de l'évolution du kératinocyte
13. Définir un épithélium de revêtement pseudostratifié
14. Décrire ou représenter à l'aide de schémas un exemple de chacun des deux types d'épithéliums de revêtement pseudostratifié
15. Décrire ou représenter à l'aide de schémas l'histogenèse des glandes
16. Définir une glande exocrine et une glande endocrine
17. Citer les critères de classification des glandes exocrines
18. Définir une glande exocrine simple
19. Décrire ou représenter à l'aide de schémas les différentes variétés de glandes simples en citant un exemple de chacune
20. Définir une glande exocrine composée
21. Décrire ou représenter à l'aide de schémas les différentes variétés de glandes composées en citant un exemple de chacune
22. Citer les différentes variétés morphologiques de glandes endocrines en donnant un exemple de chacune de ces variétés
23. Indiquer les critères de classification des glandes endocrines
24. Citer les différentes phases de l'activité glandulaire
25. Décrire les différents modes d'extrusion des cellules glandulaires en donnant un ou plusieurs exemples pour chacun
26. Citer trois mécanismes de régulation de l'activité glandulaire
27. Citer trois modes de renouvellement des épithéliums en donnant un exemple pour chaque mode
28. Reconnaître sur diapositives et sur lames au microscope optique les différents épithéliums

## Prérequis

- 1) Techniques d'études cytologiques et histologiques
- 2) Schéma général de l'ultrastructure cellulaire

## PLAN

1. Définition
2. Généralités
3. Classification
4. Les épithéliums de revêtement
  - 4.1 Les épithéliums simples
  - 4.2 Les épithéliums pseudostratifiés
  - 4.3 Les épithéliums stratifiés
5. Les épithéliums glandulaires
  - 5.1 Histogenèse des glandes
  - 5.2 Les glandes exocrines
    - 5.2.1 Classification
    - 5.2.2 Quelques exemples
  - 5.3 Les glandes endocrines
  - 5.4 L'activité glandulaire
6. Renouvellement, migration et différenciation des cellules épithéliales

## 1. DÉFINITION

- Les tissus épithéliaux regroupent l'ensemble des épithéliums.
- Un épithélium est constitué de cellules juxtaposées, jointives (unies par des systèmes de jonction). Il est séparé du tissu conjonctif sous-jacent par une lame basale.
- Le tissu épithélial ne comporte pas de vaisseaux. Les échanges entre les cellules épithéliales et le sang s'effectuent à partir des vaisseaux du tissu conjonctif à travers la lame basale (Fig 1).

## 2. GÉNÉRALITÉS

- Les cellules épithéliales présentent une polarité qui se traduit par l'existence d'un pôle basal (du côté de la lame basale), d'un pôle apical (du côté de la surface de l'épithélium) et de faces latérales.
- Les systèmes de jonction permettent la cohésion des cellules (zonula occludens et adherens, macula adherens ou desmosomes) et les échanges intercellulaires (jonction gap) (voir thème 2). La disposition des jonctions intercellulaires est souvent en rapport avec la polarité des cellules épithéliales (exemple : zonula au niveau du pôle apical de certaines cellules, hémidesmosomes au pôle basal).
- Les cellules épithéliales peuvent présenter des différenciations de la membrane plasmique (Ffig 2 et 3) :
  - au niveau du pôle basal : invaginations
  - au niveau du pôle apical : microvillosités, cils, stéréocils, « cuticule »
  - au niveau des faces latérales : interdigitations

## 3. CLASSIFICATION

On distingue les épithéliums de revêtement et les épithéliums glandulaires :

- les épithéliums de revêtement tapissent la surface du corps (épiderme) ou les cavités de l'organisme. Ces cavités peuvent être :
  - soit ouvertes sur l'extérieur (exemple : le tube digestif, les voies respiratoires, les voies urinaires...)
  - soit fermées (exemple : vaisseaux sanguins, plèvre, péricarde, péritoine...)
- les épithéliums glandulaires élaborent des produits de sécrétion.

On doit toutefois remarquer que les épithéliums de revêtement peuvent comporter des cellules glandulaires et que certains épithéliums glandulaires bordent une cavité naturelle et sont donc également de revêtement.

## 4. LES ÉPITHÉLIUMS DE REVÊTEMENT

On classe les épithéliums de revêtement selon le nombre d'assises ou de strates cellulaires qu'ils comportent (Fig 1). On distingue :

- les épithéliums simples : ils comportent une seule assise de cellules qui reposent sur une lame basale
- les épithéliums stratifiés : ils comportent plusieurs assises de cellules superposées :
  - seule l'assise profonde est en relation avec la lame basale
  - les noyaux sont à des distances variables de la lame basale.

Quand il y a deux assises, on parle d'épithélium bistratifié.

- les épithéliums pseudostratifiés : ce sont des épithéliums simples à aspect stratifié.

## 4.1 LES ÉPITHÉLIUMS SIMPLES

On les classe selon la forme des cellules et selon la présence et la nature des différenciations membranaires apicales quand elles existent.

### A. LES ÉPITHÉLIUMS PAVIMENTEUX SIMPLES :

Les cellules sont aplaties. Le noyau ovalaire occupe une position centrale. Sur les coupes, la zone renfermant le noyau fait légèrement saillie dans la lumière. Les contours cellulaires sont souvent irréguliers. Le cytoplasme très mince est difficile à observer en microscopie optique (Fig 2).

**Exemple 1 :** l'épithélium qui revêt le mésentère, la plèvre ou le péricarde. Il est appelé « mésothélium » et ses cellules sont des « cellules mésothéliales ».

(Le mésentère rattache l'intestin grêle à la paroi postérieure de la cavité abdominale.)

**Exemple 2 :** l'épithélium qui revêt la face interne des vaisseaux sanguins et lymphatiques. Il est appelé « endothélium » et ses cellules sont des « cellules endothéliales » (Fig 2).

### B. LES ÉPITHÉLIUMS CUBIQUES SIMPLES (FIG 3C)

Les cellules sont approximativement aussi hautes que larges, à noyau arrondi central.

**Exemple 1 :** l'épithélium de surface de l'ovaire

**Exemple 2 :** l'épithélium du segment distal du néphron (dans le rein).

### C. LES ÉPITHÉLIUMS PRISMATIQUES SIMPLES

Les cellules sont plus hautes que larges. Le noyau, généralement ovoïde, est situé dans le tiers moyen ou basal de la cellule. On distingue :

- Les épithéliums prismatiques simples sans différenciations apicales :

**Exemple :** l'épithélium de revêtement de la surface interne de l'estomac ou de l'endocol.

- Les épithéliums prismatiques simples avec différenciations apicales :

- à plateau strié : Le plateau strié (en microscopie optique) correspond, en microscopie électronique, à de nombreuses microvillosités régulières, rectilignes, de même diamètre, disposées parallèlement de façon très ordonnée. Elles augmentent la surface d'échange au niveau du pôle apical.

**Exemple :** L'épithélium de revêtement de la face interne de l'intestin grêle est formé essentiellement de cellules prismatiques, les entérocytes à plateau strié (Fig 4).

- à bordure en brosse : La bordure en brosse est formée de nombreuses microvillosités plus longues et moins régulièrement disposées que dans le plateau strié.

**Exemple :** L'épithélium qui constitue la paroi du segment proximal du néphron (rein) est fait de cellules prismatiques à bordure en brosse (Fig 3b).

- à stéréocils : Les stéréocils sont des microvillosités de hauteur irrégulière ; les plus hautes sont situées au centre du pôle apical de la cellule.

**Exemple :** Le tube épидидymaire est revêtu par un épithélium prismatique à stéréocils (Fig 6).

- à cils : Les cils sont des expansions de la membrane cytoplasmique capables de mouvements.

**Exemple :** L'épithélium de revêtement de la face interne de la trompe utérine comporte des cellules ciliées. Leurs cils contribuent au mouvement du liquide tubaire (Fig 5).

## 4.2 LES ÉPITHÉLIUMS PSEUDOSTRATIFIÉS

Toutes les cellules reposent sur la lame basale, mais le pôle apical de certaines cellules n'atteint pas la surface de l'épithélium. Les noyaux sont à différents niveaux donnant un aspect « stratifié » à ces épithéliums. Il existe, chez l'Homme, deux types d'épithéliums pseudostratifiés.

### • LES ÉPITHÉLIUMS PSEUDOSTRATIFIÉS DE TYPE RESPIRATOIRE

Les cellules qui atteignent la surface sont des cellules ciliées et des cellules caliciformes à mucus. Cet épithélium comporte aussi de nombreuses cellules basales de forme triangulaire dont certaines assurent le renouvellement cellulaire.

**Exemple :** l'épithélium de revêtement de la trachée (Fig 7).

### • LES ÉPITHÉLIUMS PSEUDOSTRATIFIÉS DE TYPE URINAIRE (exemples : la vessie, l'uretère) (Fig 8)

Cet épithélium comporte des cellules de forme variable. Il est dit « polymorphe » :

- des cellules basales arrondies ou triangulaires
- des cellules « en massue » dont le manche se dirige vers la lame basale
- des cellules superficielles « en raquette », relativement volumineuses et parfois binucléées.

L'épithélium de type urinaire s'adapte au degré de distension de la paroi qu'il tapisse :

- lorsque la vessie est vide, l'épithélium est épais (Fig 8a)
- lorsque la vessie est pleine, l'épithélium est plus mince (Fig 8b)
- le pôle apical des cellules superficielles présente une « cuticule » faite d'une membrane plasmique épaissie qui dessine un trajet très irrégulier. Cette structure constitue une sorte de « réserve membranaire » qui explique l'adaptation de ces cellules à la distension de la paroi ; La cuticule a aussi un rôle de protection de l'épithélium contre les urines.

### 4.3 LES ÉPITHÉLIUMS STRATIFIÉS

Selon la forme des cellules de l'assise superficielle, on distingue les épithéliums pavimenteux stratifiés, les épithéliums cubiques stratifiés et les épithéliums prismatiques stratifiés.

#### 4.3.1 LES ÉPITHÉLIUMS PAVIMENTEUX STRATIFIÉS APPELÉS AUSSI ÉPITHÉLIUMS MALPIGHIENS

Si les cellules des couches les plus superficielles présentent des noyaux, l'épithélium est non kératinisé ; si les noyaux ont disparu et le cytoplasme se remplit de kératine, il est kératinisé.

##### a) Les épithéliums malpighiens non kératinisés (Fig 9a)

- La couche la plus profonde ou couche basale germinative comporte une à deux assises cellulaires. Ses cellules sont petites, cubiques ou prismatiques, à haut rapport nucléo-cytoplasmique et à cytoplasme basophile. Seules les cellules de l'assise la plus profonde présentent des hémidesmosomes avec la lame basale. Ces cellules se multiplient en « repoussant vers la surface les cellules situées dans les couches sus-jacentes, assurant le renouvellement de l'épithélium.
- Les cellules se déplacent vers la surface de l'épithélium en subissant des modifications. Elles augmentent de taille, prennent une forme polyédrique. Leur cytoplasme devient plus abondant et le rapport nucléo-cytoplasmique diminue. Autour de ces cellules polyédriques, des ponts ou « épines intercellulaires » sont visibles au microscope optique. Au microscope électronique, chaque épine intercellulaire correspond à deux expansions cytoplasmiques « reliées » entre elles par un desmosome. La couche cellulaire faite de cellules à épines est appelée couche spinocellulaire.
- Puis les cellules s'aplatissent progressivement pour devenir pavimenteuses au niveau des assises superficielles. Le cytoplasme devient moins abondant, le noyau diminue de taille et se densifie (noyau pycnotique), mais persiste même dans les cellules les plus superficielles qui s'éliminent en surface, formant la couche desquamante.

En résumé, l'épithélium malpighien non kératinisé est formé :

- o d'une couche basale germinative
- o d'une couche moyenne spinocellulaire
- o d'une couche superficielle de cellules pavimenteuses comportant des noyaux

**Exemple :** l'épithélium de la surface interne de l'œsophage ou du vagin

##### b) Les épithéliums malpighiens kératinisés

**Exemple :** L'épiderme (Fig 9b)

La majorité des cellules de l'épiderme sont des kératinocytes qui vont suivre le processus de kératinisation.

- La couche basale germinative est similaire à celle de l'épithélium non kératinisé.
- La couche spinocellulaire est très riche en épines ou ponts intercellulaires (Fig 9).
- La couche granuleuse qui se trouve après la couche spinocellulaire est caractérisée par des cellules aplaties dont le cytoplasme est chargé en grains basophiles de kératohyaline. Les noyaux sont encore présents. Elle est formée de plusieurs assises dans l'épiderme de la peau épaisse et d'une seule assise discontinue dans l'épithélium de la peau fine.
- La couche cornée : ses cellules très aplaties perdent leur noyau et leur cytoplasme se charge de plus en plus en kératine. Les « cellules » les plus superficielles de la couche cornée s'éliminent par petits lambeaux (desquamation).

##### Remarques sur les épithéliums malpighiens :

- le nombre d'assises cellulaires constituant chacune des couches est très variable d'un épithélium à un autre.
- Tous ces épithéliums assurent une protection mécanique du fait de leur épaisseur et de leur solidité due à l'abondance des jonctions intercellulaires (hémidesmosomes et desmosomes).

#### 4.3.2 LES ÉPITHÉLIUMS STRATIFIÉS CUBIQUES

**Exemple :** le canal excréteur des glandes sudoripares (Fig 10) à deux assises cellulaires (épithélium bistratifié cubique).

#### 4.3.3 LES ÉPITHÉLIUMS STRATIFIÉS PRISMATIQUES

**Exemple :** L'épithélium de l'urètre pénien (Fig 11).

## 5. LES ÉPITHÉLIUMS GLANDULAIRES

Ils répondent à la définition des épithéliums et sont spécialisés dans la sécrétion de produits destinés à être utilisés par d'autres cellules ou organes.

### 5.1 HISTOGENÈSE DES GLANDES (FIG 12)

Embryologiquement, les tissus glandulaires dérivent d'un épithélium de revêtement de surface. À partir de cet épithélium de revêtement, un bourgeon épithélial plein se développe par multiplication cellulaire et s'enfonce dans le tissu conjonctif embryonnaire sous-jacent, appelé tissu mésenchymateux. Ce bourgeon peut :

- soit rester attaché à l'épithélium de surface par l'intermédiaire d'un cordon plein qui se creusera en un canal excréteur. L'ensemble constitue une glande exocrine qui déverse ses produits de sécrétion dans une cavité naturelle ou à la surface du corps.
- soit se séparer de l'épithélium de surface et être envahie par de nombreux vaisseaux sanguins. L'ensemble constitue une glande endocrine qui déverse ses produits de sécrétion dans le sang.

### 5.2 LES GLANDES EXOCRINES

Elles sont formées d'une portion sécrétrice (cellules spécialisées dans l'élaboration de produits de sécrétion) et, quand elle existe, d'une portion excrétrice constituée par un ou plusieurs canaux excréteurs.

Pour classer les glandes exocrines, plusieurs critères sont utilisés, dans l'ordre :

- la présence, le nombre et le caractère simple ou ramifié de la portion excrétrice
- la forme et l'organisation de la portion sécrétrice
- la nature du produit de sécrétion

#### 5.2.1 CLASSIFICATION

##### a) selon l'organisation de la portion excrétrice

On distingue deux grands groupes :

- les glandes simples : une glande est dite « simple » lorsqu'elle ne possède pas de canal excréteur ou bien qu'elle possède un seul canal excréteur non ramifié.
- les glandes composées : une glande est dite « composée » lorsqu'elle possède un ou plusieurs canaux excréteurs ramifiés (fig 16).
  - Pour les glandes volumineuses qui constituent de véritables organes, le tissu glandulaire est compartimenté par des cloisons conjonctives en lobes, eux-mêmes divisés en lobules.
  - La portion excrétrice est organisée en « arbre excréteur ». Les canaux de petit diamètre qui font suite aux portions sécrétrices sont dits intralobulaires, car ils sont situés dans les lobules. Le premier de ces canaux intralobulaires, le plus petit est appelé « canal intercalaire ». Ces petits canaux sont drainés par des canaux de plus en plus larges situés dans les cloisons conjonctives entre les lobules : ce sont des canaux interlobulaires. Ces derniers confluent pour former des canaux de plus en plus larges jusqu'au canal collecteur.
  - La hauteur de l'épithélium des canaux excréteurs augmente généralement avec le calibre : il est pavimenteux ou cubique simple pour les canaux les plus petits, devient prismatique simple, pseudostratifié voire stratifié pour les canaux collecteurs.

##### b) selon l'organisation de la portion sécrétrice

###### - les glandes tubuleuses (Fig 14 a, b, c)

Leur portion sécrétrice a la forme d'un tube plus ou moins allongé. L'épithélium glandulaire est constitué d'une assise de cellules dont le pôle apical est du côté de la lumière du tube. Le tube peut être droit, contourné, ramifié ou non, à lumière plus ou moins large.

###### - les glandes acineuses (fig 14 d)

Leur portion sécrétrice est une petite formation sphérique ou ovoïde appelée « acinus » qui est constituée d'une assise de cellules pyramidales en contact avec une lumière centrale étroite. À l'acinus fait suite un canal excréteur dont le diamètre est plus petit que celui de l'acinus (le canal intercalaire), tapissé par un épithélium pavimenteux ou cubique simple.

###### - les glandes tubulo-acineuses (fig 14 e)

La portion sécrétrice est formée par un acinus prolongé par un tube, suivie par le canal excréteur.

###### - les glandes alvéolaires (fig 14 f)

La portion sécrétrice a la forme d'un sac arrondi à lumière importante par rapport à celle de l'acinus.



#### - les glandes tubulo-alvéolaires (fig 14 g)

La portion sécrétrice est formée d'une alvéole prolongée par un tube. La lumière est très large et l'épithélium est cubique à prismatique simple.

#### c) selon la nature du produit de sécrétion

Il existe une grande variété de sécrétions glandulaires, et l'aspect morphologique de la cellule sécrétrice varie en fonction de la nature du produit sécrété.

#### - les cellules glandulaires à sécrétion séreuse (fig 13 a)

Elles sécrètent surtout des produits de nature protéique (par exemple des enzymes). Elles sont généralement pyramidales ou prismatiques; leur noyau arrondi occupe la partie moyenne ou basale de la cellule. Avec les colorations habituelles (hématoxyline-éosine), les grains de sécrétion sont colorés et occupent le pôle apical alors que le pôle basal est basophile (bleu) en raison de sa richesse en ergastoplasme. L'appareil de Golgi est préférentiellement supranucléaire.

#### - les cellules glandulaires à sécrétion muqueuse (fig 13 b)

Elles sécrètent des mucus, produits glucidiques riches en mucopolysaccharides (MPS). Elles présentent souvent un noyau aplati ou arrondi, dense rejeté au pôle basal. Tout le reste de la cellule est occupé par le mucus, ce qui explique le caractère P.A.S. positif du cytoplasme (le P.A.S. est une coloration histochimique qui met en évidence les résidus glucidiques). Avec la coloration habituelle (hématoxyline-éosine), le cytoplasme présente un aspect clair, car le mucus n'est pas coloré.

#### - Les cellules glandulaires à sécrétion particulière

Trois exemples :

- les cellules des glandes sébacées de la peau élaborent du sébum, substance de nature lipidique (fig 16d et paragraphe 5.2.2)
- les cellules des glandes sudoripares de la peau élaborent la sueur, substance riche en eau et en sels minéraux (fig 15 d et paragraphe 5.2.2)
- les cellules des glandes mammaires en période d'activité élaborent le lait, substance qui associe des glucides, des lipides et des protéines (fig 19, 20 et paragraphe 5.2.2).

### 5.2.2 QUELQUES EXEMPLES DE GLANDES EXOCRINES

#### a) Glandes simples

##### • La glande de Lieberkhun de l'intestin (fig 15 a) :

C'est une **glande simple tubuleuse droite sans canal excréteur**. Son épithélium est formé principalement de trois types cellulaires :

- des entérocytes à plateau strié
- des cellules caliciformes à mucus
- des cellules de Paneth, cellules séreuses situées au fond de la glande et élaborant des enzymes.

Les produits de sécrétion sont déversés dans la lumière de la glande, et arrivent dans la lumière intestinale sans passer par un canal excréteur.

##### • La glande sudoripare de la peau (fig 15 d) :

C'est une **glande simple tubuleuse contournée à sécrétion particulière**. La portion sécrétrice a la forme d'un tube très long et contourné, constitué d'une assise de cellules glandulaires cubiques ou prismatiques associées à des cellules myoépithéliales. Ces cellules myoépithéliales sont situées entre la lame basale et les cellules glandulaires; elles sont aplaties, de forme étoilée, à cytoplasme éosinophile (coloré en rose par l'éosine). Elles sont riches en myofilaments et leur contraction favorise l'élimination des produits de sécrétion. La portion excrétrice présente un épithélium cubique bistratifié.

##### • La glande sébacée de la peau (fig 14 f) :

C'est une **glande simple alvéolaire pleine**. Sa portion sécrétrice a une forme alvéolaire, mais sans lumière. Les cellules proches de la lame basale sont petites, cubiques, à haut rapport nucléo-cytoplasmique. Leur noyau est arrondi, à chromatine fine et leur cytoplasme est basophile. Elles constituent la couche germinative, siège de mitoses et en continuité avec celle de l'épiderme. Au cours de leur évolution centripète, les cellules glandulaires augmentent de taille, se chargent en vacuoles lipidiques cytoplasmiques et leur noyau devient pycnotique. La cellule glandulaire parvenue au centre de la glande n'est plus qu'un sac de sébum qui va être entièrement éliminé dans le canal excréteur tapissé par un épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé. La glande sébacée est souvent annexée au poil et le sébum éliminé dans la gaine du poil chemine vers la surface de la peau. Plusieurs portions sécrétrices sont souvent drainées par un seul canal excréteur : il s'agit d'une glande ramifiée.

Trois autres cas particuliers peuvent être rattachés aux glandes simples :

- Les cellules exocrines isolées, disséminées dans un épithélium de revêtement (fig15a et b).

**Exemple** : les cellules caliciformes à mucus de l'épithélium de revêtement des villosités intestinales ou de l'épithélium respiratoire.

- Les cellules exocrines regroupées au sein d'un épithélium de revêtement

**Exemple** : les glandes intraépithéliales de Littre sont des glandes muqueuses situées au sein de l'épithélium de revêtement de l'urètre masculin.

- Un épithélium de revêtement dont toutes les cellules sont glandulaires.

**Exemple** : l'épithélium de revêtement de la surface interne de l'estomac : il est formé d'une assise de cellules prismatiques à sécrétion muqueuse P.A.S. positive (fig 15 c).

## b) Glandes composées

- *Le pancréas exocrine (fig 17) :*

C'est une **glande composée acineuse séreuse**. Les portions sécrétrices sont des acini séreux qui ne comportent pas de cellules myoépithéliales. La lumière de l'acinus est très petite et souvent occupée par une ou plusieurs cellules centroacineuses, à noyau clair. Ces petites cellules correspondent à la portion intra-acineuse du canal intercalaire. Le pancréas exocrine est lobulé et les canaux excréteurs sont très ramifiés.

- *La glande sous-maxillaire (fig 18) :*

C'est une **glande salivaire composée tubulo-acineuse séromuqueuse**. Les portions sécrétrices sont des acini et des tubulo-acini séreux et muqueux (glande « mixte ») à prédominance séreuse. Certains tubulo-acini associent des cellules muqueuses et des cellules séreuses. Ces dernières sont groupées au fond du tubulo-acinus, constituant un « croissant de Gianuzzi ». Des cellules myoépithéliales sont retrouvées entre les cellules glandulaires et la lame basale. La glande sous-maxillaire est lobulée et ses canaux excréteurs sont très ramifiés.

- *La glande mammaire (fig 19) :*

C'est une **glande composée tubulo-alvéolaire à sécrétion particulière**, présentant des cellules myoépithéliales. La portion sécrétrice est tubulo-alvéolaire ; les cellules glandulaires sont doublées par des cellules myoépithéliales. Les canaux excréteurs intralobulaires sont très ramifiés et présentent un épithélium cubique ou prismatique simple doublé par des cellules myoépithéliales. Les canaux excréteurs interlobulaires et interlobaires encore appelés « canaux galactophores » ont un épithélium cubique simple ou stratifié.

## 5.3 LES GLANDES ENDOCRINES

Pour classer les glandes endocrines, on peut considérer différents critères :

- leur origine embryologique
- la nature peptidique ou stéroïde du produit de sécrétion
- leur morphologie

L'étude des glandes endocrines fera l'objet du thème 12 en 2<sup>ème</sup> année. Nous n'envisagerons ici que le critère morphologique. On distingue (fig 21) :

### 5.3.1 LES GLANDES VÉSICULAIRES OU FOLLICULAIRES

**Exemple** : la thyroïde

Elle est formée de vésicules irrégulièrement sphériques, constituées de cellules glandulaires cubiques ou prismatiques autour d'une lumière remplie de colloïde.

### 5.3.2 GLANDE RÉTICULÉE

**Exemple** : la parathyroïde

Les cellules glandulaires parathyroïdiennes forment des cordons anastomosés, délimités par une lame basale et séparés par de fines cloisons conjonctives richement vascularisées.

### 5.3.3 GLANDE EN ÎLOTS

**Exemple** : le pancréas endocrine

Les îlots de Langerhans forment des amas de cellules épithéliales entre lesquelles se trouve un tissu conjonctif richement vascularisé.

**N.B.** Le pancréas qui a des régions exocrines et des régions endocrines est une glande « amphicrine ».

### 5.3.4 GLANDE EN THÈQUES

**Exemple** : les follicules ovariens

Les follicules ovariens évolutifs comportent une organisation périphérique en thèque interne et thèque externe.

### 5.3.5 EN PETITS AMAS CELLULAIRES

**Exemple :** les cellules de Leydig du testicule

Ces cellules sont parfois groupées en amas dans le tissu conjonctif situé entre les tubes séminifères.

### 5.3.6 EN MASSE PLEINE

**Exemple :** les corps jaunes progestatifs et gestatifs

### 5.3.7 GLANDE ENDOCRINE « DIFFUSE »

De nombreuses cellules endocrines sont disséminées dans l'épithélium de plusieurs organes. Les muqueuses digestives et respiratoires sont parmi les plus riches. Ces cellules endocrines disséminées sont regroupées sous la dénomination de Système Endocrinien Diffus.

## 5.4 L'ACTIVITÉ GLANDULAIRE

### 5.4.1 LES DIFFÉRENTES PHASES DE L'ACTIVITÉ GLANDULAIRE

L'activité glandulaire comprend souvent quatre étapes qui se succèdent dans le temps, ce qui se répercute sur l'aspect de la cellule glandulaire :

#### a) L'ingestion

La cellule glandulaire capte les molécules simples apportées par le sang à travers le tissu conjonctif. L'ingestion implique donc une vascularisation adaptée aux besoins.

#### b) La synthèse

La synthèse des produits de sécrétion est effectuée grâce aux informations génétiques.

- pour les protéines et les glycoprotéines, cette synthèse nécessite des polysomes, du REG, un appareil de Golgi et des mitochondries qui fournissent l'énergie nécessaire. De l'appareil de Golgi bourgeonnent des vésicules de sécrétions qui subissent ensuite une maturation en se rapprochant de la membrane plasmique.
- Pour les lipides, le réticulum lisse et les mitochondries sont les principaux organites impliqués.

#### c) Le stockage (éventuel)

La mise en réserve des grains de sécrétion témoigne d'un excédent de synthèse sur la libération des produits de sécrétion. Cette mise en réserve peut être temporaire (la cellule de l'acinus pancréatique juste avant ou juste après un repas) ou définitive. Dans ce dernier cas, la cellule peut procéder à la destruction du stock par autophagie.

#### d) L'extrusion

C'est la libération du produit de sécrétion

- pour les glandes exocrines, il existe trois modes d'extrusion différents :

##### \* le mode mérocrine (fig 20 a)

C'est le mode le plus fréquent. Les vésicules de sécrétion migrent vers le pôle apical, fusionnent avec la membrane plasmique et libèrent leur produit à l'extérieur (phénomène d'exocytose).

Exemples : le pancréas exocrine, les glandes salivaires, les cellules caliciformes à mucus, la composante protéique et glucidique de la glande mammaire.

##### \* le mode apocrine (fig 20 b)

L'exemple choisi est la glande mammaire active. La composante lipidique du lait est synthétisée et stockée au pôle apical des cellules glandulaires. La partie apicale de la cellule glandulaire, chargée en produits de sécrétion est éliminée et la partie basale de la cellule (comportant le noyau et les organites) persiste et permettra de nouvelles synthèses.

##### \* le mode holocrine (fig 20 c)

La cellule entière est éliminée avec son produit de sécrétion.

**Exemple :** la glande sébacée.

- Pour les glandes endocrines à sécrétion protéiques ou glycoprotéiques, l'extrusion se fait selon le mode mérocrine.
- Pour les glandes endocrines à sécrétion stéroïde, la libération se fait par diffusion à travers la membrane plasmique.

### 5.4.2 LA RÉGULATION DE L'ACTIVITÉ GLANDULAIRE

Pour l'harmonie générale de l'organisme, l'activité des cellules glandulaires est sous contrôle d'un certain nombre de mécanismes dont l'analyse est souvent difficile en raison de multiples interférences. Schématiquement, la régulation se fait par trois mécanismes :

- Régulation par des hormones peptidiques qui stimulent ou inhibent l'activité glandulaire (exemple du contrôle de l'activité ovarienne par des hormones de l'adénohypophyse).
- Régulation par des hormones stéroïdes (exemple du développement et de la sécrétion des glandes de l'endomètre utérin par les hormones stéroïdes sexuelles).
- Régulation par le système nerveux (exemple de la sécrétion de la sueur sous l'action d'un stress).

Il existe d'ailleurs des relations étroites entre les cellules glandulaires, les cellules myoépithéliales, quand elles existent, et des terminaisons nerveuses.

## 6. RENOUVELLEMENT, MIGRATION ET DIFFÉRENCIATION DES CELLULES ÉPITHÉLIALES

### - Les épithéliums se renouvellent continuellement.

Cela suppose l'élimination des cellules les plus âgées et leur remplacement par des cellules plus jeunes produites par mitoses et qui se différencient progressivement (ce qui nécessite des facteurs de croissance et de différenciation).

### - La vitesse de renouvellement varie selon l'épithélium.

Ainsi l'épithélium des villosités intestinales se renouvelle très rapidement, en quelques jours; alors que l'épithélium de l'épiderme se renouvelle en quelques semaines, et l'épithélium antérieur de la cornée en quelques années.

### - Les mécanismes de renouvellement varient selon l'épithélium

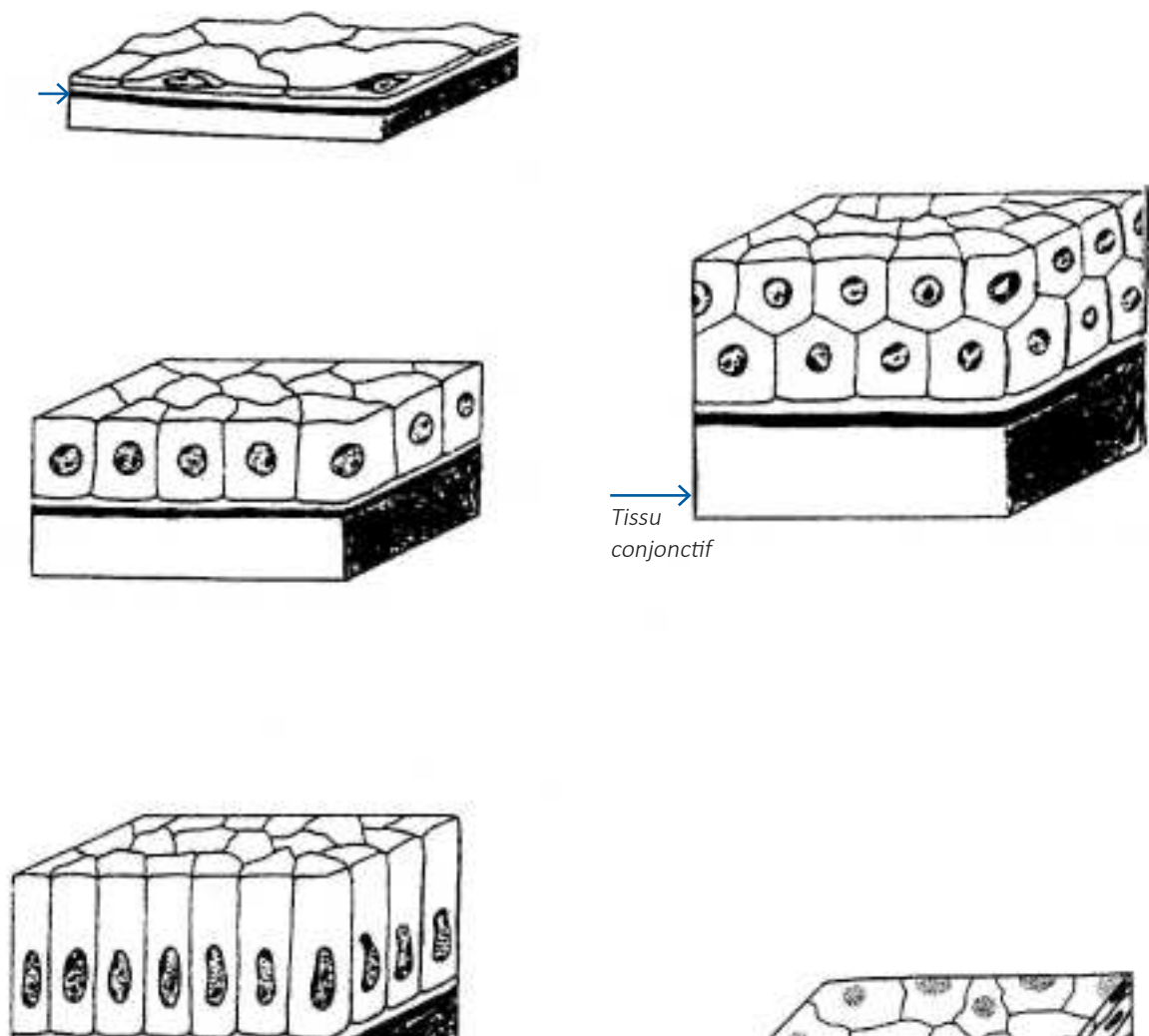
**Exemple 1 :** Dans l'épithélium pavimenteux stratifié, ce sont les cellules de la **couche germinative** qui se divisent. Certaines en migrant vers la surface, deviennent polyédriques puis s'aplatissent et enfin desquament à la surface de l'épithélium. Les cellules fournies par la couche germinative compensent les cellules desquamées en surface.

**Exemple 2 :** Pour l'épithélium de revêtement des villosités intestinales, c'est dans **une petite zone des glandes de Lieberkühn** que se trouvent les cellules capables de se diviser et de donner tous les types cellulaires de l'épithélium des glandes et des villosités. Les cellules vieilles sont éliminées à l'apex des villosités et sont remplacées par un système de « tapis roulant » (fig 22).

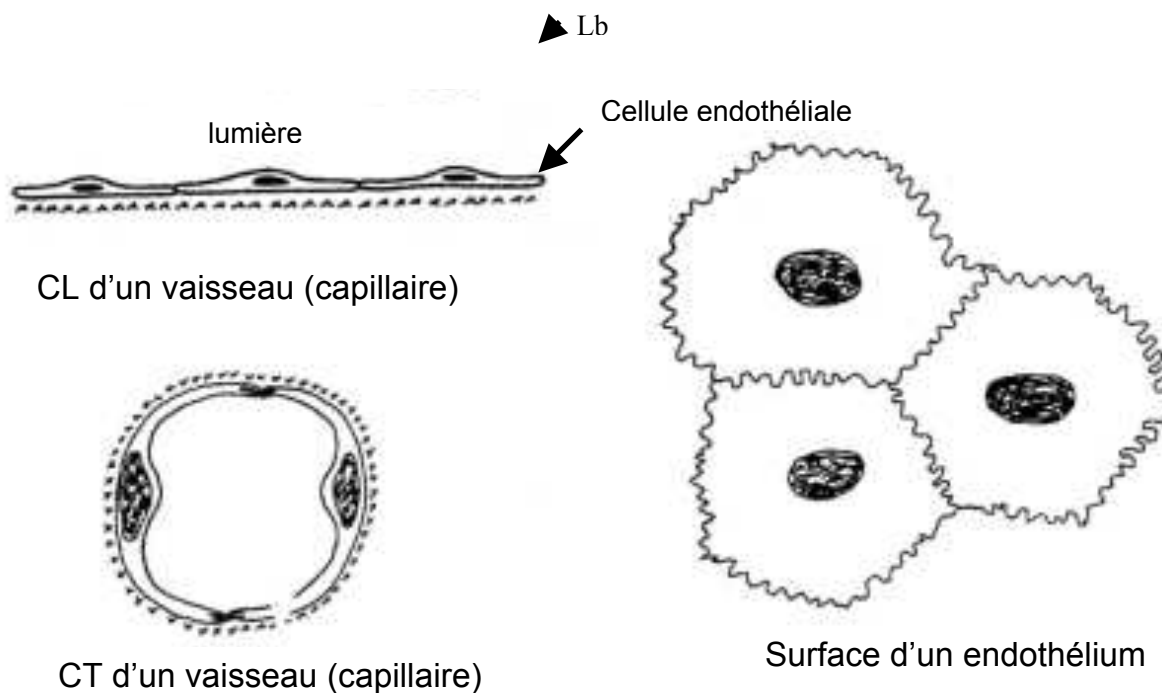
**Exemple 3 :** Dans l'épithélium de type urinaire, les **cellules basales arrondies ou triangulaires** se divisent et assurent, après différenciation, le remplacement des cellules vieillies éliminées en surface.

Le renouvellement des épithéliums est contrôlé par des mécanismes très complexes.

Fig 1 : Classification des épithéliums de revêtement selon le nombre d'assises cellulaires et la forme des cellules



**Fig 2 : Épithélium pavimenteux simple : endothélium**



**Fig 3 : a) schéma d'un néphron**

**b) tube contourné proximal : ép prismatique simple à bordure en brosse**

**c) tube contourné distal : épithélium cubique simple**

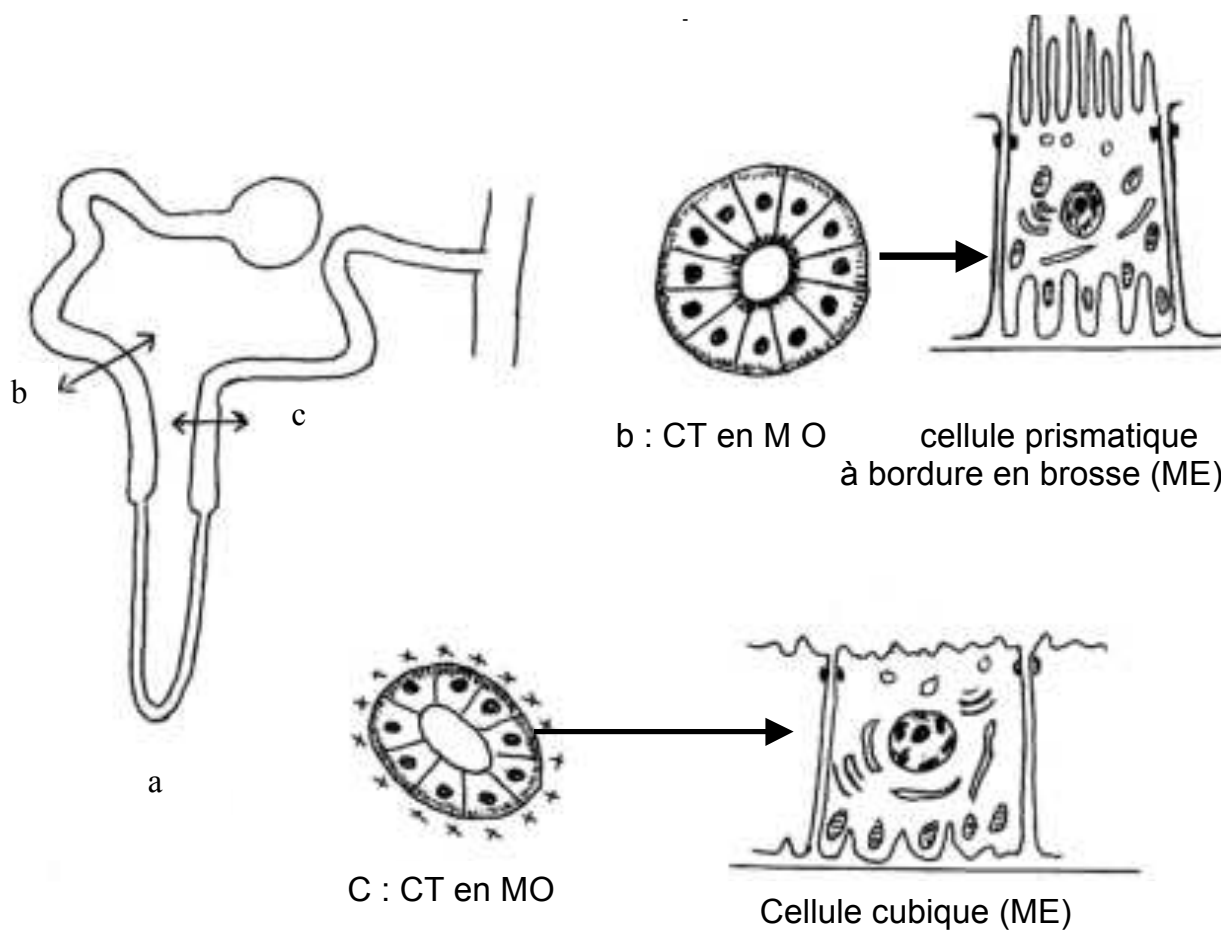


Fig 4 : épithélium prismatic simple à plateau strié de l'intestin

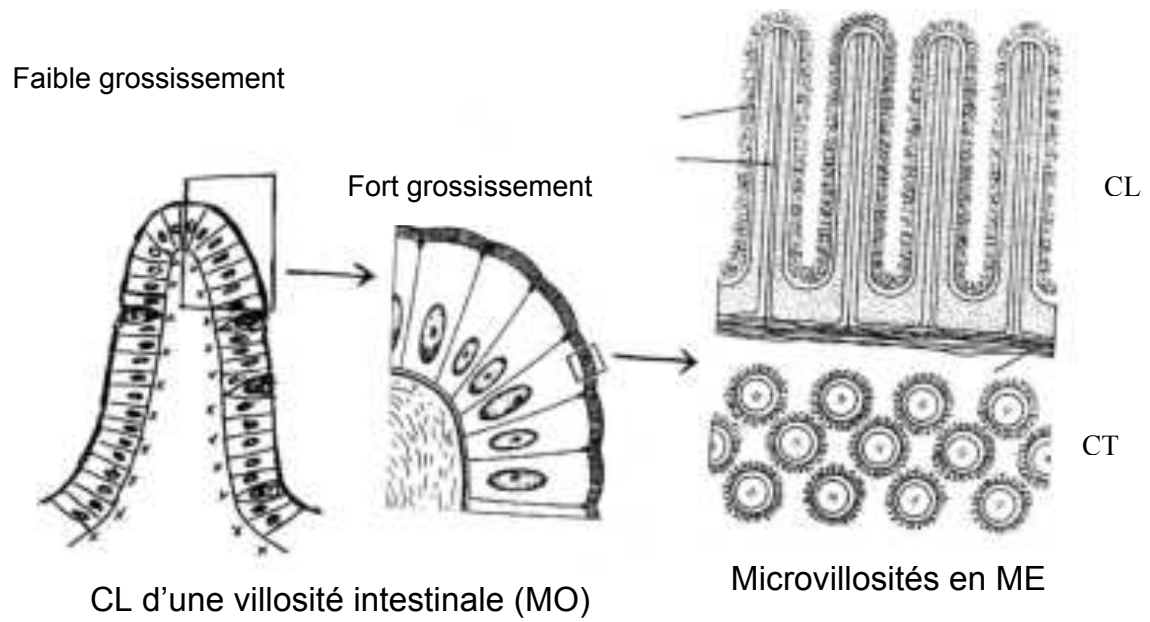


Fig 5 : épithélium prismatic simple cilié de la trompe

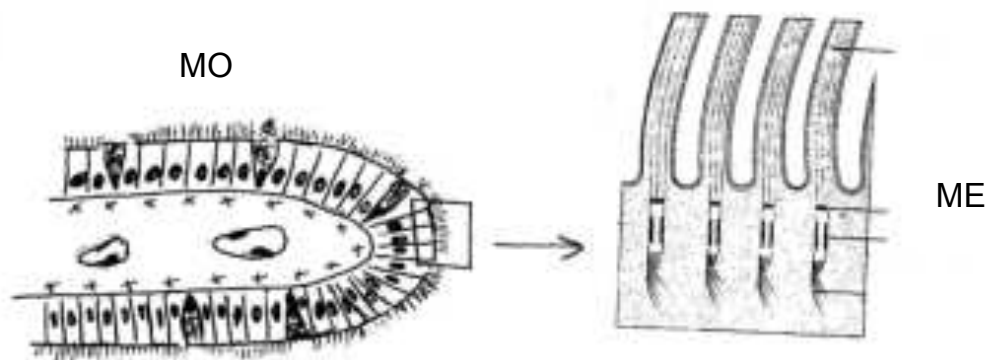


Fig 6 : épithélium prismatic simple à stéréocils du canal épидидymaire

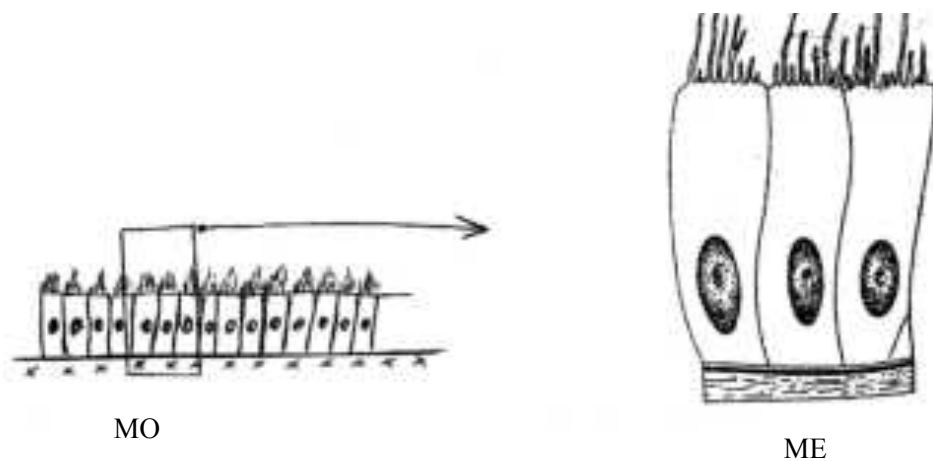




Fig 7 : épithélium pseudostratifié cilié de type respiratoire

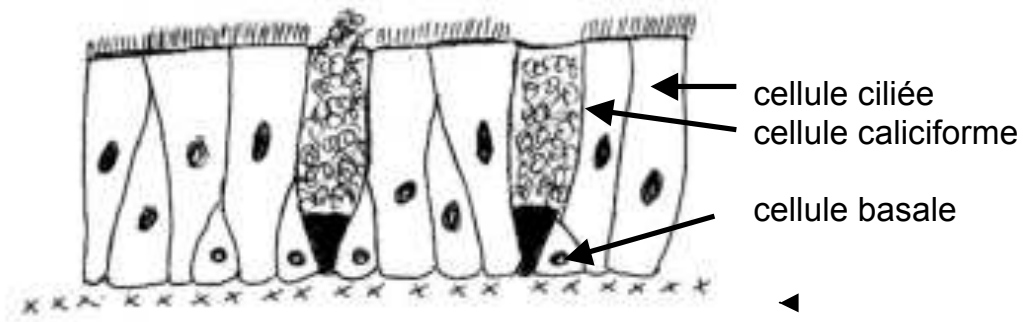
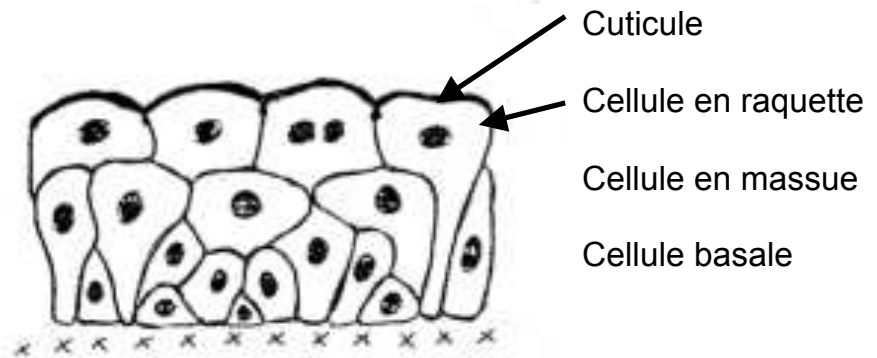


Fig 8 : épithélium pseudostratifié de type urinaire



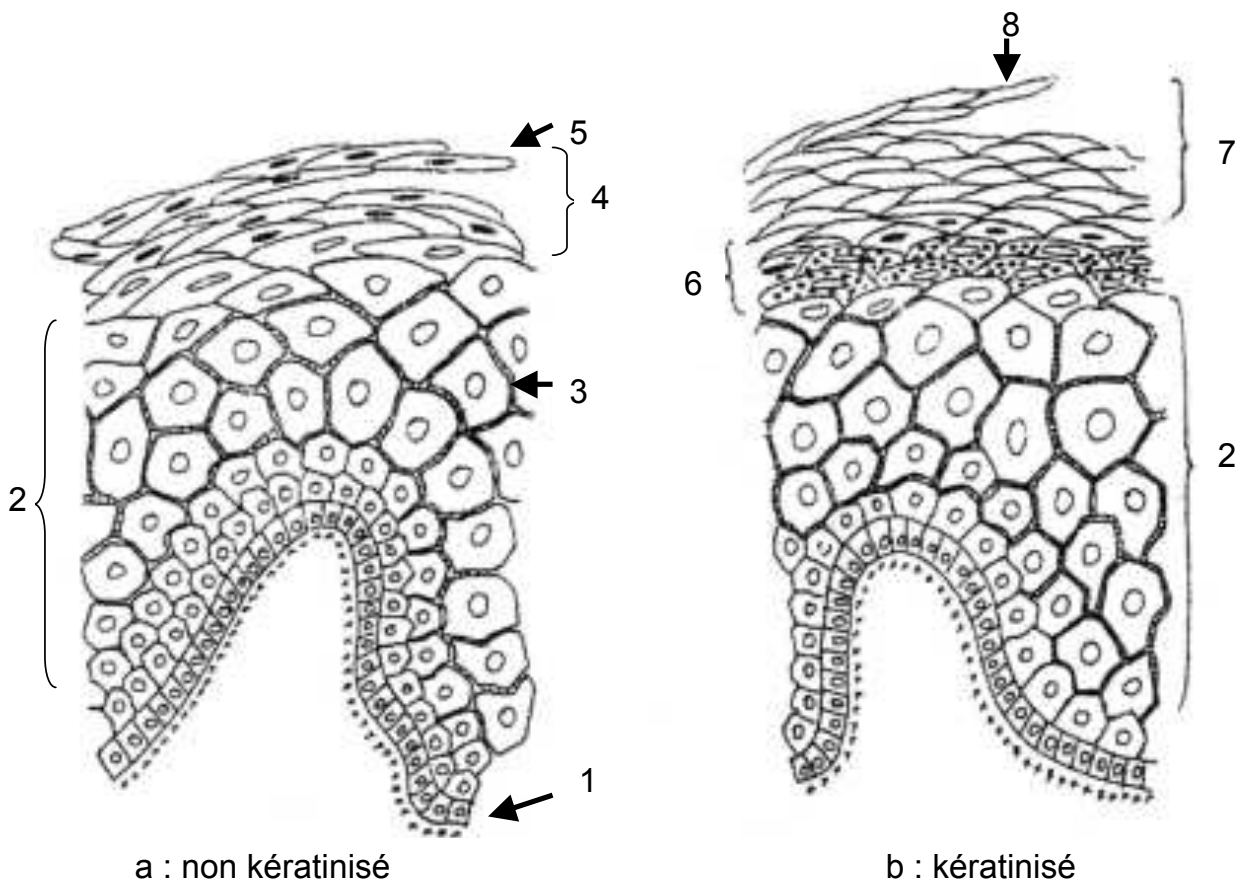
a : vessie vide



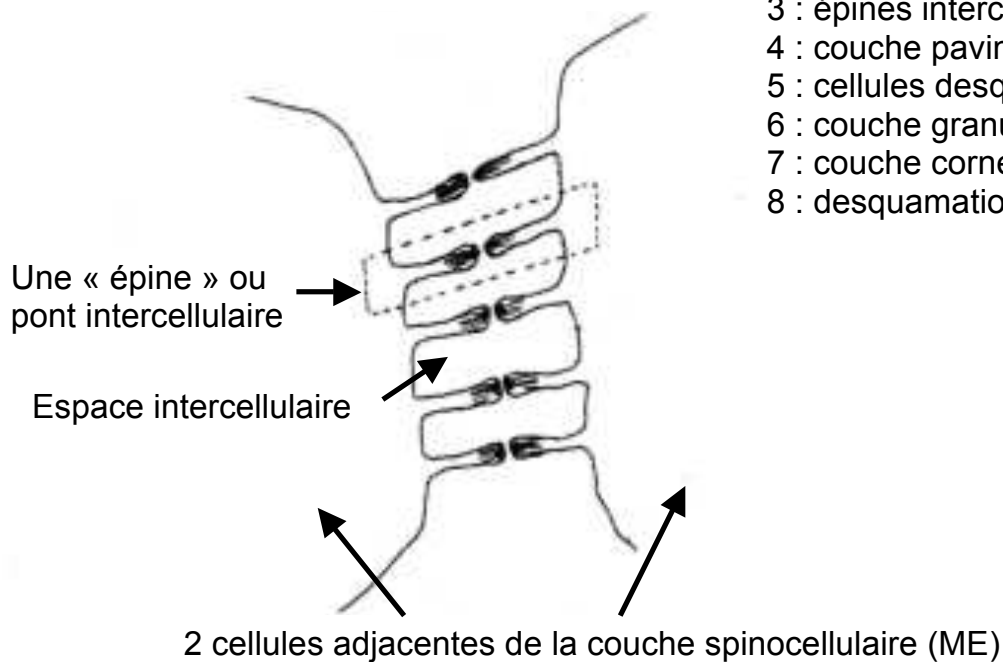
b : vessie pleine



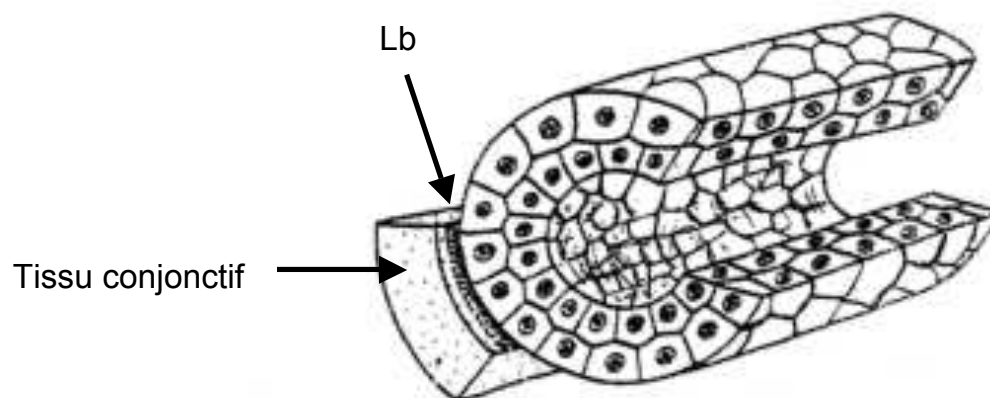
Fig 9 : épithéliums pavimenteux stratifiés (malpighiens)



- 1 : couche germinative
- 2 : couche spinocellulaire
- 3 : épines intercellulaires
- 4 : couche pavimenteuse
- 5 : cellules desquamantes
- 6 : couche granuleuse
- 7 : couche cornée
- 8 : desquamation cellulaire



*Fig 10 : aspect tridimensionnel d'un épithélium cubique bistratifié*



*Fig 11 : aspect tridimensionnel d'un épithélium prismatique stratifié*

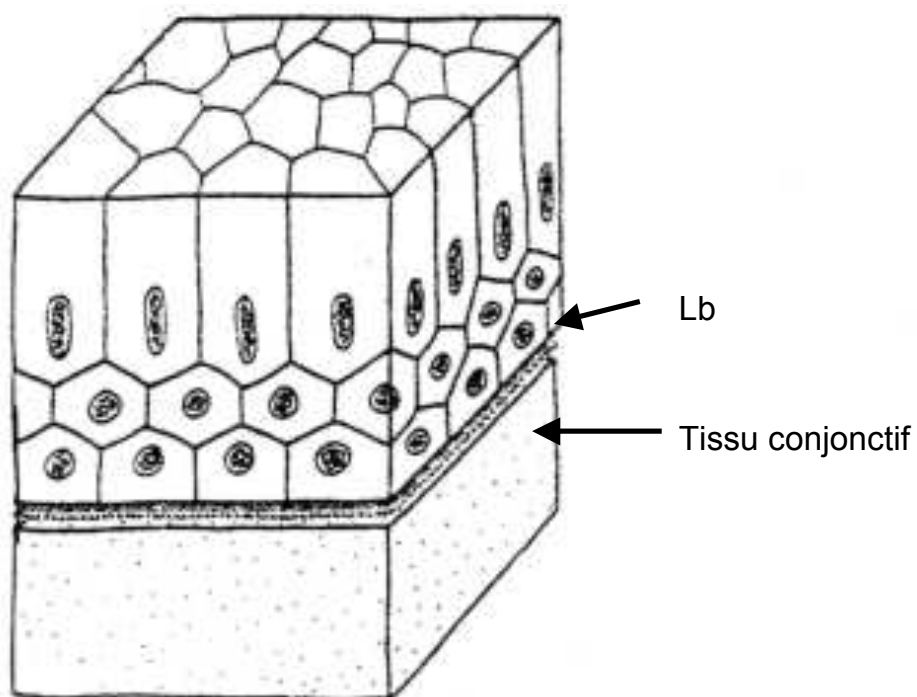
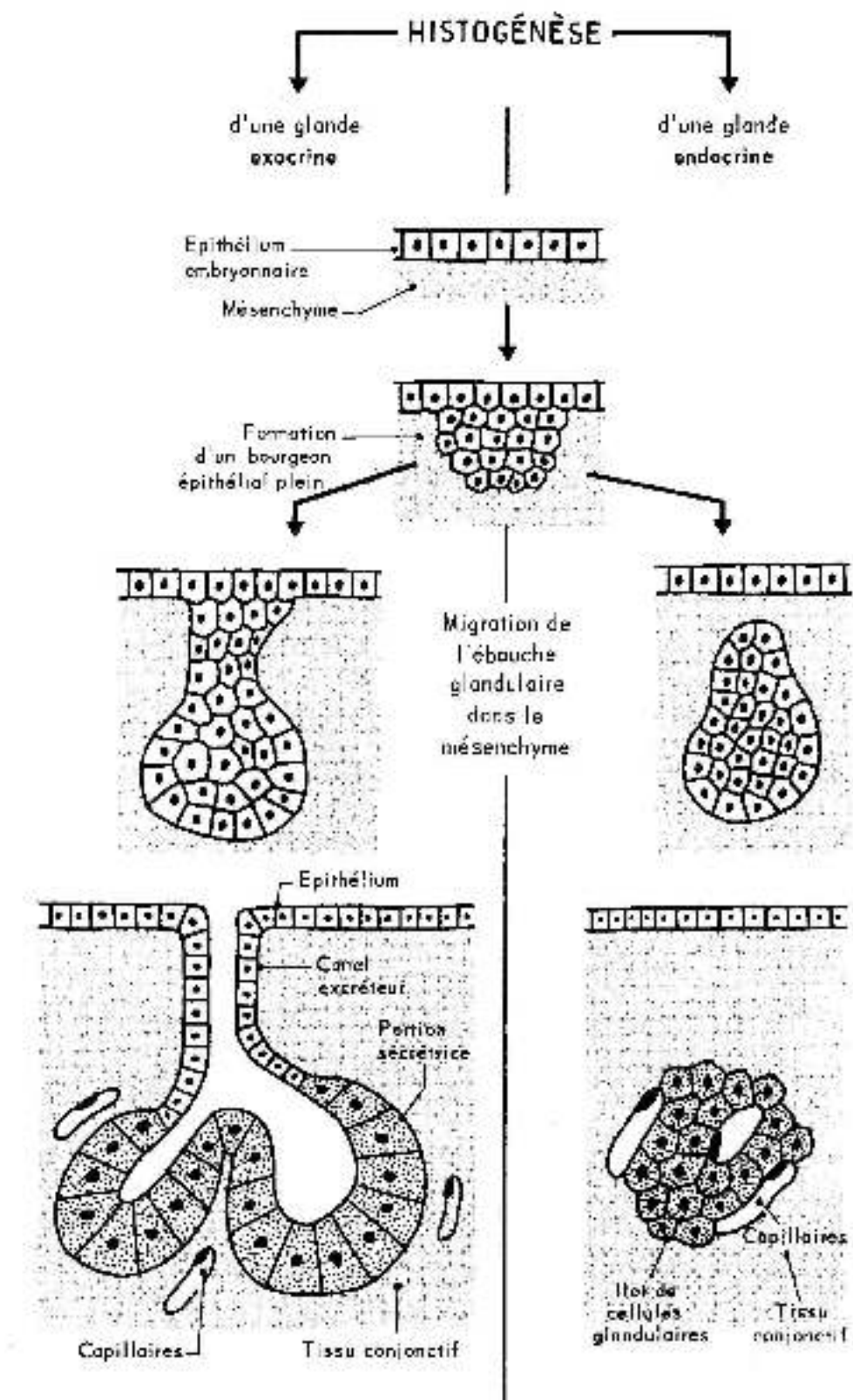


Fig 12 : Histogenèse des glandes



*Fig 13 : Schéma de l'ultrastructure des deux principaux types de cellules glandulaires exocrines*

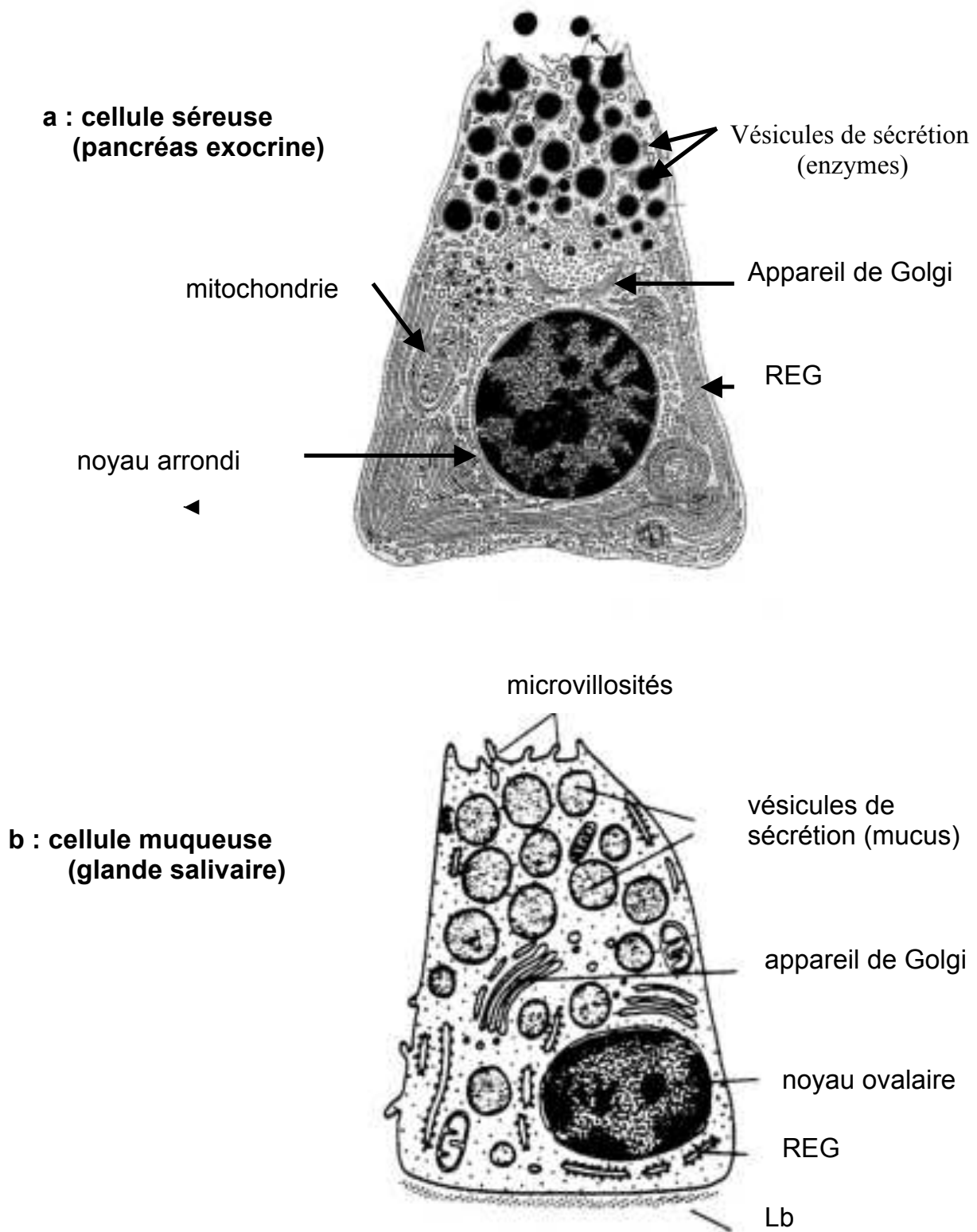




Fig 14 : Classification des glandes exocrines selon la forme de leur portion sécrétrice

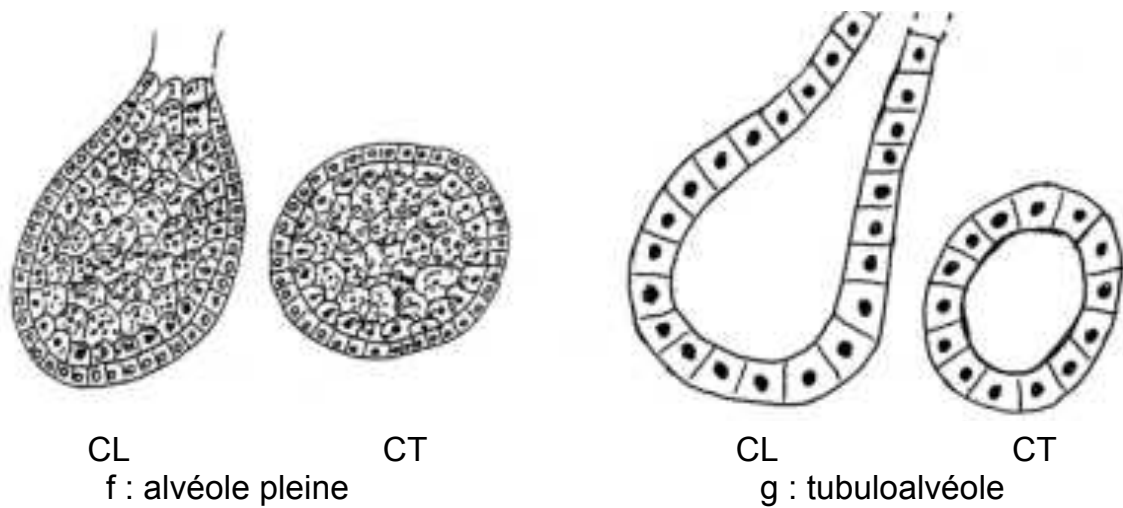
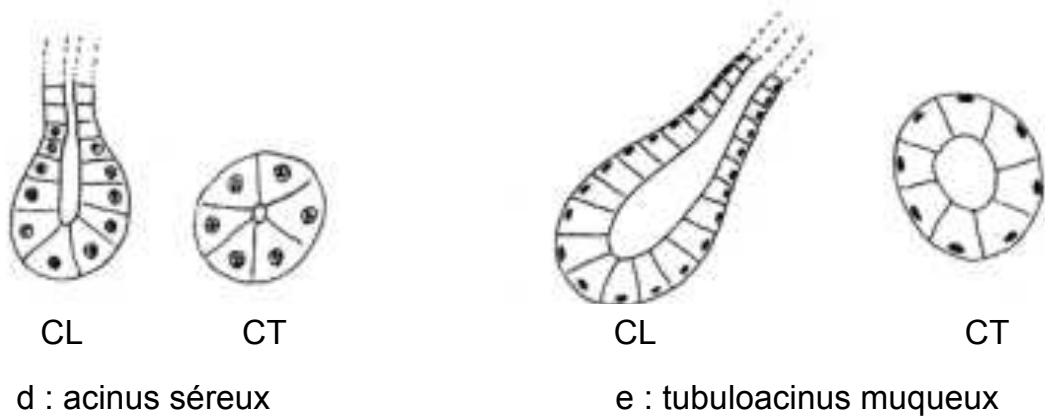
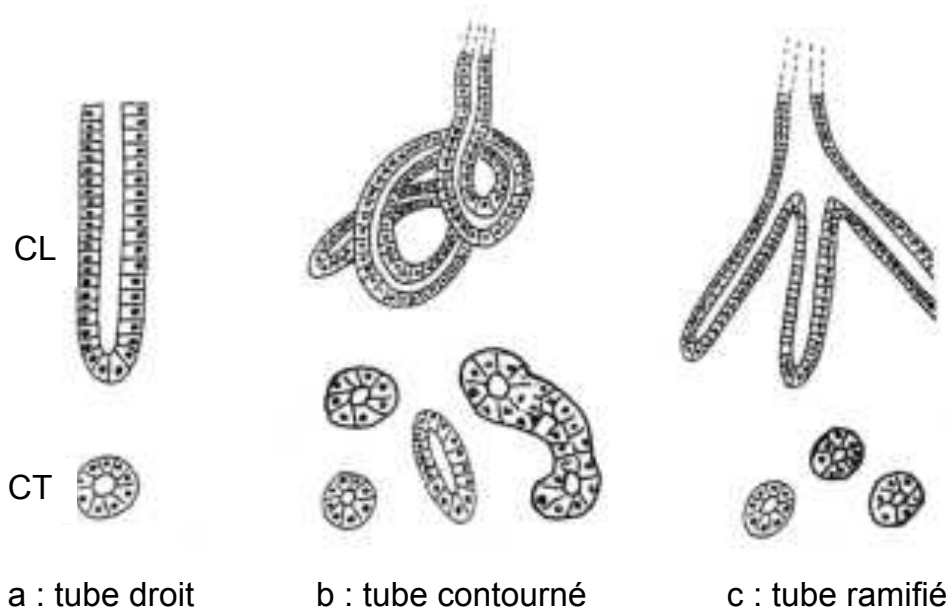
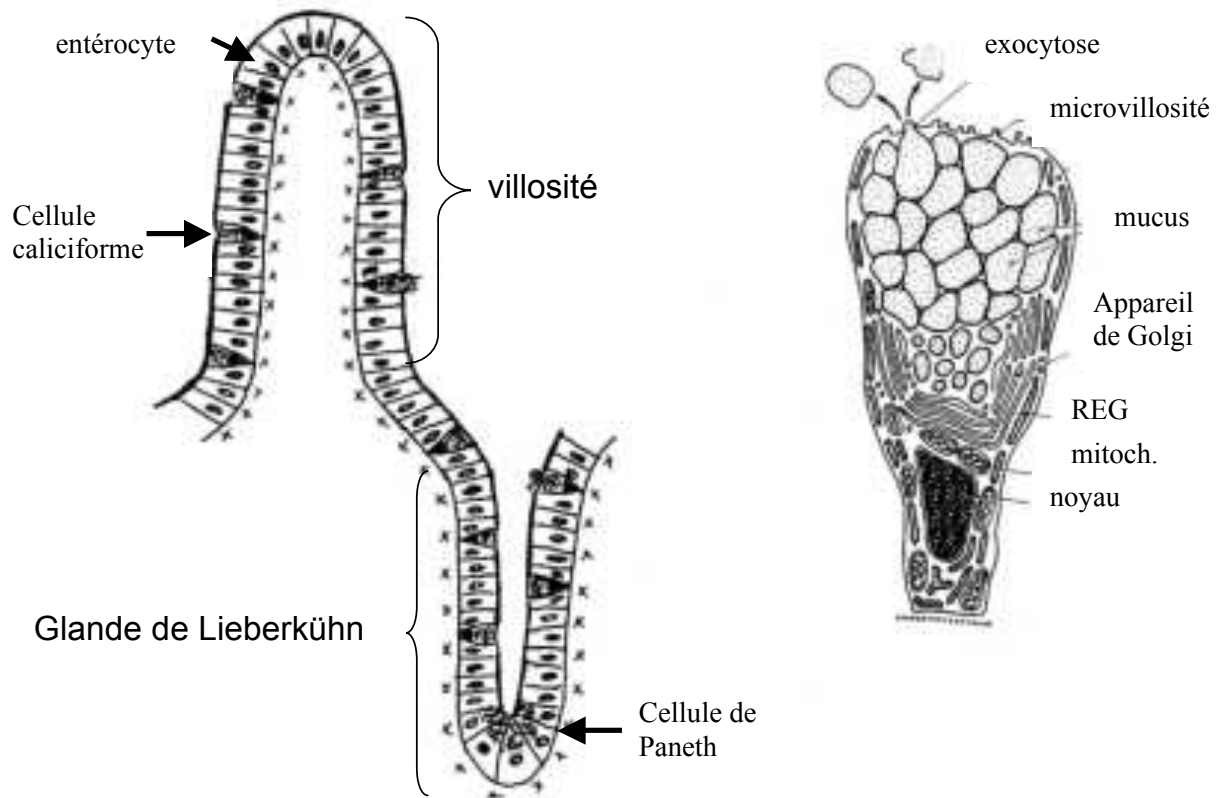
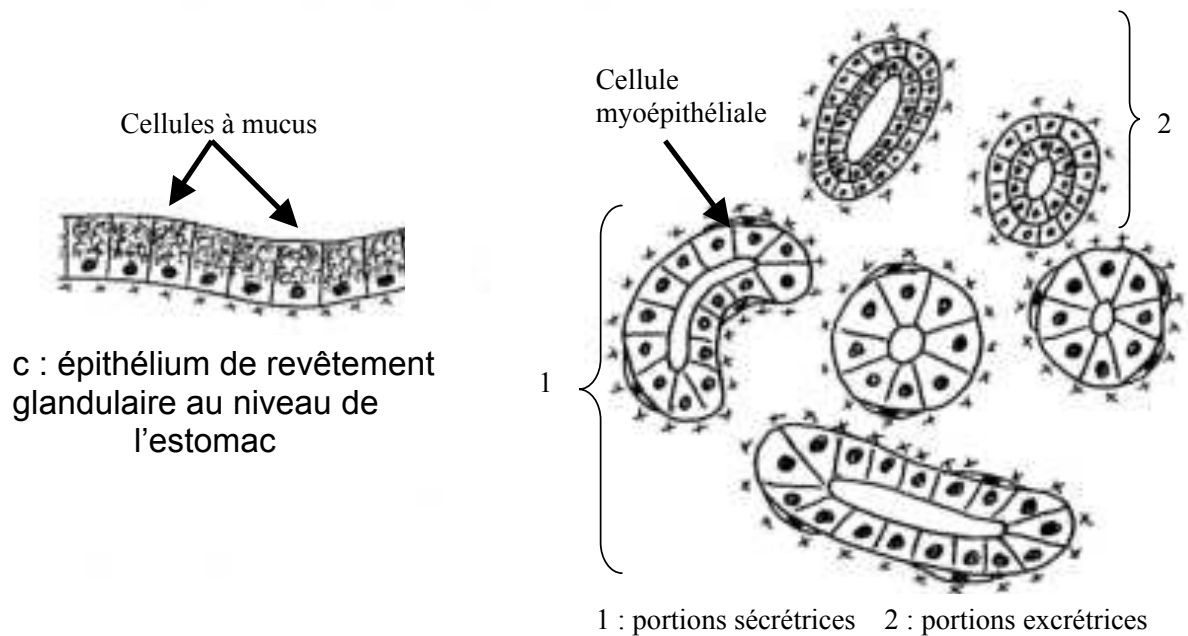


Fig 15 : Les glandes simples



a : glande unicellulaire et glande tubuleuse droite au niveau de l'intestin

b : cellule caliciforme en ME



c : épithélium de revêtement glandulaire au niveau de l'estomac

d : glande tubuleuse contournée glande sudoripare

Fig 16 : Schéma de l'organisation d'une glande composée

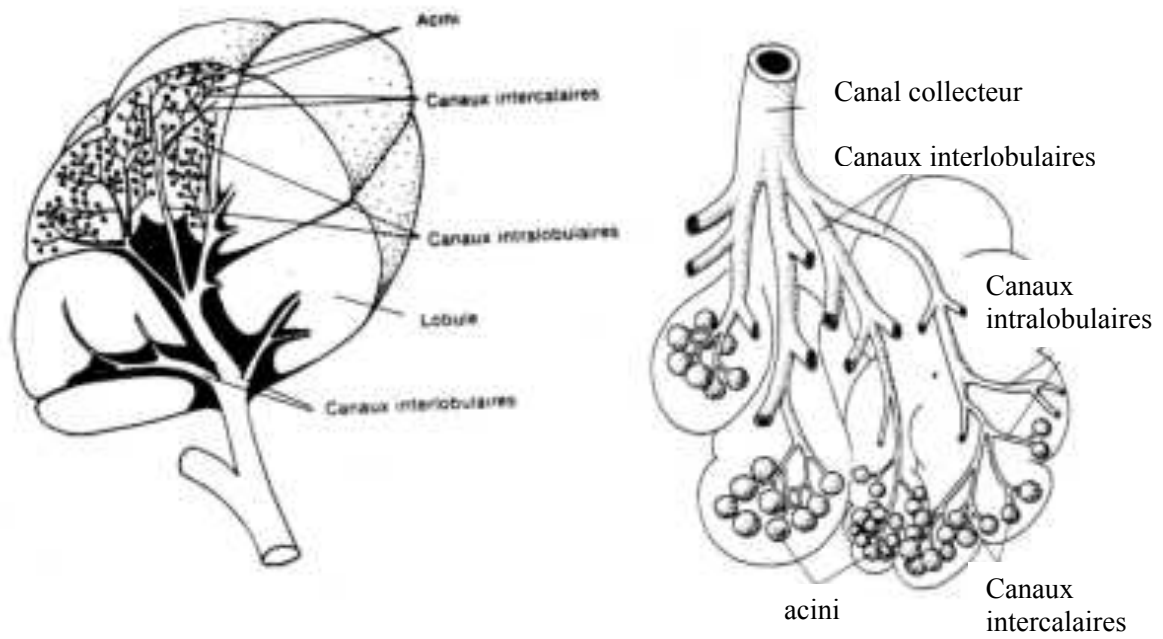
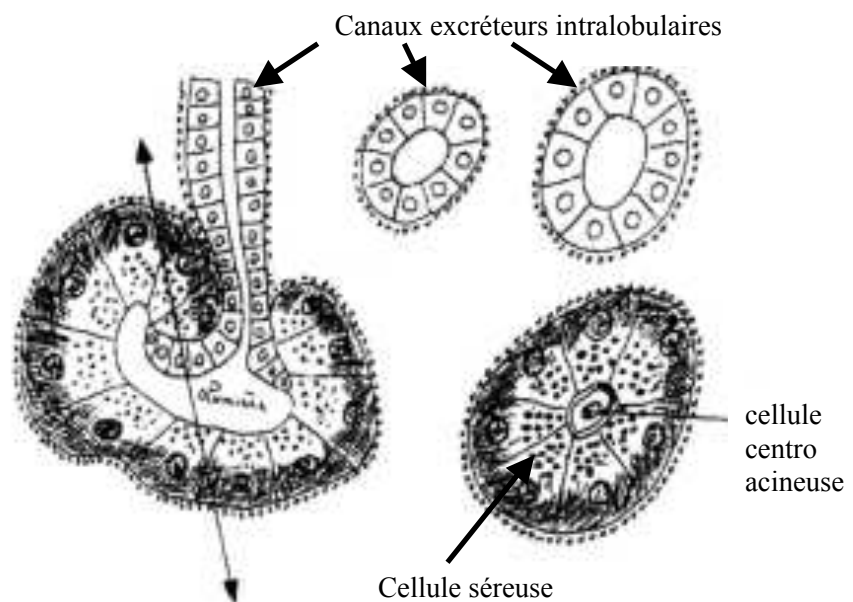
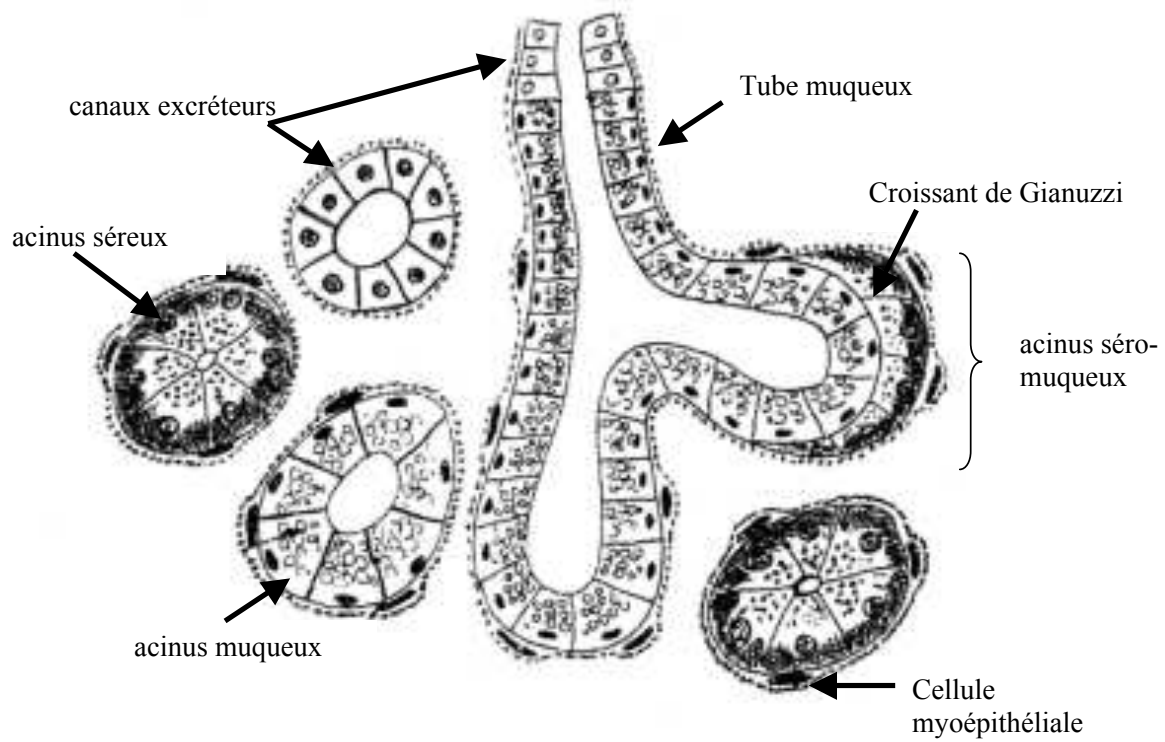


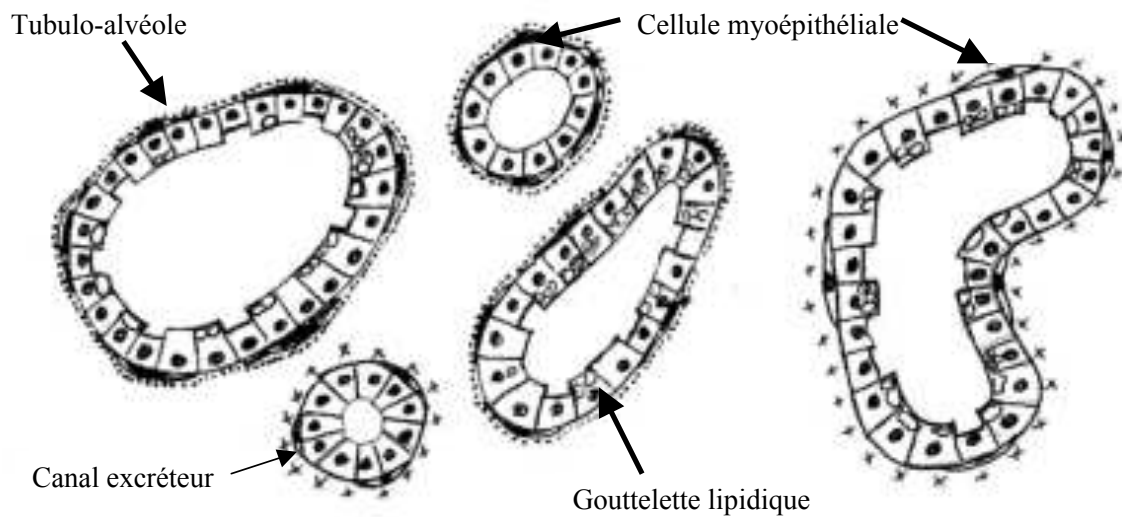
Fig 17 : Schéma du pancréas exocrine (glande acineuse séreuse)



**Fig 18 : Schéma d'une glande sous maxillaire (séromuqueuse)**



**Fig 19 : Schéma de la glande mammaire active (à sécrétion particulière)**





**Fig 20 : Schéma des trois modes d'extrusion dans les glandes exocrines**

**a : mode mérocrine**

**b : mode apocrine**

**c : mode holocrine**

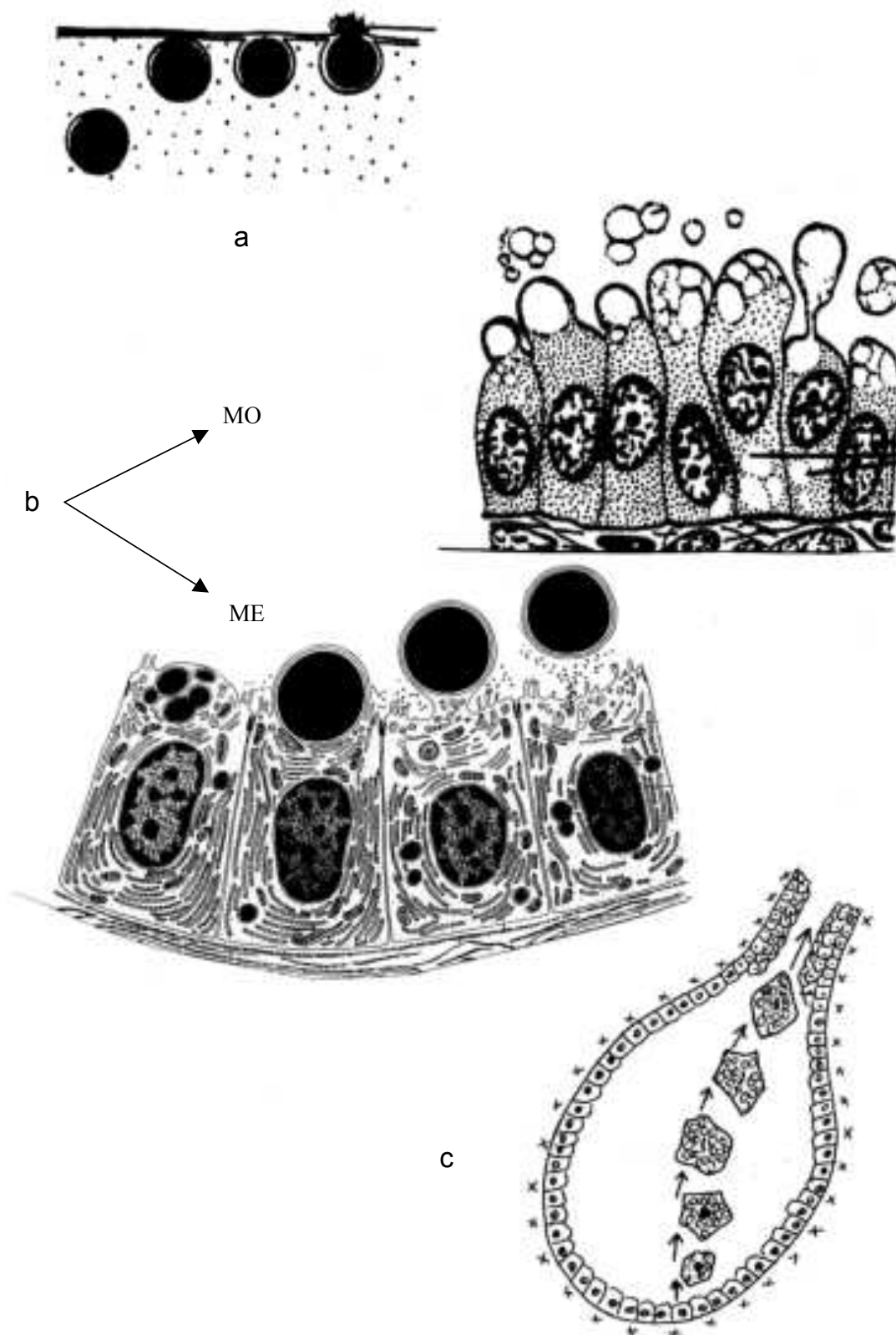
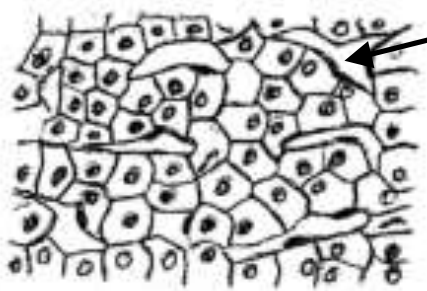
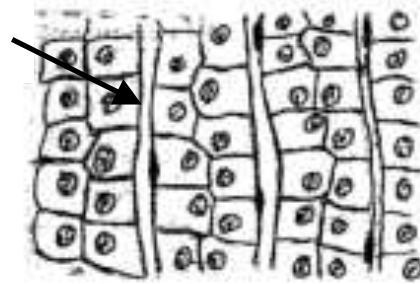


Fig 21 : Aspect architectural des glandes endocrines



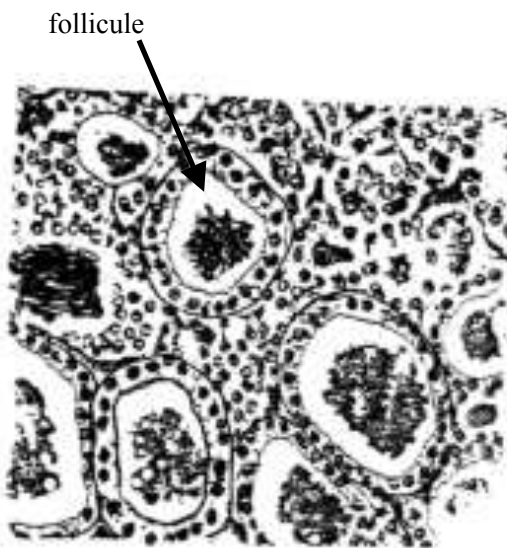
capillaire



corticosurrénale

zone réticulée : cordons  
anastomosés

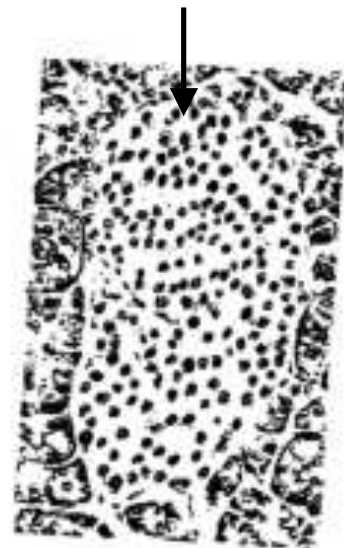
zone fasciculée : cordons  
régulièrement disposés



follicule

thyroïde

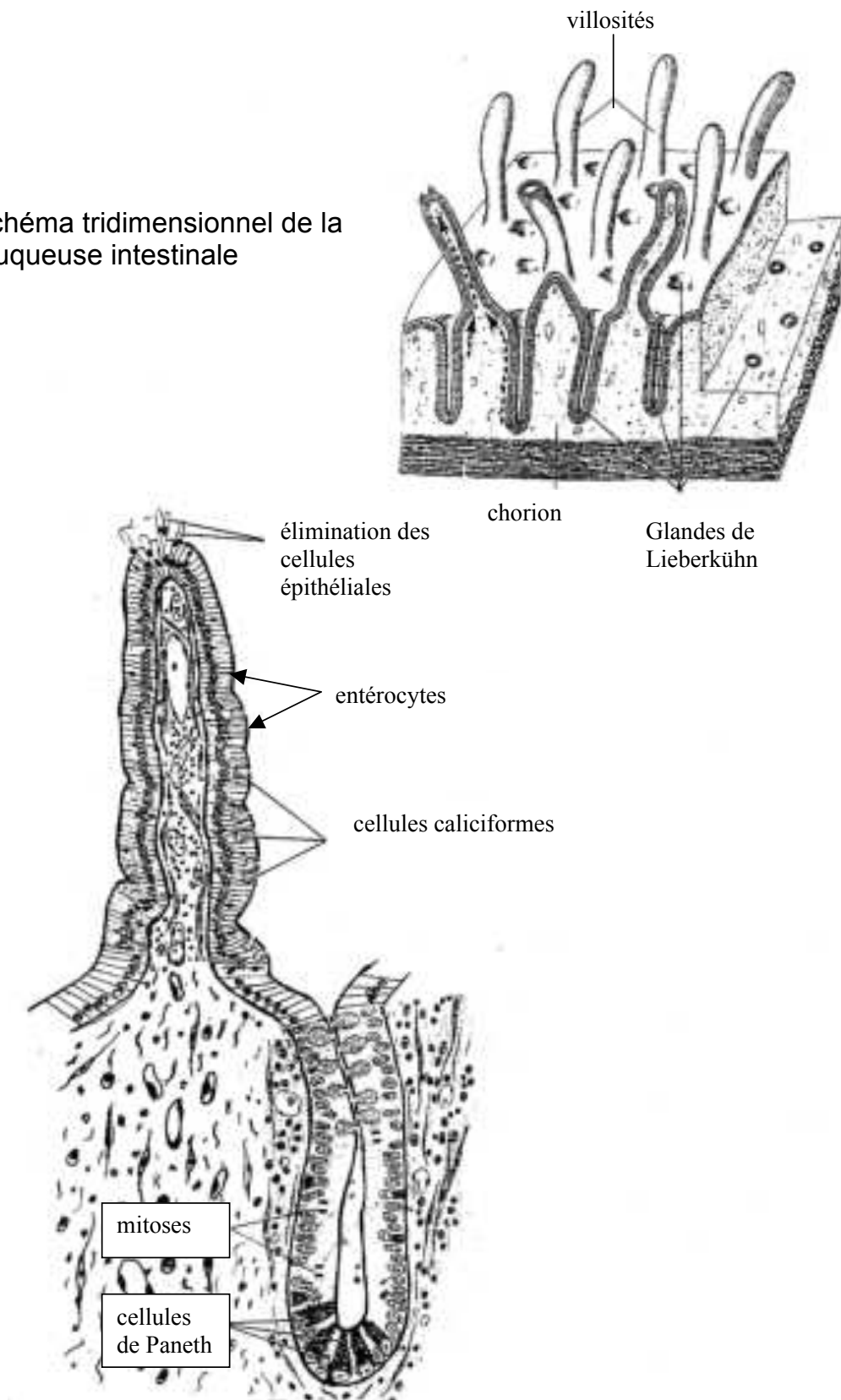
Ilôt de Langerhans



pancréas

Fig 22 : Renouvellement des cellules de l'épithélium intestinal par un système de « tapis roulant »

Schéma tridimensionnel de la muqueuse intestinale



# EMBRYOLOGIE GÉNÉRALE

## INTRODUCTION

L'embryologie humaine est la science qui étudie le développement d'un nouvel être humain de sa conception jusqu'à la naissance, c'est l'ensemble des processus qui transforment le zygote, cellule unique en un être humain multicellulaire.

Le développement embryonnaire commence par la fécondation, fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle, cellules sexuelles hautement différenciées. Les gamètes sont formés au niveau des gonades puis migrent le long des voies génitales, où ils subissent des transformations les préparant à l'union.

- \* au cours de la première semaine, l'œuf migre le long de la trompe tout en subissant sa segmentation et se transforme en blastocyste.
- \* au cours de la 2<sup>ème</sup> semaine, des rapports étroits s'établissent entre les tissus maternels et l'œuf réalisant la nidation et aboutissant à la mise en place du placenta, annexe embryonnaire qui permettra d'assurer les fonctions de l'embryon et, par la suite, du fœtus.

En même temps les cellules embryonnaires commencent leur différenciation et aboutissent à la mise en place d'un disque plan.

- \* la 3<sup>ème</sup> semaine est marquée par deux événements importants :
  - la gastrulation qui met en place le 3<sup>ème</sup> feuillet embryonnaire transformant le disque embryonnaire plan didermique en un disque embryonnaire plan tridermique.
  - la mise en place du tissu nerveux.
- \* au cours de la 4<sup>ème</sup> semaine s'effectue la délimitation de l'embryon et l'organisation de sa structure interne.

Le développement embryonnaire est un processus complexe de changements et de croissance où la moindre erreur sera à l'origine d'anomalies, source de malformations congénitales.

L'étude du développement anormal est appelée tératologie.

# GAMÉTOGÈSE – FÉCONDATION

## Les objectifs éducationnels

Au terme de ce cours, l'étudiant pourra :

1. Décrire la spermiogenèse.
2. Décrire les différentes étapes de l'ovogenèse.
3. Décrire le spermatozoïde mature.
4. Décrire l'ovocyte et ses annexes.
5. Décrire les étapes de la fécondation normale.
6. Citer les différentes anomalies de la fécondation.

## PLAN

### 1. Introduction

### 2. Gamétogenèse

#### 2-1. Spermatogenèse

#### 2-2. Le sperme et les spermatozoïdes

#### 2-3. Ovogenèse

#### 2-4. L'ovocyte et son environnement

### 3. La fécondation

#### 3-1. Les spermatozoïdes et la préparation à la fécondation

#### 3-2. L'ovocyte et la préparation à la fécondation

#### 3-3. Le moment de la fécondation

#### 3-4. Les phases de la fécondation

### 4. Les anomalies de la fécondation

#### 4-1. Infertilité et étapes précédant la fécondation

#### 4-2. Infertilité et fécondation

## 1. INTRODUCTION

La fécondation se définit par l'union d'un gamète femelle ou ovocyte et d'un gamète mâle ou spermatozoïde. Il en résulte ainsi un œuf ou zygote. Le développement embryonnaire commence avec la fécondation.

Le zygote est totipotent, ce qui signifie qu'il possède toutes les potentialités pour donner, « à lui tout seul », un individu entier dans toute sa diversité.

Le zygote est constitué d'une seule cellule dont le noyau résulte de la fusion des noyaux du spermatozoïde et de l'ovocyte. C'est un véritable hybride puisqu'il reçoit en quantité égale du matériel héréditaire chromosomique paternel et maternel. Chacun possède en effet une part égale de l'information génétique sous forme de la moitié du nombre de chromosomes de l'espèce. Il doit donc se produire une réduction chromosomique au cours de la formation des gamètes.

## 2. GAMÉTOGÈSE

La gamétogenèse est un processus de maturation des cellules germinales ou gonocytes en cellules matures ou spermatozoïdes et ovocytes.

### 2-1 SPERMATOGENÈSE

C'est le processus de transformation des cellules souches ou spermatogonies en gamètes mâles ou spermatozoïdes dans les tubes séminifères du testicule (Fig 1b).

La formation des spermatozoïdes se fait d'une façon continue dès la puberté, avec l'apparition des gonado-stimulines (FSH et LH).

#### 2-1-1. MÉIOSE

Les spermatogonies se divisent par mitose d'une part pour renouveler le stock de spermatogonies et, d'autre part, pour donner des spermatocytes I, grandes cellules à 46 chromosomes. Ces derniers subissent une division réductionnelle pour

donner deux spermatocytes II à 23 chromosomes; cellules de petite taille groupées par paire, peu nombreuses sur les coupes histologiques, car elles se divisent rapidement pour donner de petites cellules rondes appelées spermatides. Ces cellules ne se divisent plus, mais subissent des transformations pour donner naissance aux spermatozoïdes.

### 2-1-2. SPERMIOGENÈSE

C'est la transformation des spermatides en spermatozoïdes (Fig 2a).

- a- La 1<sup>ère</sup> transformation intéresse l'appareil de Golgi. Des granules apparaissent à l'intérieur des vésicules golgiennes puis ces vésicules confluent pour former la vésicule acrosomiale. Celle-ci s'applique contre la membrane nucléaire, s'étale progressivement sur une partie du noyau et constitue l'acrosome.
- b- Le noyau se condense, s'allonge et s'aplatit. Durant la spermiogenèse, les histones sont remplacées par de petites protéines basiques, les protamines qui provoquent sa forte condensation et son inactivité transcriptionnelle.
- c- Le diplosome : le centriole proximal se dispose au voisinage du pôle nucléaire non revêtu par l'acrosome. Le centriole distal se transforme et donne naissance aux microtubules qui constituent le flagelle.
- d- Les mitochondries de la spermatide subissent un regroupement caractéristique constituant un manchon mitochondrial autour des microtubules du flagelle, au niveau de la pièce intermédiaire.
- e- Le reste du cytoplasme de la spermatide sera phagocyté par la cellule de Sertoli. Il peut en persister une fraction sous la forme d'un corps résiduel.

Il en résulte ainsi la formation d'une cellule haploïde ne renfermant que le matériel nécessaire à la fécondation. C'est une cellule polarisée faite de deux parties (Fig 2b) :

- \* Une tête renfermant l'ADN qui est le matériel génétique, surmontée de l'acrosome contenant plusieurs enzymes nécessaires à la traversée des structures entourant l'ovocyte
- \* Un flagelle qui assure la mobilité du spermatozoïde, l'énergie étant fournie par le manchon mitochondrial.

Le tout est enveloppé par une membrane plasmique.

### 2-2. LE SPERME ET LES SPERMATOZOÏDES :

Le sperme est constitué de spermatozoïdes (formés au niveau des testicules) baignant dans un liquide spermatique produit par l'épididyme, les vésicules séminales, la prostate et les glandes de Cowper (Fig 1 a).

#### 2-2-1. LE SPERMATOZOÏDE MATURE, NORMAL (FIG 2A)

Il est produit par les tubes séminifères des testicules. Il comprend 3 parties : la tête, le col et le flagelle avec sa pièce intermédiaire.

**a- La tête** : mesure environ 5 µm de long. Elle est ovoïde de face et fusiforme et aplatie de profil. Elle se compose d' :

- un noyau qui renferme une chromatine très condensée.
- un acrosome coiffant le noyau. Il s'est formé par fusion de vésicules golgiennes; il contient des enzymes (hyaluronidase, acrosine, peptidases, galactosidase, neuraminidase, estérases, phospholipase C) nécessaires à la traversée de la zone pellucide entourant l'ovocyte.
- une membrane plasmique qui entoure le tout.

**b- Le col** : il fait la jonction entre la tête et le flagelle et contient le centriole proximal

**c- Le flagelle** : constitue «l'appareil locomoteur» du spermatozoïde. La pièce intermédiaire du flagelle est très riche en mitochondries, source d'énergie sous forme d'ATP, la pièce principale fait 45 µm de long, et est suivie de la pièce terminale. Les spermatozoïdes émis par les tubes séminifères ont déjà acquis leur morphologie définitive, mais n'ont pas encore de mobilité progressive. Ils acquièrent cette mobilité au niveau de l'épididyme. Elle est dite fléchante puisqu'elle permet au spermatozoïde d'avancer en trajet droit afin de traverser rapidement le col de l'utérus après l'éjaculation.

#### 2-2-2. LE LIQUIDE SPERMATIQUE

Il est légèrement alcalin (pH entre 7 et 8,5) et a une viscosité importante. Il se liquéfie 15 à 60 minutes après l'éjaculation, à 37 ° C. Il est riche en calcium, zinc, potassium, fructose, enzymes et prostaglandines.

### 2-3. OVOGENÈSE (FIG 3B) :

Chez l'embryon de sexe féminin, les cellules germinales primordiales se différencient en ovogonies et se multiplient. Certaines de ces ovogonies se différencient en cellules contenant un équipement chromosomique complet (46 chromosomes) ce sont les ovocytes I.

Les ovocytes I qui échappent au processus de dégénérescence entrent en division et restent bloqués en prophase de 1<sup>ère</sup> division méiotique jusqu'à la puberté.



\* En même temps ces ovocytes s'entourent de cellules épithéliales (folliculaires) :

Le follicule primordial est formé d'un ovocyte I et d'une seule assise cellulaire (3 à 4 cellules folliculaires aplaties).

\* En prépuberté, des groupes de follicules primordiaux commencent leur maturation selon des cycles hormonaux qui deviennent progressivement réguliers. L'ovocyte augmente de taille, les cellules folliculaires deviennent cubiques. L'ovocyte synthétise des glycoprotéines qui se déposent à la surface de l'ovocyte formant la zone pellucide, il s'agit du follicule primaire. Les cellules folliculaires émettent des prolongements qui traversent la zone pellucide et viennent au contact de la membrane plasmique de l'ovocyte. Ces prolongements jouent un rôle important dans le transport des substances nutritives et des signaux de maturation vers l'ovocyte.

La multiplication des cellules folliculaire et leur disposition en plusieurs couches rendent le follicule secondaire.

\* Ultérieurement, des espaces apparaissent entre les cellules folliculaires, ces espaces confluent pour constituer une cavité unique liquidienne qu'on appelle l'antrum. Il s'agit d'un follicule antral. Le tissu conjonctif qui entoure le follicule se dispose en deux couches riches en capillaires sanguins : une thèque interne (cellulaire) et une thèque externe (fibreuse).

\* Le follicule mature est appelé follicule de De Graaf. Il mesure 16 à 20 mm de grand axe et fait saillie à la surface de l'ovaire.

À chaque cycle ovarien plusieurs follicules se développent, mais un seul arrive à maturité, les autres dégénèrent.

Lors de l'ovulation qui se situe au 14<sup>ème</sup> jour du cycle (pour un cycle de 28 jours), le follicule mature libère l'ovocyte I à 46 chromosomes, resté à l'état quiescent depuis la vie intra-utérine. Ce dernier achève subitement sa 1<sup>ère</sup> division méiotique et donne deux cellules de taille différente, mais contenant chacune 23 chromosomes : un ovocyte II et un globule polaire.

## 2-4. L'OVOCYTE ET SON ENVIRONNEMENT (FIG. 4)

À chaque cycle, l'ovaire émet un complexe cumulo-ovocytaire fait d'un ovocyte, de la corona radiata et des cellules du cumulus oophorus.

**2-4-1. L'OVOCYTE** est une grande cellule de 150 à 200 microns de diamètre entouré d'une zone pellucide relativement épaisse, amorphe et composée de glycoprotéines (ZP1, ZP2 et ZP3,...) qui interviennent dans les interactions gamétiques. Son cytoplasme contient peu de substances de réserve; c'est un ovocyte II bloqué en métaphase de la 2<sup>ème</sup> division méiotique.

**2-4-2. LA ZONE PELLUCIDE** forme une gaine autour de l'ovocyte et de son globule polaire.

**2-4-3. LA CORONA RADIATA** est constituée par une couche de cellules folliculaires cubiques ou cylindriques possédant des prolongements cytoplasmiques qui traversent la zone pellucide et entrent en contact avec la membrane plasmique de l'ovocyte. Les cellules de la corona radiata possèdent un équipement intracellulaire très développé et présentent entre elles des jonctions de type GAP.

**2-4-4. LES CELLULES DU CUMULUS OOPHORUS** sont des cellules folliculaires, situées autour de la corona radiata. Le cumulus joue un rôle important en filtrant les spermatozoïdes les plus mobiles, en les préparant à la réaction acrosomique et en facilitant leur traversée de la zone pellucide.

## 3. LA FÉCONDATION

### 3-1. LES SPERMATOZOÏDES ET LA PRÉPARATION À LA FÉCONDATION

**3-1-1. LES SPERMATOZOÏDES** émis lors de l'éjaculation avec le liquide spermatique sont déposés au fond du vagin, ils entament immédiatement la traversée du col de l'utérus grâce à la glaire cervicale (Fig 5a, 5b).

**3-1-2. LA GLAIRE CERVICALE** (Fig 6) : L'orifice du col utérin est normalement obstrué par un mucus cervical élaboré par les glandes de l'endocol et dont la composition, la structure, le pH et la viscosité varient en fonction du cycle ovarien, c'est la glaire cervicale.

- C'est en période périovulatoire que la glaire cervicale est la plus perméable, réunissant les conditions optimales de pénétration des spermatozoïdes.

- La glaire cervicale constitue cependant une véritable barrière pour le liquide spermatique, les spermatozoïdes peu ou pas mobiles et à morphologie anormale.

- La glaire cervicale offre aux spermatozoïdes des conditions de pH plus favorables, moins acides que celui du vagin et leur fournit du glucose (source énergétique). Elle peut constituer une réserve de spermatozoïdes qui seront relâchés par ondes successives.

### 3-1-3. LE TRANSIT DANS LA CAVITÉ UTÉRINE ET LES TROMPES :

Les spermatozoïdes doivent remonter jusqu'au 1/3 externe de la trompe où se fera la fécondation.

Ce transit se fait rapidement grâce :

- à la mobilité des spermatozoïdes
- aux contractions musculaires de l'utérus et des trompes qui créent des courants liquidiens.
- probablement aux battements ciliaires de l'épithélium tubaire.

Seule une faible fraction des spermatozoïdes éjaculés atteint l'ampoule de la trompe de Fallope. Les autres meurent et seront détruits par le système immunitaire. Il n'a pas été mis en évidence de facteur chimiotactique pour attirer les spermatozoïdes.

### 3-1-4. DÉCAPACITATION ET CAPACITATION

La capacitation des spermatozoïdes correspond à l'acquisition des propriétés fécondantes. Cette capacitation a été bien mise en évidence chez l'animal. Les expériences de fécondation in vitro montrent que ce phénomène intervient également dans l'espèce humaine.

- Les spermatozoïdes de nombreux mammifères étudiés ne sont capables de féconder que s'ils ont séjourné dans le tractus génital femelle, dans le liquide tubaire ou dans un milieu artificiel de composition voisine. Les modifications qui se produisent sont désignées par le terme de capacitation qui est l'acquisition de propriétés fécondantes. Elle peut être supprimée si on replace les spermatozoïdes dans le plasma séminal.
- Dans l'épididyme, des facteurs se fixeraient à la surface de la membrane cytoplasmique de la tête du spermatozoïde. Cette fixation bloquerait des récepteurs membranaires et rendrait les spermatozoïdes non fécondants. Il y a aussi une modification de la composition de la membrane qui devient « rigide » peu apte à la fusion. C'est la décapacitation.
- Dans le tractus génital féminin (Fig 3a), les spermatozoïdes seraient débarrassés de ces facteurs de décapacitation. Les modifications peuvent consister en un retrait ou une modification d'un revêtement protecteur de la membrane des spermatozoïdes les sensibilisant ainsi au milieu et à l'ovocyte. La membrane est aussi rendue plus fluide (par modification du rapport entre cholestérol et phospholipides), ce qui est un préalable nécessaire à la réaction acrosomique.
- L'expérimentation animale a montré que des spermatozoïdes non-capacités ne peuvent traverser la zone pellucide et, même s'ils sont mis en contact direct avec la membrane ovocytaire, ils ne peuvent fusionner avec l'ovocyte.

### 3-2. L'OVOCYTE ET LA PRÉPARATION À LA FÉCONDATION

Lors de l'ovulation, l'ovocyte entouré de la zone pellucide, de la corona radiata et des cellules du cumulus oophorus est émis par l'ovaire. L'ovocyte est capté par les franges du pavillon de la trompe. Il atteint l'ampoule tubaire à la jonction 1/3 externe, 2/3 interne de la trompe (site normal de la fécondation).

### 3-3. LE MOMENT DE LA FÉCONDATION

Les spermatozoïdes conservent en principe leur pouvoir fécondant au moins pendant 48 h. L'ovocyte est fécondable pendant environ 24 h. Un rapport sexuel a donc des chances d'être fécondant s'il a lieu 48 h avant l'ovulation et jusqu'à 24 h après.

La période fécondable est très variable en raison des difficultés de détermination précise de la date de l'ovulation et des variations de la durée des cycles. Comme la phase lutéale dure 14 jours, il est possible d'estimer la date de l'ovulation quand les cycles sont réguliers.

### 3-4. LES PHASES DE LA FÉCONDATION

**3-4-1 PÉNÉTRATION DU CUMULUS OOPHORUS** (Fig 7 a) : Le cumulus composé de cellules baignant dans une matrice riche en acide hyaluronique ne se laisse traverser que par des spermatozoïdes capités. Une hyaluronidase adsorbée à la surface des spermatozoïdes facilite leur passage entre les cellules du cumulus dû, surtout, à leur mobilité.

#### 3-4-2 PÉNÉTRATION DE LA ZONE PELLUCIDE

**a- Fixation** : le spermatozoïde reconnaît, quand il est capité, la zone pellucide d'un ovocyte de la même espèce. L'adhésion aussi est spécifique d'espèce et se fait grâce à une enzyme de la membrane spermatique. Cet attachement déclenche la réaction acrosomique.

**b- La réaction acrosomique** (Fig 7b) : Elle est déclenchée, in vivo, par la zone pellucide et, in vitro, par des ionophores calciques déclenchant un afflux de calcium dans les spermatozoïdes. Les membranes plasmique et acrosomique externe fusionnent progressivement en formant des vésicules entre lesquelles se créent des fenestrations libérant le contenu de l'acrosome. C'est une réaction dépendante du calcium et faisant intervenir des phospholipases.

**c- Pénétration de la zone pellucide** (Fig 8) : la traversée de la zone pellucide est due à la mobilité des spermatozoïdes et à l'action des enzymes acrosomiales.

**3-4-3 FUSION DES GAMÈTES** (Fig 9) : après franchissement de la zone pellucide, le spermatozoïde se retrouve dans l'espace périvitellin et entre en contact avec la membrane plasmique de l'ovocyte. La fusion se produit avec la membrane qui recouvre le segment équatorial de la tête du spermatozoïde. Cette fusion nécessite des modifications biochimiques



de la membrane secondaire à la réaction acrosomique. Un ligand de la membrane spermatique et son récepteur de la membrane ovocytaire sont nécessaires à cette fusion. La membrane, spermatique est intégrée à celle de l'ovocyte alors que le contenu du spermatozoïde est incorporé au cytoplasme ovocytaire.

**a- Activation de l'ovocyte** (Fig 10a, 10b) : les premiers signes de cette activation sont des changements de potentiel membranaire et des augmentations de la concentration intracellulaire de calcium en plusieurs vagues successives. Ces phénomènes vont induire l'exocytose des granules corticaux et la reprise de la méiose.

L'exocytose des granules corticaux libère des enzymes hydrolytiques qui modifient la zone pellucide, la rendant infranchissable pour d'autres spermatozoïdes : c'est la réaction corticale aboutissant au blocage de la polyspermie.

**b- Formation, développement et migration des pronoyaux** (Fig 11) : le noyau spermatique se décondense, se réhydrate et sa membrane se fragmente durant le passage du noyau ovocytaire de la métaphase à la télophase de la deuxième division.

Après l'expulsion du deuxième globule polaire, deux membranes nucléaires vont se former autour du matériel chromatinien masculin et féminin donnant les deux pronoyaux. La synthèse d'ADN commence simultanément dans chaque pronucleus, environ 12 h après la fusion. Les deux pronoyaux migrent vers le centre de l'œuf (ou zygote) sous le contrôle du cytosquelette et fusionnent après établissement du fuseau de la première division de l'œuf. C'est la phase d'amphimixie, marquée par :

- la « rupture » des enveloppes nucléaires des 2 pronoyaux
- la condensation de la chromatine en chromosome
- la mise en place d'un fuseau mitotique
- la première division mitotique du zygote

**c- Expression du nouveau génome** : empreinte génomique

Pour assurer sa survie et ses premières divisions cellulaires, le zygote utilise les transcrits maternels. Après épuisement, les transcrits maternels sont remplacés par des transcrits zygotiques

L'empreinte parentale est l'expression différentielle des génomes paternel et maternel. L'empreinte parentale persiste au cours des divisions cellulaires chez l'embryon et au cours de la vie. Elle est effacée pendant la gamétogenèse et se rétablit au moment de la fécondation.

Au total, les **conséquences de la fécondation** sont :

- \* la reconstitution du nombre diploïde de chromosomes
- \* la formation d'un nouveau génome différent de celui du père et de celui de la mère
- \* la détermination du sexe du zygote, dont la responsabilité revient au spermatozoïde.

## 4. LES ANOMALIES DE LA FÉCONDATION

Un zygote peut être anormal avec la présence d'un nombre de pronoyaux différent de deux. Il est alors le plus souvent à l'origine d'une fausse couche très précoce qui peut passer inaperçue, sinon la grossesse peut se poursuivre avec apparition de malformations. L'infertilité peut être due à des anomalies de la fécondation.

On ne considère qu'un couple est infertile qu'après 1 à 2 ans de vie commune.

### 4-1. INFERTILITÉ ET ÉTAPES PRÉCÉDANT LA FÉCONDATION

**4-1-1 CHEZ L'HOMME**, les anomalies du sperme et des spermatozoïdes sont nombreuses

(intérêt du spermogramme et du spermocytogramme).

- \* L'azoospermie : absence totale de spermatozoïdes dans l'éjaculat, soit par absence de production par les tubes séminifères (sécrétoire) soit par obstruction des voies excrétrices génitales (excrétoire).
- \* L'oligospermie correspond à un nombre diminué de spermatozoïdes dans l'éjaculat, le sperme est alors peu ou pas fécondant (numération < 39 M/éjaculat).
- \* L'asthénospermie se traduit par un nombre diminué de spermatozoïdes mobiles, ce qui réduit leurs possibilités fécondantes (Mobilité progressive < 32 % dans l'heure qui suit l'éjaculation).
- \* La tératospermie correspond à un nombre élevé de spermatozoïdes morphologiquement anormaux dans le sperme (>70 %).

Ces différentes anomalies (oligospermie, asthénospermie et tératospermie) peuvent s'associer, ce qui réduit les capacités fécondantes du sperme.

La qualité du liquide spermatique (ou plasma séminal) peut être modifiée avec un retentissement sur la qualité des spermatozoïdes. Il peut s'agir d'une viscosité trop élevée, d'un pH trop acide ou basique, d'anomalies biochimiques ou de la présence d'auto-anticorps anti-spermatozoïdes.

**4-1-2 CHEZ LA FEMME** : les anomalies de la gamétogénèse sont plus difficiles à apprécier puisque l'ovocyte n'est pas directement accessible. Toutefois, les bilans hormonaux permettent de savoir s'il y a eu ovulation ou non. Par ailleurs, le transit des spermatozoïdes peut être entravé en particulier :

- \* par une glaire cervicale de composition anormale
- \* par une obstruction des trompes
- \* par des malformations utérines
- \* par des anticorps anti-spermatozoïdes chez la femme

## 4-2. INFERTILITÉ ET FÉCONDATION

**4-2-1. FÉCONDATION ANORMALE AVEC GAMÈTES NORMAUX.** C'est le cas lorsque plusieurs spermatozoïdes pénètrent un ovocyte (polyspermie).

- \* Si un seul subit l'amphimixie, il conduit à un zygote normal, car les autres spermatozoïdes dégénèrent.
- \* Si plusieurs spermatozoïdes forment plusieurs pronoyaux, le zygote est anormal et peut dégénérer.

**4-2-2. FÉCONDATION ANORMALE AVEC GAMÈTES ANORMAUX.** C'est le cas des anomalies génétiques des gamètes.

- \* Si les anomalies chromosomiques sont « majeures » : avortement plus ou moins précoce. Exemples : les polyploïdies (69, 92 chromosomes), les monosomies des autosomes (chromosomes non sexuels).
- \* Si les anomalies chromosomiques sont « mineures » : le zygote peut être viable, mais l'individu qui en résulte sera anormal (syndromes génétiques). Exemples : Présence de tout ou partie d'un chromosome en trop (trisomie) ou en moins (monosomie)

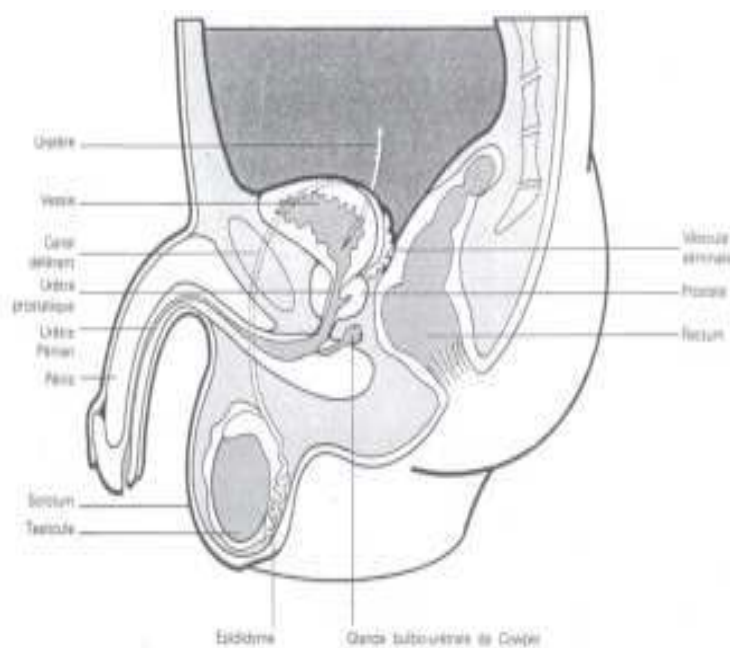
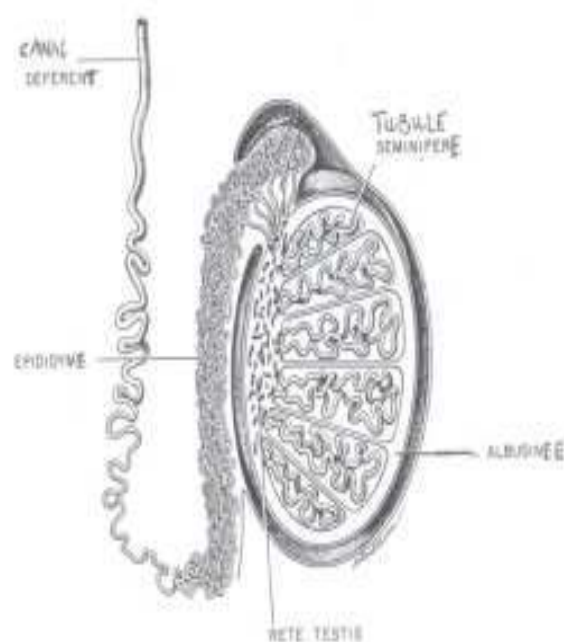


Fig 1b



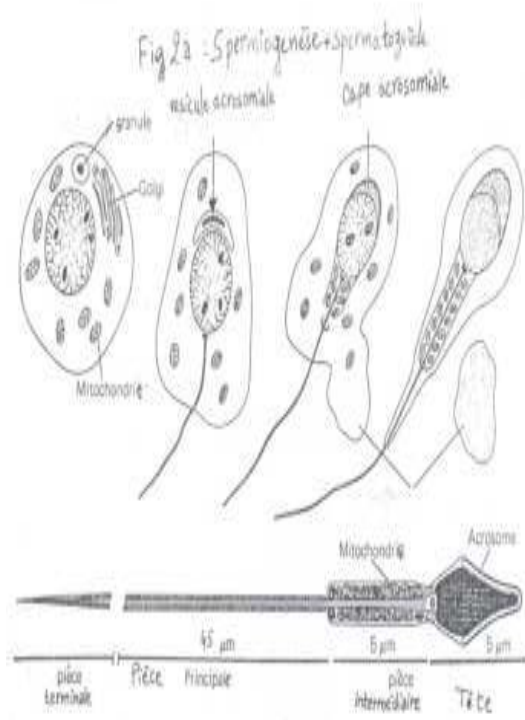
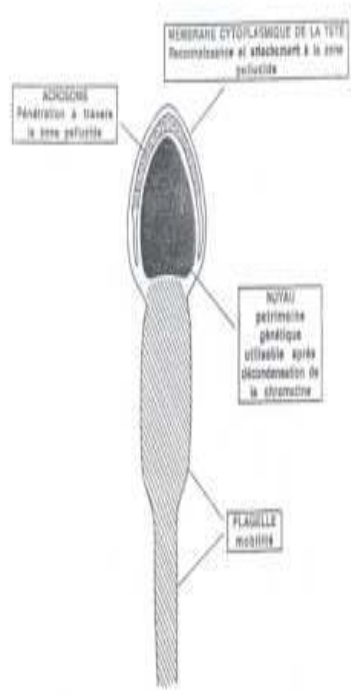


Fig 2b



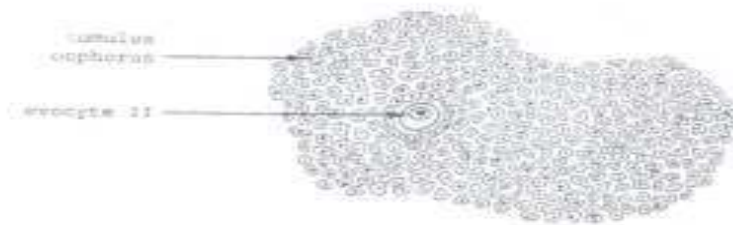


Fig.4 : Gamète féminin - ovocyte II  
(FAIBLE GROSSISSEMENT)

(FORT GROSSISSEMENT)

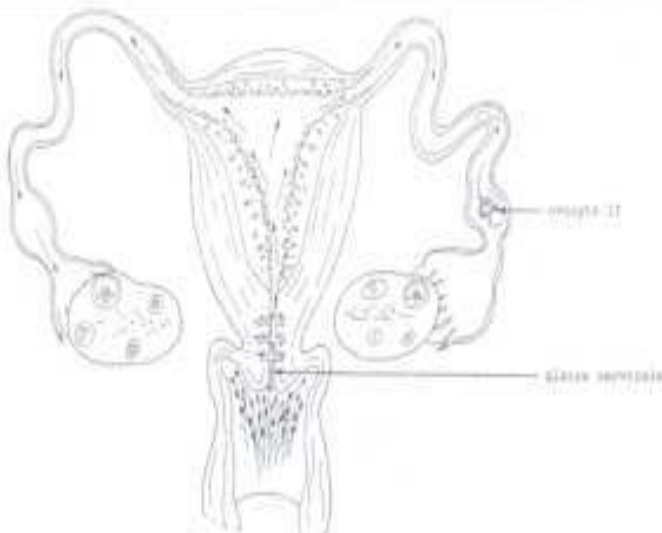
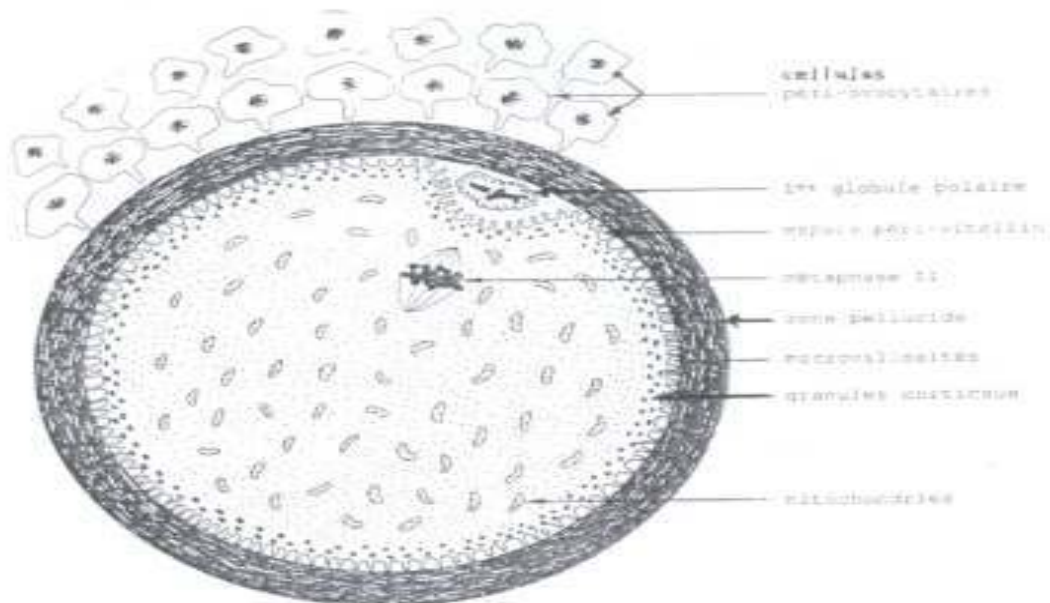


Fig. 5a) Transit des spermatozoïdes

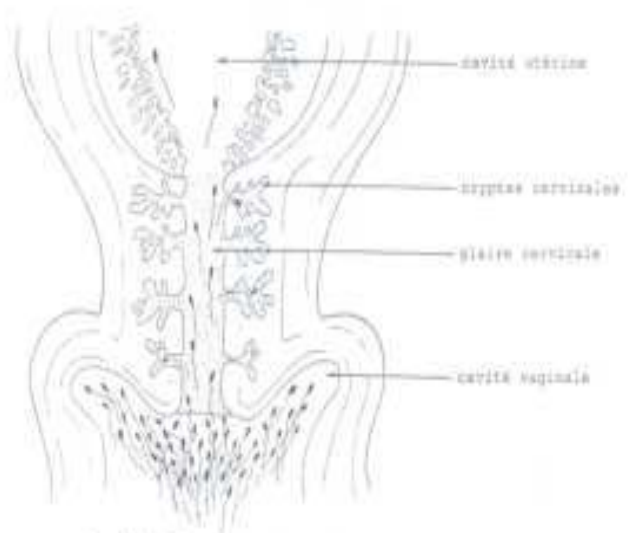


Fig 5b) Traversée du col utérin

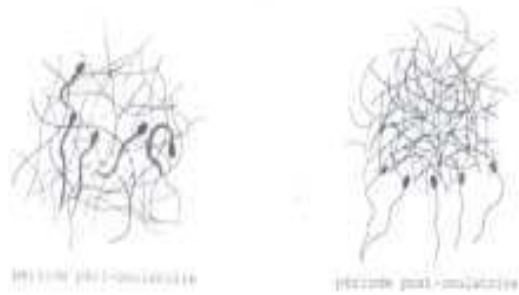


Fig. 6 : Glaise cervicale

Fig. 7a : Traversée des amblages  
péri-ovulatoire

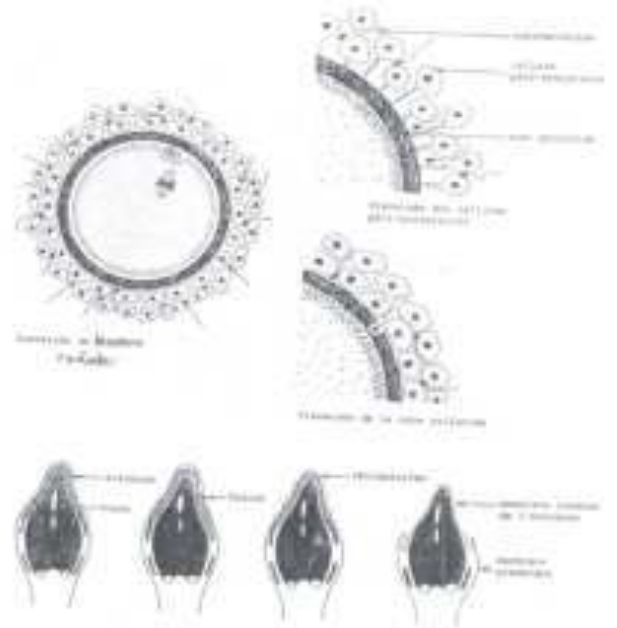


Fig. 7 b : Traversée des amblages

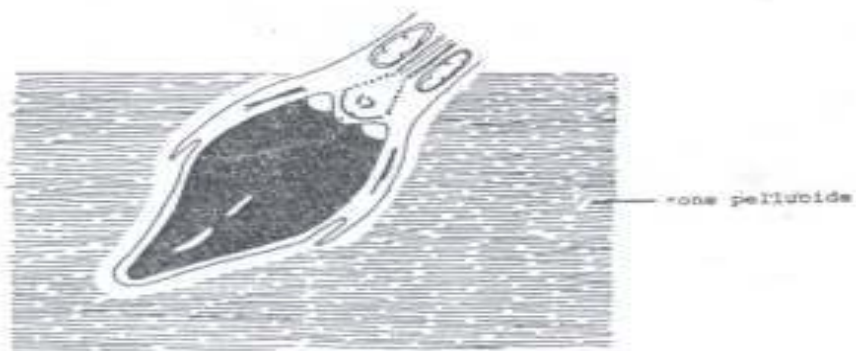
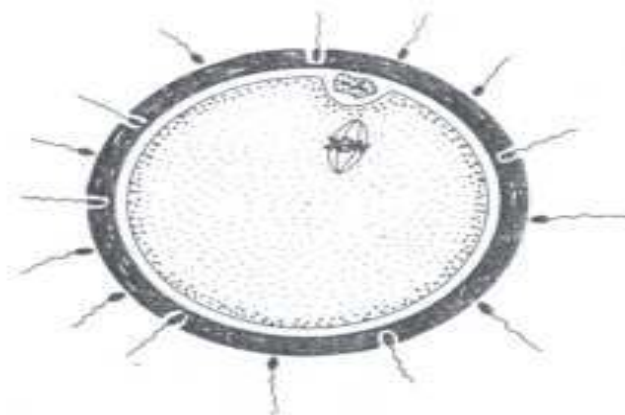


Fig. 8 : Traversée de la zone pellucide

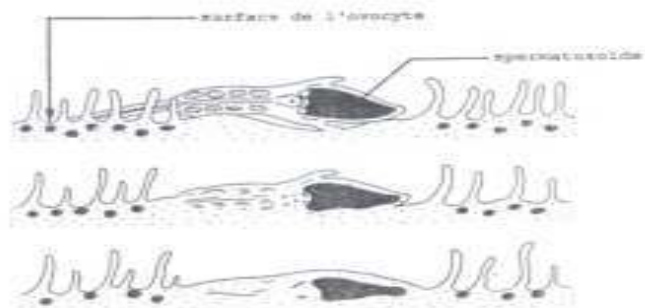
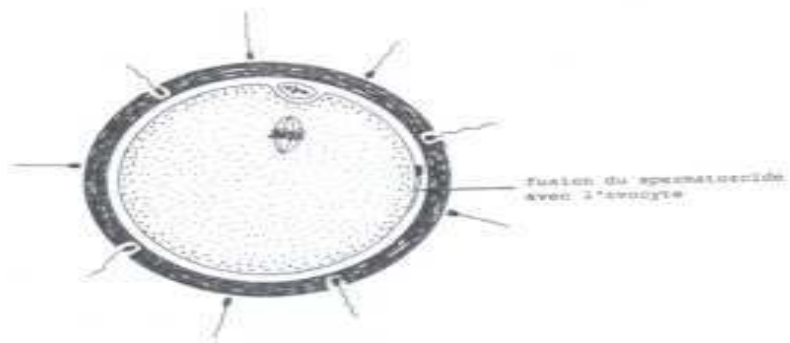
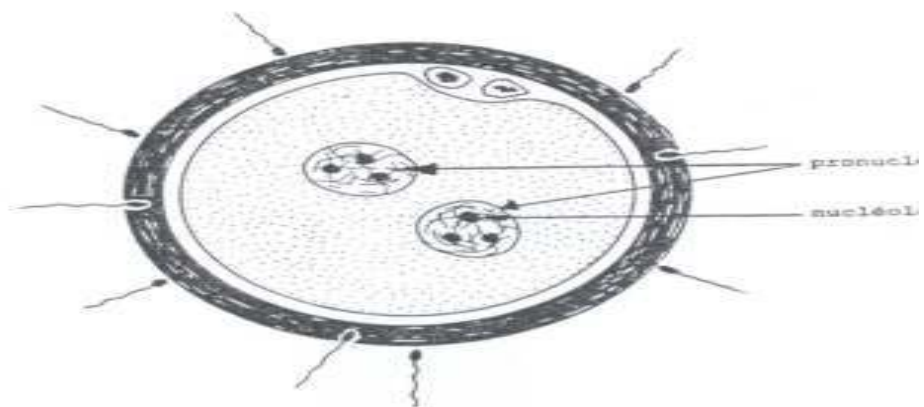


Fig. 9 : Fusion des gamètes.



Formation des pronucléi



Fig. 44 : Restauration de la diploïdie



Fig 10a : Expulsion du 2<sup>em</sup> Globule polaire

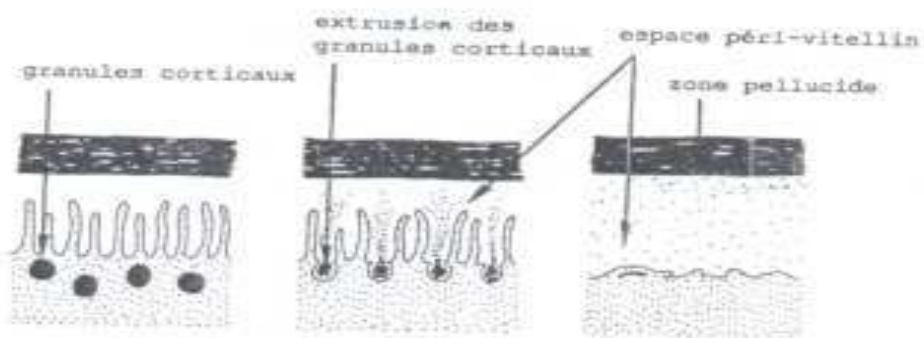
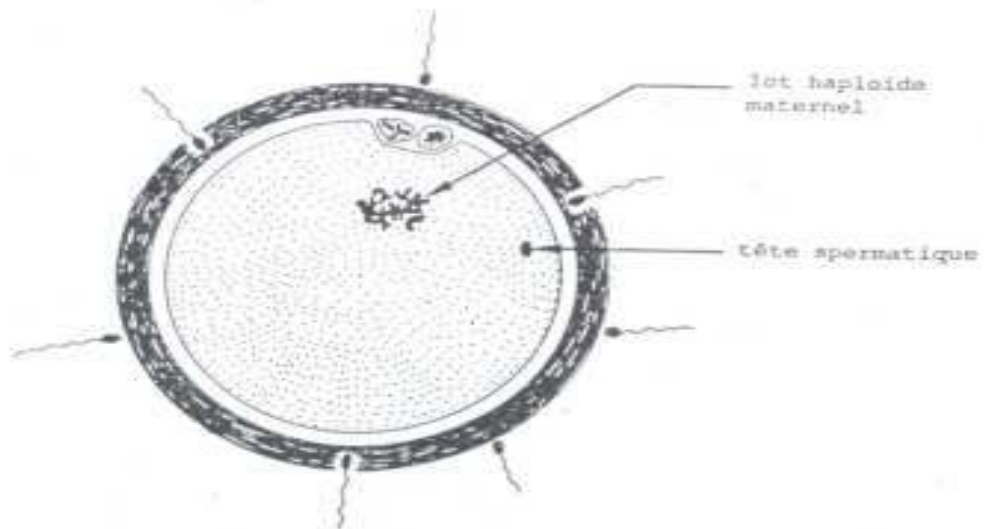


Fig. 10b: Réaction corticale

# PREMIÈRE SEMAINE DU DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

## Les objectifs éducationnels

Au terme de ce cours, l'étudiant pourra :

1. Citer les facteurs assurant la migration tubaire de l'œuf
2. Décrire la compaction de l'œuf
3. Indiquer le résultat de la compaction de l'œuf
4. Décrire les modifications qui transforment l'œuf en blastocyste
5. Citer les phénomènes caractérisant la préparation de l'utérus à la nidation

## PLAN

1. Introduction
2. La migration de l'œuf
3. La segmentation de l'œuf
4. La compaction
5. La formation du blastocyste
6. Préparation de la muqueuse utérine à la nidation

## 1. INTRODUCTION

L'œuf mesure environ 150  $\mu\text{m}$  de diamètre ; il est constitué d'une cellule unique entourée de la zone pellucide, de la corona radiata et des cellules du cumulus oophorus qui se détachent dans la trompe.

\* Après amphimixie, l'œuf se divise en 2 cellules appelées blastomères : c'est le début des divisions cellulaires ou segmentation qui se déroule en même temps que la migration de l'œuf le long de la trompe utérine.

\* Pendant la période de vie libre de l'œuf qui va de la fécondation (jour J1) jusqu'au début de la nidation, l'œuf est totalement autonome : c'est la progestation. Elle a une durée relativement fixe au-delà de laquelle, l'œuf meurt s'il ne s'implante pas. Au cours de cette période, la muqueuse utérine complète sa préparation pour recevoir l'œuf.

## 2. LA MIGRATION DE L'ŒUF (Fig. 1)

Au fur et à mesure qu'il se divise, l'œuf est transporté depuis le 1/3 externe de la trompe (lieu de la fécondation) jusqu'à la cavité utérine. Cette migration dure environ 6 à 7 jours. L'œuf parcourt ainsi successivement la trompe utérine (trajet tubaire) et la cavité utérine (trajet utérin).

La trompe joue un rôle important dans la migration de l'œuf et dans sa survie :

\* L'œuf n'a par lui-même aucune mobilité propre ; il se déplace grâce :

- aux contractions musculaires de la paroi de la trompe.
- aux mouvements des cils vibratiles des cellules de l'épithélium de la trompe qui se font tous dans le même sens.
- au courant liquidien tubaire qui naît des deux facteurs précédents.

\* Le liquide tubaire assure la nutrition de l'œuf au cours de son transit dans la trompe.

\* Le liquide tubaire joue aussi un rôle important dans le décrochage des cellules de la corona radiata : l'activité fibrinolytique et la présence d'ions carbonates dispersent ces cellules, mais respectent la zone pellucide.



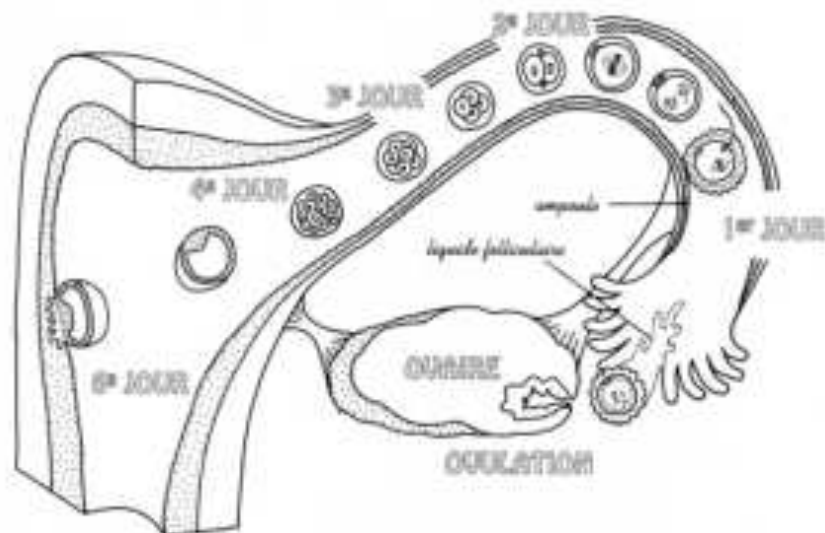


Figure 1 Migration de l'œuf dans la trompe

Le transit intra tubaire dure environ 4 jours au terme desquels l'œuf arrive au niveau de l'orifice tubaire de l'utérus. Ce transit est sous le contrôle des hormones stéroïdes sexuelles qui agissent directement sur la contraction des fibres musculaires de la paroi tubaire.

### 3. LA SEGMENTATION DE L'ŒUF (FIG. 2)

L'œuf se divise après sa formation par mitoses successives pour former les blastomères. La première division est particulièrement longue. Il faut environ 30 heures pour voir les deux premiers blastomères. Les mitoses se poursuivent dans le volume inextensible de la zone pellucide ce qui réduit la taille des cellules à chaque division. Certains blastomères meurent. La régulation du nombre de cellules nécessite la disparition de plusieurs cellules.

La segmentation aboutit au 4<sup>ème</sup> jour à la formation, d'un massif cellulaire sphérique plein dont la surface est irrégulière, bosselée, ayant l'aspect d'une mûre et qu'on appelle morula. Elle est composée d'une trentaine de blastomères apparemment tous identiques et limitée par la zone pellucide. C'est à ce stade que l'œuf atteint l'orifice tubo-utérin et pénètre dans la cavité utérine. Il a perdu sa corona radiata, mais reste entouré par sa zone pellucide. Il reste libre environ 2 jours puis commence sa nidation dans la muqueuse utérine.

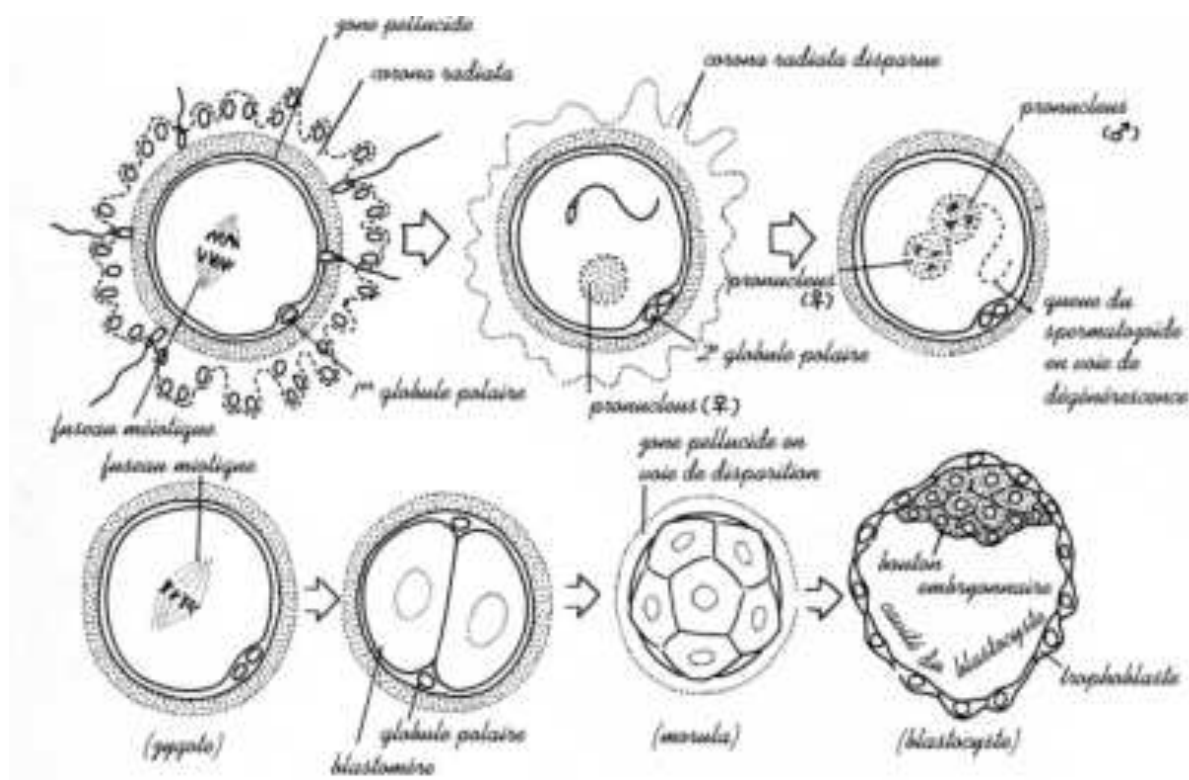


Figure 2 Fécondation-Segmentation-Blastocyste

## 4. LA COMPACTION (FIG. 2)

La compaction est la 1<sup>ère</sup> étape visible de la différenciation de la morula. Elle correspond à des modifications de la polarité cellulaire et à l'installation d'une dualité cellulaire : cellules du bouton embryonnaire et cellules du trophoblaste. En effet les divisions cellulaires génèrent à chaque fois des cellules déterminées de manière différente selon la partie active de leur génome. On a un passage progressif de la totipotence (capacité de donner tous les types cellulaires) à la multipotence (capacité à donner plusieurs types de cellules). Ceci est dû à l'inactivation de nombreux gènes et à l'activation d'autres, en fonction du tissu considéré. Seules les futures cellules germinales gardent leur totipotence.

Les blastomères de la morula sont peu adhérents entre eux avec un arrangement cellulaire lâche. La cohésion de ces blastomères change :

- les plus périphériques établissent entre eux des liaisons étanches qui isolent la morula du milieu extérieur; ils développent également des microvillosités à leur pôle apical et forment le **trophoblaste**.
- les plus internes restent apolaires, communiquent entre eux par des jonctions de type gap et forment le **bouton embryonnaire ou masse cellulaire interne**.

Jusqu'au stade 4 blastomères, il n'y a pas d'activité de transcription zygotique : l'expression zygotique du génome débute au stade 4-8 blastomères

jusqu'au stade 8 blastomères, les cellules sont totipotentes capables d'exprimer la totalité du programme génétique et de participer à l'édification de tous les tissus extra et intraembryonnaires. La totipotence est liée à l'expression des gènes de la famille Oct (octamère).

La différenciation observée lors de la compaction signe la perte de la totipotence des blastomères qui abordent une période dite de pluripotence avec une expression préférentielle du génome d'origine paternelle dans le trophoblaste et du génome d'origine maternelle dans la masse cellulaire interne (empreinte génomique).

## L'INACTIVATION DE L'X

L'inactivation de l'X est aléatoire, elle n'a lieu que chez l'embryon féminin XX.

Dans les cellules embryonnaires, l'inactivation s'effectue au hasard dès J6 et touche indifféremment l'X d'origine paternelle (Xp) ou maternelle (Xm). Alors que, classiquement dans les cellules extraembryonnaires (placenta), l'inactivation est soumise à empreinte et touche l'Xp d'une façon préférentielle.

## 5. LA FORMATION DU BLASTOCYTE

\* À partir du 5<sup>ème</sup> jour, des espaces intercellulaires apparaissent au centre de la morula, liés à la présence de liquide provenant du liquide tubaire puis utérin.

Ces espaces intercellulaires vont confluer pour former une cavité : le blastocèle. L'œuf est appelé alors blastocyste. Il est formé d'une masse cellulaire interne (bouton embryonnaire ou pôle embryonnaire) et d'un trophoctoderme et du blastocèle.

La zone pellucide, présente jusqu'au 6<sup>ème</sup> jour, joue un rôle de protection contre les agressions cellulaires, bactériennes ou virales. Elle constitue une barrière non seulement physique, mais également chimique, car elle contient de l'interféron et des substances de type lysozyme élaborés par l'œuf.

Au 6<sup>ème</sup> jour se produit la rupture de la zone pellucide. L'embryon sort de sa zone pellucide : c'est l'éclosion.

Des phénomènes mécaniques et chimiques permettent d'expliquer cette rupture :

- La fragilisation due à l'action des enzymes déversées par les spermatozoïdes entourant l'ovocyte au cours de leur réaction acrosomique.
- L'action des enzymes protéolytiques du trophoblaste contribue à la dissolution partielle de la zone pellucide.
- La multiplication des cellules à l'intérieur de l'œuf entraîne une augmentation de la pression.
- Les contractions des cellules de l'œuf créent un « traumatisme physique » direct sur la zone pellucide.

## 6. PRÉPARATION DE LA MUQUEUSE UTÉRINE À LA NIDATION

Pendant la période qui correspond à la première semaine de développement embryonnaire (du 14<sup>ème</sup> au 21<sup>ème</sup> jour du cycle ovarien) les ovaires sécrètent progestérone et œstrogènes qui agissent sur la muqueuse utérine (endomètre) et sur la paroi musculaire de l'utérus (myomètre) :

- le myomètre se relâche
- l'endomètre présente les modifications suivantes :
  - \* la vascularisation se développe, les artérioles s'allongent et se spiralisent
  - \* les glandes se développent, s'allongent et sécrètent du mucus et du glycogène
  - \* un œdème apparaît dans le chorion.
- l'épithélium de surface absorbe une fraction importante du liquide utérin. Il en résulte la réduction du volume de la cavité utérine, ce qui rapproche l'embryon de l'endomètre et facilite leur interaction.

# DEUXIÈME SEMAINE DU DÉVELOPPEMENT

## Les objectifs éducationnels

Au terme de ce cours, l'étudiant pourra :

1. Décrire et dater les étapes de l'évolution du trophoblaste au cours de la 2<sup>ème</sup> semaine.
2. Décrire et dater l'évolution du bouton embryonnaire au cours de la 2<sup>ème</sup> semaine.
3. Indiquer les paramètres pouvant expliquer les anomalies de la nidation.
4. Citer les sites normaux de la nidation et les différentes nidations ectopiques en indiquant les ectopies les plus fréquentes.
5. Indiquer le conditionnement hormonal lors de la préparation à la nidation et au cours de la nidation.
6. Expliquer les différentes étapes de la mise en place des premières annexes embryonnaires.

## PLAN

### 1. Introduction

### 2. La nidation

- 2-1. Préparation de l'œuf et de l'endomètre
- 2-2. Les étapes de l'implantation du blastocyste
- 2-3. Déterminisme de la nidation
- 2-4. Les anomalies de la nidation

### 3. Formation du disque embryonnaire didermique et mise en place des premières annexes embryonnaires.

- 3-1. Le disque embryonnaire didermique
- 3-2. L'amnios et la cavité amniotique
- 3-3. Évolution du blastocyste

## 1. INTRODUCTION

À la fin de la 1<sup>ère</sup> semaine du développement, le blastocyste, auparavant libre dans la cavité utérine, s'approche de la muqueuse utérine, se fixe à l'épithélium utérin puis pénètre à l'intérieur de l'endomètre grâce à une prolifération du trophoblaste réalisant la nidation.

L'implantation de l'œuf dans l'endomètre commence très tôt, le 6<sup>ème</sup>/7<sup>ème</sup> jour après la fécondation, car, dans l'espèce humaine, l'œuf est oligolécithe (pauvre en réserves). Il doit nécessairement se fixer sur l'organisme maternel qui lui fournit tout ce dont il a besoin pour son développement.

La nidation ne peut s'effectuer que lorsque les 2 organismes sont préparés l'un à recevoir et l'autre à s'implanter.

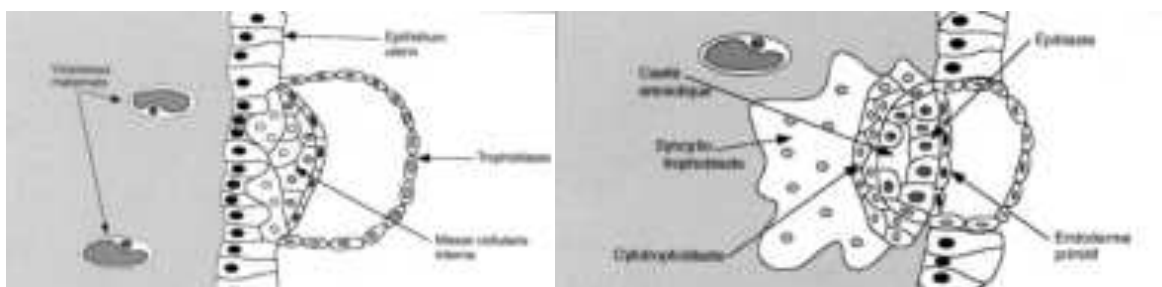
\* Le bouton embryonnaire évoluera en un disque plan à 2 feuillets (disque didermique).

\* Les premières annexes embryonnaires seront mises en place.

## 2. LA NIDATION (Fig. 1-2)

### 2-1. PRÉPARATION DE L'ŒUF ET DE L'ENDOMÈTRE :

Elle correspond à l'implantation de l'œuf dans la muqueuse utérine et marque le début de la gestation qui durera jusqu'à l'accouchement.



**Fig 1 Fixation à l'endomètre et début de la nidation J7-J8**

Dans l'espèce humaine, le blastocyste pénètre en totalité dans la muqueuse; la nidation est dite interstitielle.

La nidation normale s'effectue dans l'utérus, au tiers supérieur ou au tiers moyen.

Pour que la nidation ait lieu, il faut nécessairement :

- \* que l'œuf soit au stade blastocyste et qu'il ait perdu sa zone pellucide.
- \* que la muqueuse utérine soit réceptive (apte à recevoir l'œuf).
- \* qu'il y ait un synchronisme entre la préparation de la muqueuse utérine et l'évolution de l'œuf. D'où la notion de «fenêtre d'implantation», qui est la période pendant laquelle l'endomètre est réceptif à l'embryon. Elle serait de 2 à 3 jours dans l'espèce humaine.

## 2-2. LES ÉTAPES DE L'IMPLANTATION DU BLASTOCYSTE

L'implantation se déroule au cours de la 2<sup>ème</sup> semaine et comporte 3 phases successives :

### 2-2-1. L'ORIENTATION ET L'APPOSITION

Après orientation du blastocyste par son pôle embryonnaire vers la muqueuse utérine, des interactions tissulaires se passent entre eux via la sécrétion de facteurs qui se lient à des récepteurs membranaires spécifiques. Pour qu'un système moléculaire puisse être impliqué dans les processus d'interaction entre le blastocyste et la muqueuse utérine, il faut qu'un des deux tissus sécrète le ligand et que l'autre exprime le récepteur. On connaît au moins trois familles de molécules potentiellement impliquées dans ces interactions : le Leukemia Inhibitor Factor (LIF), le Colony Stimulating Factor 1 (CSF 1) et le système des ligands de la famille de l'Epidermal Growth Factor (EGF) et de leur récepteur (EGF-R).

### 2-2-2. L'ADHÉSION

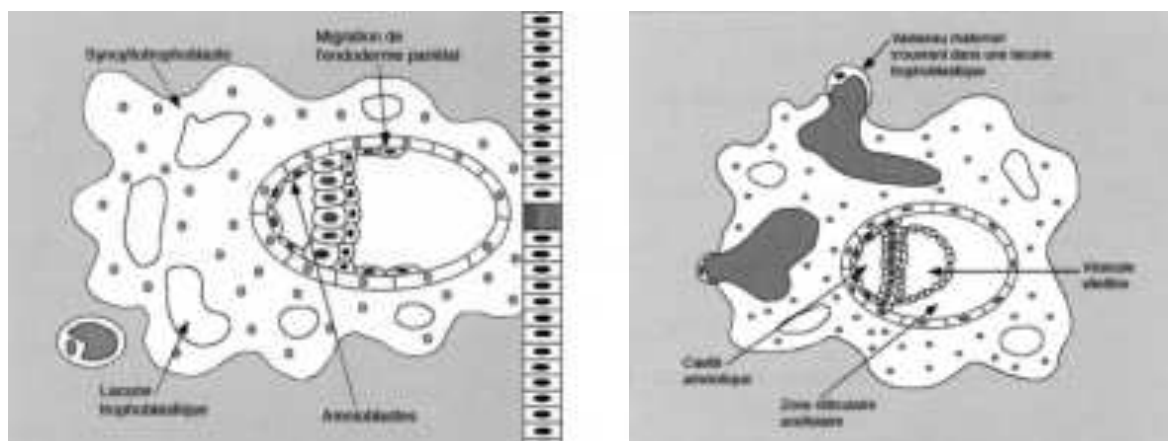
Vers le 6<sup>ème</sup> jour après la fécondation le blastocyste adhère à la muqueuse utérine par son pôle embryonnaire (du côté du bouton embryonnaire). Le trophoblaste, qui entre en contact avec l'épithélium utérin prolifère et se différencie en 2 couches :

- **le syncytiotrophoblaste**, situé contre la muqueuse utérine, provient de mitoses cellulaires avec divisions des noyaux sans divisions du cytoplasme. C'est une nappe cytoplasmique parsemée de noyaux.
- **le cytotrophoblaste**, formé d'une ou de deux couches de cellules mononucléées cubiques ou cylindriques, est situé sous le syncytiotrophoblaste.

### 2-2-3. L'INVASION

Lors de la phase progestative du cycle puis de toute la première partie de gestation. La matrice extracellulaire du chorion de la muqueuse utérine se modifie. Certaines protéines de la matrice présentes lors de la phase œstrogénique disparaissent totalement (vibronectine et du collagèneVI). D'autres persistent, mais leur distribution se modifie (fibronectine, collagènes III et V) si bien que le réseau matriciel est beaucoup plus lâche, permettant la progression de l'embryon à travers les mailles de la matrice.

- \* Le syncytiotrophoblaste entre en contact direct avec la muqueuse utérine. Il augmente de surface rapidement et, grâce à son pouvoir lytique, s'enfonce progressivement dans l'endomètre.
- \* Au fur et à mesure que l'œuf pénètre dans la muqueuse utérine, les mêmes modifications du trophoblaste observées en regard du pôle embryonnaire vont progressivement s'étendre à toute la périphérie de l'œuf et le syncytiotrophoblaste recouvre entièrement la surface de l'œuf.
- \* Vers le 9<sup>ème</sup>/10<sup>ème</sup> jour, de petites lacunes se creusent dans la masse syncytiotrophoblastique, forment un syncytiotrophoblaste lacunaire.



**Fig 2 Suite  
de la  
nidation J9 J11**

\* Vers le 11<sup>ème</sup>/12<sup>ème</sup> jour, l'œuf est totalement implanté, le syncytiotrophoblaste va éroder les vaisseaux de l'endomètre; le sang maternel se déverse alors dans les lacunes du syncytiotrophoblaste apportant éléments nutritifs et oxygène (Fig. 2).

\* Vers le 13<sup>ème</sup>/14<sup>ème</sup> jour, le cytotrophoblaste prolifère; ses cellules se disposent en travées orientées, rayonnantes, tout autour de l'œuf implanté. Chacune de ces travées ainsi constituées comporte un axe cytotrophoblastique entouré de syncytiotrophoblaste au contact du sang maternel; chaque travée constitue une villosité placentaire primaire. Ces villosités vont évoluer en s'associant à du tissu mésodermique extra embryonnaire, d'abord non vascularisé, puis vascularisé, pour contribuer à la formation du placenta (voir plus loin chapitre Annexes embryonnaires).

C'est donc à un stade précoce que se mettent en place les villosités qui vont permettre les échanges entre le sang maternel et le sang embryonnaire puis fœtal.

## 2-3. DÉTERMINISME DE LA NIDATION

### Conditionnement hormonal

Il correspond essentiellement à l'imprégnation en progestérone par le corps jaune, ce qui provoque croissance et sécrétion des glandes utérines et qui inhibe les contractions du myomètre. Mais la progestérone n'est active sur la muqueuse utérine que si la paroi a été au préalable préparée par les œstrogènes. Progestérone et œstrogènes agissent en synergie.

Après la nidation et grâce à l'activité hormonale syncytiotrophoblastique, le corps jaune va se maintenir élaborant en particulier de la progestérone. L'endomètre continue à subir d'importantes modifications : les cellules du chorion de l'endomètre situées au contact du syncytiotrophoblaste deviennent métaboliquement actives et sécrétoires, elles forment les cellules déciduales. L'ensemble des modifications subies par l'endomètre constitue la réaction de décidualisation qui, à la fin de la 4<sup>ème</sup> semaine de développement, transforme cette partie de l'endomètre en caduques (destinées à se détacher lors de l'accouchement).

Ces modifications du fonctionnement du système immunitaire maternel ont des conséquences (positives ou négatives) sur l'évolution de certaines maladies auto-immunes maternelles au cours de la grossesse.

## 2-4. LES ANOMALIES DE LA NIDATION

### 2-4-1. L'ENDOMÈTRE PEUT ÊTRE INAPTE À RECEVOIR L'ŒUF :

- \* Un endomètre mal préparé par une mauvaise imprégnation hormonale ne sera pas capable d'assurer une bonne nidation.
- \* La présence d'un dispositif intra-utérin (stérilet) rend la muqueuse utérine impropre à la nidation (méthode contraceptive).

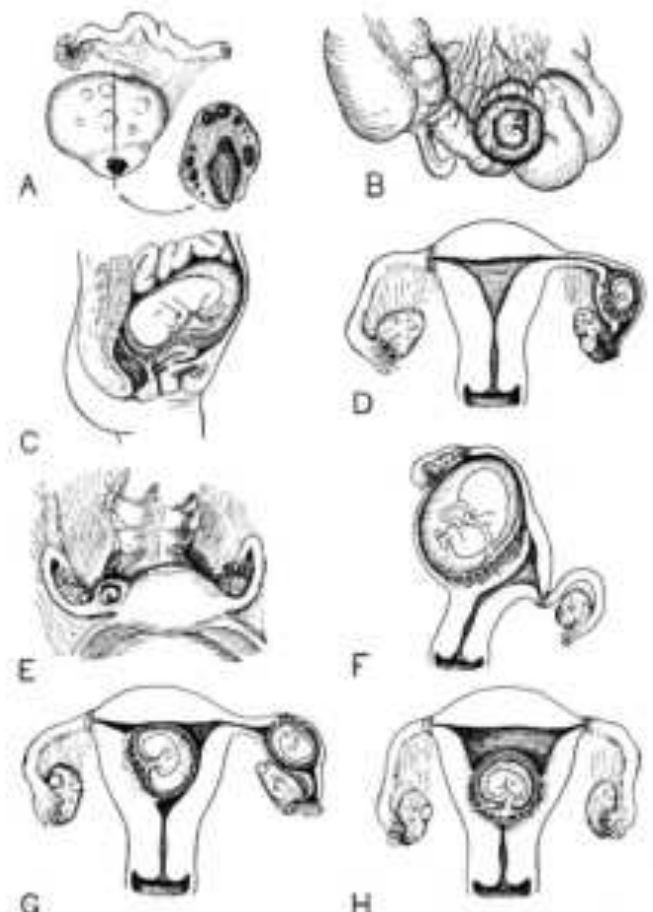
### 2-4-2. L'ŒUF PEUT ÊTRE INAPTE À S'IMPLANTER :

- \* s'il n'a pas atteint le stade blastocyste
- \* s'il n'a pas pu se débarrasser de sa zone pellucide
- \* s'il est de structure anormale.

Ces anomalies aboutissent à des avortements très précoces.

### 2-4-3. NIDATIONS ECTOPIQUES (Fig. 3)

\* **Nidation utérine basse** : réalisant une anomalie appelée placenta praevia. Dans cette anomalie, la nidation s'effectue au tiers inférieur de l'utérus : le placenta peut recouvrir l'orifice interne du col rendant impossible l'accouchement par voie basse. Cette anomalie s'accompagne d'hémorragie chez la mère au cours de la 2<sup>ème</sup> moitié de la grossesse.



**Figure 3 Les sites de nidation ectopique**

À Ovarienne. B Abdominale (surface de l'intestin) C Abdominale (Cul-de-sac utérin postérieur)

D Ampullaire (Trompe). E Isthmique (Trompe) F Interstitielle (Trompe) G Intra et extra-utérine

H Utérine basse (Placenta praevia)



### \* Nidation extra-utérine

- Dans la trompe déterminant une grossesse tubaire. C'est de loin la plus fréquente des grossesses extra-utérines. Le siège peut être l'ampoule, l'isthme ou le segment interstitiel de la trompe, Les causes favorisant relèvent principalement de troubles de la migration tubaire de l'œuf. Le risque majeur de cette grossesse tubaire est l'hémorragie interne par rupture de la trompe. Le diagnostic doit être fait tôt avant les complications hémorragiques.
- Beaucoup plus rares sont les nidations de l'œuf à la surface de l'ovaire ou dans la cavité abdominale (le blastocyste s'implante sur le péritoine ou sur une anse intestinale) Ici aussi la grossesse s'arrête le plus souvent à la suite d'une hémorragie intra-abdominale.
- De rares cas de grossesses intra et extra-utérines simultanées ont été décrits.

## 3. FORMATION DU DISQUE EMBRYONNAIRE DIDERMIQUE ET MISE EN PLACE DES PREMIÈRES ANNEXES EMBRYONNAIRES.

### 3-1. LE DISQUE EMBRYONNAIRE DIDERMIQUE

Les données concernant la période embryonnaire sont adaptées des observations animales, l'embryon humain étant inaccessible à l'étude directe, sauf ceux qui sont récupérés à la suite d'un avortement.

Dès le début de la 2<sup>ème</sup> semaine du développement, les cellules du bouton embryonnaire se différencient en deux feuillets superposés (Fig 1) :

- **L'endoderme primitif** : Les cellules situées en regard du blastocèle prennent une forme aplatie ou cubique et se disposent en un feuillet épithélial continu.
- **L'épiblaste** : Le reste des cellules du bouton embryonnaire donne des cellules prismatiques qui s'organisent aussi en un feuillet épithélial unicellulaire.

### 3-2. L'AMNIOS ET LA CAVITÉ AMNIOTIQUE (FIG 1-2)

La cavité amniotique apparaît environ au 8<sup>ème</sup> jour lorsque du liquide commence à se rassembler dans des cavités aménagées entre l'épiblaste et le trophoblaste. Une couche de cellules aplaties va séparer le trophoblaste de la cavité : les amnioblastes qui s'organisent en un feuillet épithélial, l'amnios. L'origine de ces cellules est encore discutée : épiblaste ou trophoblaste.

### 3-3. ÉVOLUTION DU BLASTOCYTE :

À partir de J9 les cellules situées aux extrémités de l'endoderme primitif vont proliférer, glisser sur la face interne du cytotrophoblaste, s'aplatir et former à J11-J12 la membrane de Heuser (Endoderme pariétal). Celle-ci revêt l'ancien blastocèle qui devient la **vésicule vitelline primaire** (Fig 2).

Simultanément un matériel acellulaire, lâche et réticulé, est sécrété entre la membrane de Heuser et le cytotrophoblaste : c'est le réticulum extraembryonnaire.

Des cellules d'origine discutée vont coloniser cet espace acellulaire pour former le **mésoderme extraembryonnaire** (Fig 4) qui va revêtir :

- la face externe de la membrane de Heuser : la lame ombilicale
- la face externe des amnioblastes : la lame amniotique
- la face interne du cytotrophoblaste : la lame chorionale.

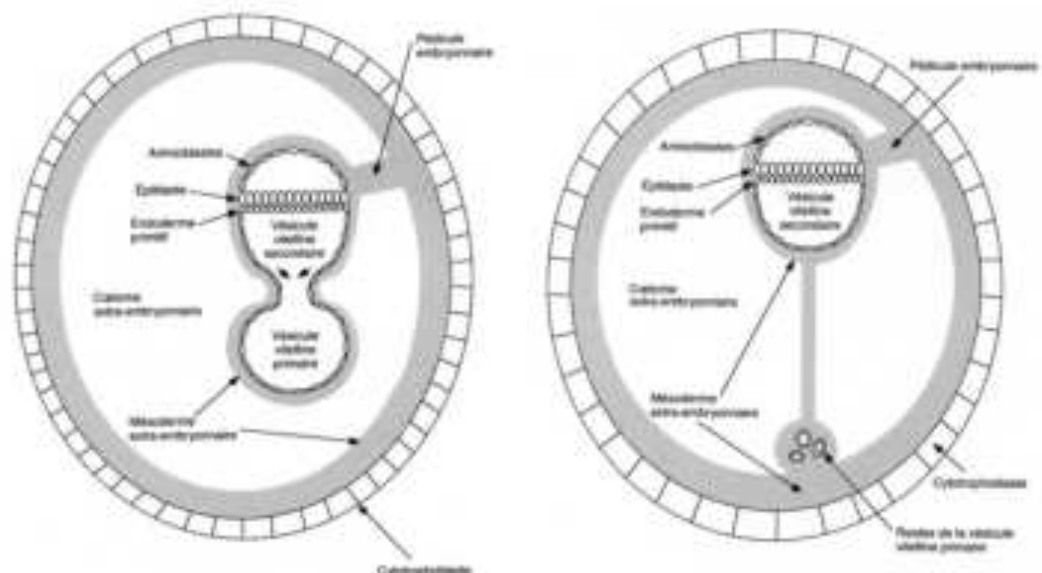


Fig 4 Embryon à J12 et J13

Le réticulum extraembryonnaire se désagrège pour laisser la place à une cavité remplie de liquide le coelome extraembryonnaire.

Vers 12 à 13 jours l'endoderme primitif reprend sa prolifération et repousse la membrane de Heuser avec une partie de la vésicule vitelline primaire. Il en résulte la formation de la vésicule vitelline secondaire et d'un kyste exocœlomique (restes de la vésicule vitelline primaire) qui finira par disparaître (Fig 4).

Au 13<sup>ème</sup> jour l'embryon est un disque plan didermique, limité par la cavité amniotique et la vésicule vitelline secondaire, le tout étant suspendu dans le coelome extra-embryonnaire. Un cordon de mésoderme extraembryonnaire lie l'embryon au trophoblaste : c'est le pédicule embryonnaire.

# TROISIÈME SEMAINE DU DÉVELOPPEMENT

## Les objectifs éducationnels

Au terme de ce cours, l'étudiant pourra :

1. Définir la gastrulation en la situant par rapport aux différentes étapes de l'embryogenèse.
2. Décrire la mise en place de l'endoderme définitif.
3. Expliquer la mise en place du mésoderme embryonnaire à partir de la ligne primitive.
4. Expliquer la mise en place du prolongement céphalique, de la plaque chordale et de la corde définitive,
5. Décrire et schématiser un embryon humain en coupes transversales et en coupes sagittales aux différentes étapes de la gastrulation.
6. Indiquer les anomalies de la gastrulation.
7. Définir la neurulation et la situer par rapport aux différentes étapes de l'embryogenèse.
8. Citer les structures embryologiques qui induisent la formation du tissu nerveux.
9. Décrire et schématiser en coupes transversales les trois stades initiaux du développement du tube neural.
10. Décrire la mise en place des somites, du mésoderme intermédiaire, du coelome intraembryonnaire, de la somatopleure et de la splanchnopleure intraembryonnaire en indiquant leur chronologie.
11. Indiquer les sites, la chronologie et la mise en place des îlots vasculo-sanguins primitifs.
12. Indiquer les sites, la chronologie et la localisation des cellules germinales primordiales.

## PLAN

### 1. Introduction

### 2. La gastrulation

#### 2-1. L'endoderme définitif.

#### 2-2. Le mésoderme embryonnaire

#### 2-3. Mise en place de la corde à partir du nœud de Hensen

2-3-1. Le prolongement céphalique

2-3-2. Formation de la corde définitive

### 2-4. Cinétique de la gastrulation

### 2-5. Anomalies de la gastrulation

### 3. Mise en place du tissu nerveux

### 4. Apparition des îlots vasculo-sanguins et des gonocytes primordiaux

## 1. INTRODUCTION

La 3<sup>ème</sup> semaine du développement est marquée par la gastrulation et le début de la neurulation.

La gastrulation est l'ensemble des phénomènes qui permettent à l'embryon didermique, formé de 2 feuillets épithéliaux unicellulaires l'épiblaste et l'endoderme primitif mis en place à la 2<sup>ème</sup> semaine, d'évoluer en un embryon tridermique.

Ainsi des cellules épiblastiques se déplacent, s'enfoncent sous l'épiblaste (qui leur a donné naissance) pour former le 3<sup>ème</sup> feuillet, le mésoderme embryonnaire.

Ce nouvel arrangement modifie les contacts cellulaires. Le développement ultérieur de l'embryon repose sur les interactions entre les cellules des trois feuillets et leur différenciation.

Au milieu de la 3<sup>ème</sup> semaine, commence l'ensemble des phénomènes qui vont permettre la mise en place des ébauches du système nerveux.

À la 3<sup>ème</sup> semaine apparaissent les premiers îlots vasculo-sanguins et les premières cellules germinales ou gonocytes primordiaux.

## 2. LA GASTRULATION

Au début de la 3<sup>ème</sup> semaine, sur la face dorsale du disque embryonnaire, des cellules de l'épiblaste prolifèrent. Cette prolifération cellulaire réalise à la partie caudale du disque un épaississement linéaire et médian, c'est la ligne primitive. La ligne primitive détermine l'axe céphalocaudal et la symétrie bilatérale de l'embryon (Fig 1a).

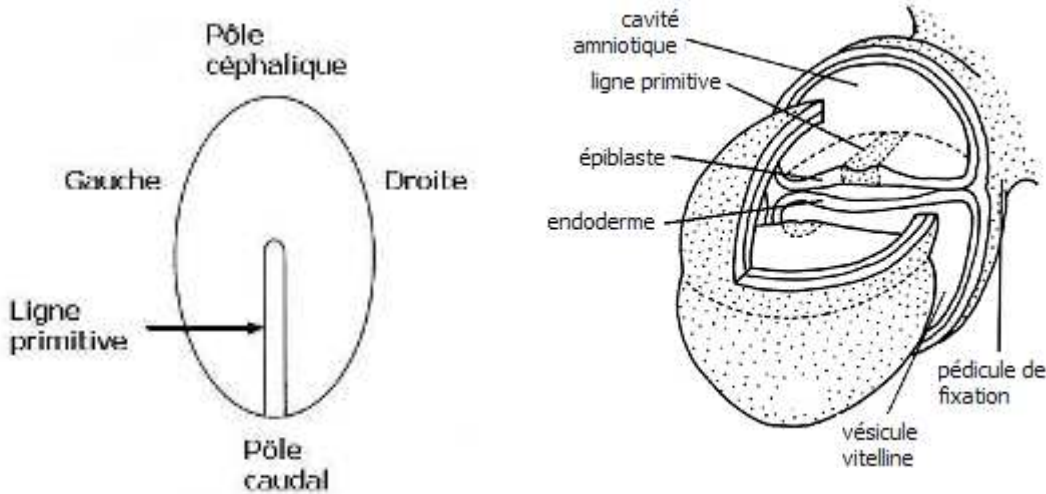


Figure 1 La ligne primitive

### 2-1. L'ENDODERME DÉFINITIF (FIG 2)

Des cellules épiblastiques migrent et s'intercalent entre les cellules de l'endoderme qui sont refoulées latéralement. Ainsi se met en place l'endoderme définitif. Lorsque les cellules migrent, elles perdent temporairement leur caractère épithélial qu'elles retrouvent ensuite pour former un nouveau feuillet.



Figure 2 Mise en place de l'endoderme définitif

### 2-2. LE MÉSODERME EMBRYONNAIRE

\* À partir du 16<sup>ème</sup> jour, les cellules de l'épiblaste prolifèrent, migrent à la surface du disque et convergent vers la ligne primitive; là, elles s'invaginent dans le sillon de la ligne primitive, s'infilrent entre l'épiblaste et l'endoderme et vont constituer un nouveau feuillet intermédiaire, le **mésoderme embryonnaire**. Ce troisième feuillet n'est pas épithélial, mais constitué de cellules indépendantes : les cellules mésenchymateuses.

Ayant donné l'endoderme et le mésoderme, l'épiblaste est finalement dénommé **ectoderme**. L'épiblaste est donc à l'origine de toutes les cellules formant l'embryon tridermique.

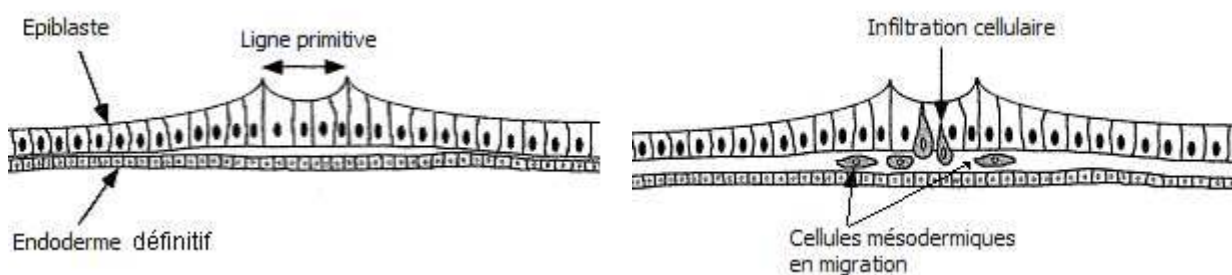


Figure 3 Mise en place du mésoderme embryonnaire

\* Le mésoderme va s'interposer entre les deux feuillets primitifs au niveau de tout le disque embryonnaire à l'exception de deux régions où les cellules épiblastiques et endodermiques sont unies par des jonctions empêchant l'infiltration du

mésoderme, c'est la membrane pharyngienne du côté céphalique et la membrane cloacale du côté caudal (Fig 4). Dans ces deux régions, les membranes pharyngienne et cloacale se présentent sous la forme de petits disques didermiques (à 2 feuillets).

- \* Le mésoderme se met en place jusqu'à la fin de la 3<sup>ème</sup> semaine, puis la prolifération cellulaire diminue et la ligne primitive régresse.
- \* Sur les bords du disque, le mésoderme embryonnaire entre en contact avec le mésoderme extraembryonnaire.

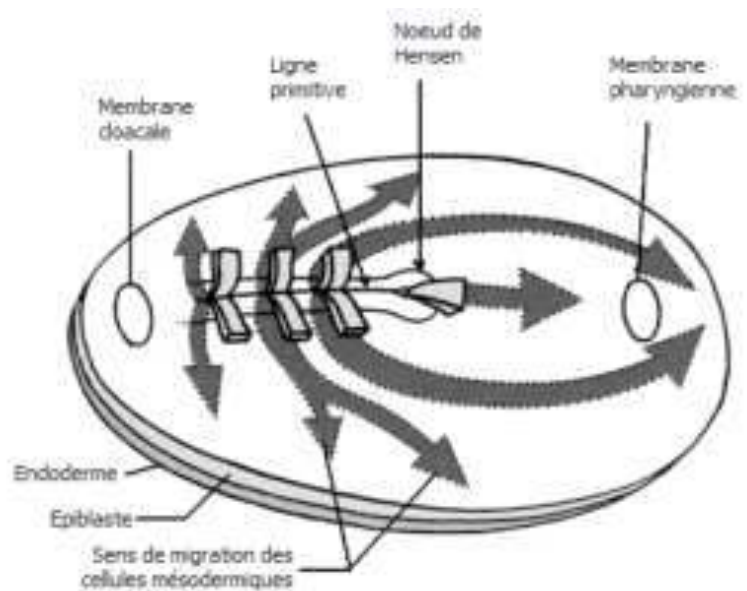


Figure 4 Migration des cellules mésodermiques

## 2-3. MISE EN PLACE DE LA CHORDE À PARTIR DU NŒUD DE HENSEN

### 2-3-1. LE PROLONGEMENT CÉPHALIQUE

La ligne primitive est limitée en avant par un bourrelet arrondi creusé par une dépression, le nœud de Hensen. À ce niveau les cellules de l'épiblaste prolifèrent, s'invaginent entre épiblaste et endoderme et forment un tube médian qui s'allonge en direction céphalique, c'est le prolongement céphalique ou **canal chordal** (Fig 5).

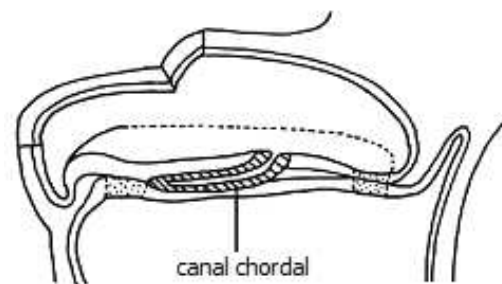


Figure 5 Le canal chordal

### 2-3-2. LA FORMATION DE LA CHORDE

- \* Vers le 18<sup>ème</sup> jour, la paroi ventrale du canal chordal s'accolé à l'endoderme sous-jacent (qui forme le toit de la vésicule vitelline).
- \* Ces 2 structures accolées se fissurent faisant apparaître des fentes qui mettent en communication la vésicule vitelline avec la lumière du canal chordal et donc avec la cavité amniotique (par le nœud de Hensen).
- \* Les fissurations se multiplient, les fentes fusionnent faisant disparaître la paroi ventrale du canal chordal. La paroi dorsale du canal chordal n'est plus alors qu'une gouttière ouverte dans la cavité de la vésicule vitelline.

Cette gouttière s'aplatit formant une plaque : la **plaque chordale** (Fig 6) bordée par l'endoderme.

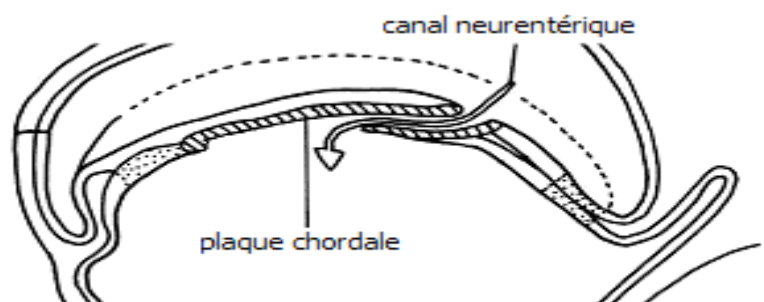


Fig 6 La Plaque chordale

- \* La cavité amniotique et la vésicule vitelline communiquent directement par le canal de Lieberkühn ou canal neurentérique. Le nœud de Hensen persiste et forme l'orifice dorsal de ce canal.

- \* Les cellules de la plaque chordale prolifèrent, s'isolent de l'endoderme et forment un cordon cellulaire plein, médian et axial, la **chorde définitive** (Fig 7), qui participera à la différenciation de l'ectoderme sus-jacent en neurectoderme, une fois la chorde définitive formée, l'endoderme rétablit sa continuité sous la chorde.

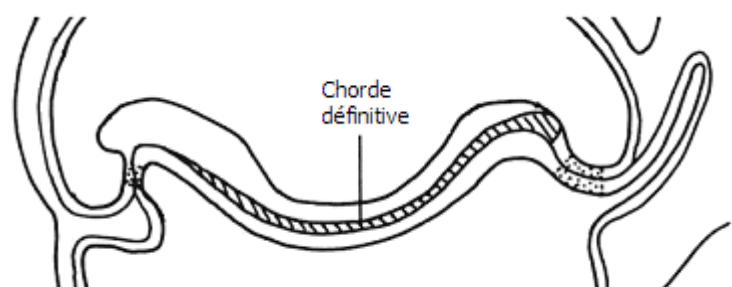


Fig 7 La chorde définitive

## 2-4. CINÉTIQUE DE LA GASTRULATION

\* L'embryologie expérimentale animale a permis de mettre en évidence les déplacements cellulaires dans le disque embryonnaire. Ce sont des mouvements morphogénétiques de la gastrulation. En utilisant des colorants vitaux (qui n'altèrent pas la vitalité des cellules), on peut pratiquer des marquages colorés de régions sélectionnées des œufs.

On suit ensuite l'évolution de ces marques colorées à des stades soit directement sur l'embryon, soit sur les coupes. Les mouvements de ces colorants permettent de visualiser les déplacements cellulaires. D'autres techniques telles que la mise en place d'obstacles, les marquages radioactifs et les greffes ont aussi été utilisées en embryologie expérimentale.

## 2-5. ANOMALIES DE LA GASTRULATION

L'apparition de la ligne primitive détermine le plan de symétrie de l'individu. Toute perturbation de cette ligne peut être à l'origine de malformations.

Dans l'espèce humaine, les anomalies de la gastrulation sont rares, mais très graves, car elles sont à l'origine des « Monstres doubles » :

- Il peut apparaître 2 lignes primitives et par conséquent 2 chordes conduisant à la formation de 2 « individus » plus ou moins soudés : Monstres doubles (siames). Cette anomalie peut être due à la fusion plus ou moins précoce de deux embryons.
- La mise en place et le développement du système nerveux se font sous les effets conjugués des tissus voisins (la corde, le nœud de Hensen, l'épiblaste et le mésoderme)

## 3. MISE EN PLACE DU TISSU NERVEUX

Au 18<sup>ème</sup> jour, en avant du nœud de Hensen, sous l'induction des tissus environnants, l'ectoderme s'épaissit par suite de la multiplication des cellules ectodermiques et forme la **plaque neurale** (Fig 8).

Cette partie de l'ectoderme devient le neur ectoderme. La plaque neurale a la forme d'une raquette. La partie large est située au niveau cranial elle donnera le cerveau et le cervelet, la partie caudale effilée donnera la moelle épinière.

\* Au 19<sup>ème</sup> jour, la plaque s'invagine, ses bords se soulèvent, et forment ainsi une **gouttière neurale** (Fig 9).

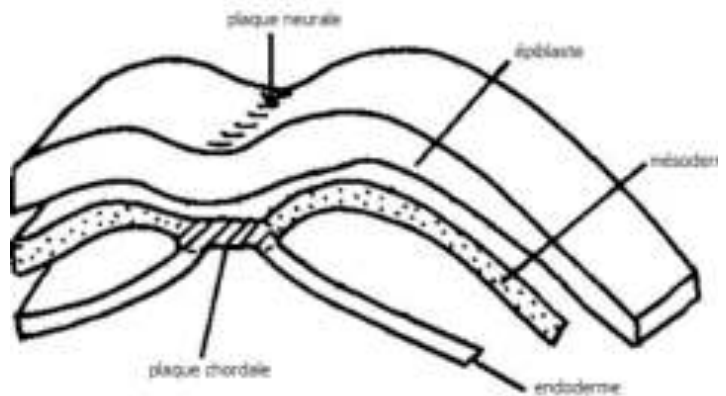


Figure 8 Stade de la plaque neurale

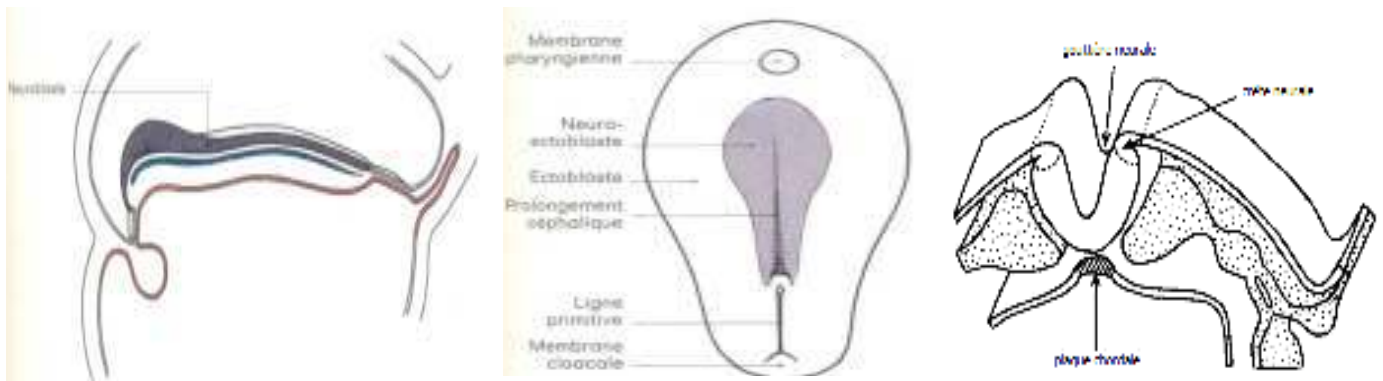


Figure 9 Stade de la gouttière neurale

\* Au début de la 4<sup>ème</sup> semaine, les bords de la gouttière neurale continuent à se surélever, se rapprochent l'un de l'autre et finissent par fusionner constituant ainsi le **tube neural** (Fig 10). Ce processus est appelé **neurulation primaire**.

Peu avant la fermeture du tube neural, se détache de chaque côté un cordon longitudinal issu de la zone de jonction gouttière neurale-ectoderme constituant les **crêtes neurales**.

L'ectoderme restant va se refermer devenant ectoderme de surface (futur épiderme)



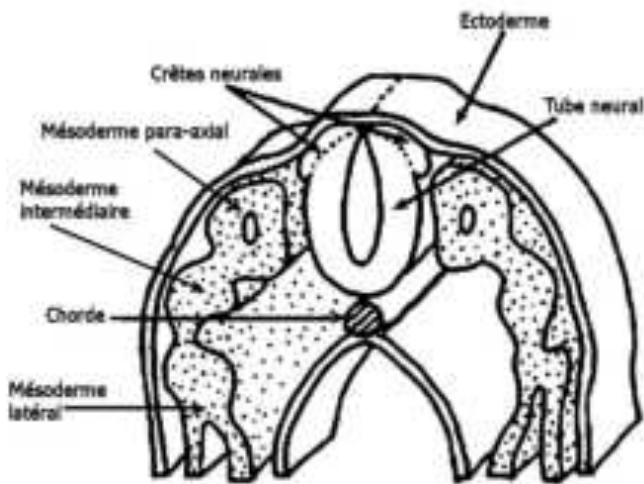


Figure 10 Stade du Tube Neural

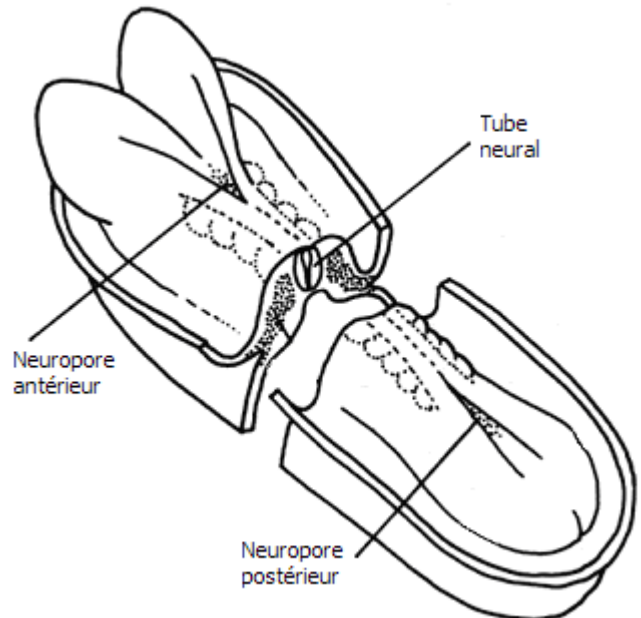


Figure 11 Fermeture du tube neural

\* La fermeture du tube neural commence dans la région moyenne de l'embryon (future région cervicale) puis s'étend progressivement vers les 2 extrémités.

Le tube neural est ouvert à ses 2 extrémités par 2 orifices (Fig 11) :

- le neuropore antérieur qui se ferme vers le 26<sup>ème</sup> jour
- le neuropore postérieur qui se ferme vers le 28<sup>ème</sup> jour

Après la fermeture du neuropore postérieur, un bourgeon de mésoderme (dans la partie la plus caudale de l'embryon), organisé en un cylindre, va se creuser d'une lumière pour fusionner avec le neuropore postérieur vers la 6<sup>ème</sup> semaine. C'est la **neurulation secondaire** (Fig 12).

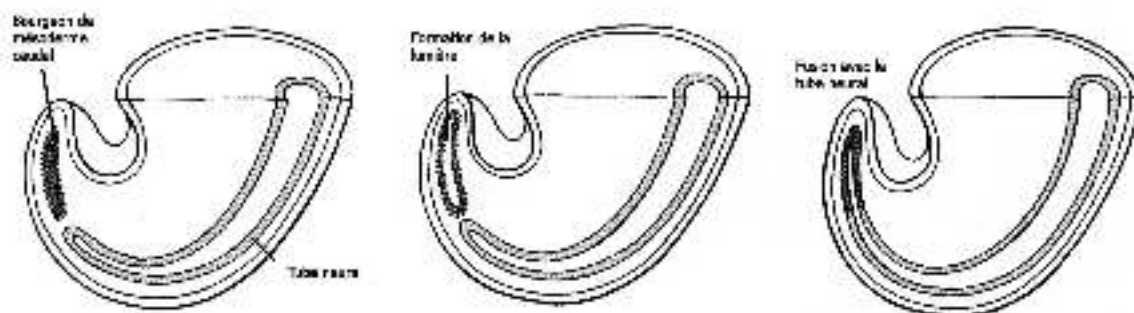


Fig 12 Neurulation secondaire

#### 4. APPARITION DES ÎLOTS VASCULO-SANGUINS ET DES GONOCYTES PRIMORDIAUX

\* Vers le milieu de la 3<sup>ème</sup> semaine, certaines cellules mésenchymateuses extraembryonnaires se différencient en îlots vasculo-sanguins primitifs donnant naissance aux premiers capillaires et aux premières cellules sanguines. Cet événement se produit dans tout le mésoderme, d'abord extra puis intraembryonnaire.

\* À la fin de la 3<sup>ème</sup> semaine, les premières cellules germinales ou gonocytes primordiaux font leur apparition dans le mésoderme extraembryonnaire du pédicule de fixation. L'origine actuellement retenue de ces cellules est l'épiblaste. Elles vont migrer vers le site où les gonades vont se développer.

# QUATRIÈME SEMAINE DU DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

## Les objectifs éducationnels

Au terme de ce cours, l'étudiant pourra :

- 1- Indiquer les 2 principaux processus qui déterminent les délimitations céphalocaudales et latérales de l'embryon.
- 2- Comparer l'aspect morphologique de l'embryon humain à la fin de la 4<sup>ème</sup> semaine du développement par rapport à son aspect à la 3<sup>ème</sup> semaine.
- 3- Expliquer la mise en place du cordon ombilical lors de la délimitation de l'embryon.
- 4- Indiquer les mécanismes expliquant la formation de faux jumeaux et les aspects anatomiques pouvant être réalisés.
- 5- Indiquer les mécanismes expliquant la formation de vrais jumeaux et les aspects anatomiques pouvant être réalisés.
- 6- Indiquer les fréquences relatives des différents types de jumeaux et les 2 principaux facteurs étiologiques.
- 7- Citer les causes et les mécanismes de la tératogenèse.

## PLAN

### 1. Délimitation de l'embryon

#### 1-1. Formation de la paroi ventrale

#### 1-2. Formation du cordon ombilical

### 2. Organisation de la structure interne de l'embryon

#### 2-1. Différenciation des feuillettes

2-1-1. Évolution du mésoderme

2-1-2. Évolution de l'ectoderme

2-1-3. Évolution de l'endoderme

2-1-4. Modalité de la différenciation cellulaire et de la croissance tissulaire

### 3. Les jumeaux

#### 3-1. Les faux jumeaux

#### 3-2. Les vrais jumeaux

#### 3-3. Conditions étiologiques et fréquence

### 4. La tératogenèse

## 1. DÉLIMITATION DE L'EMBRYON :

Elle s'effectue au cours de la 4<sup>ème</sup> semaine du développement (Fig 1, 2 et 3).

- \* le disque tridermique plan se transforme en un embryon proprement dit, entièrement séparé de ses annexes et rattaché au placenta par le cordon ombilical.
- \* la paroi ventrale de l'embryon se forme, et sa structure interne s'organise. Les principaux appareils (appareils circulatoire, digestif, excréteur, neurosensoriel...) se mettent en place sous forme d'ébauches.
- \* au cours de la délimitation, l'embryon s'enroule sur lui-même autour d'un axe longitudinal (céphalocaudal Fig 1-2) et d'un axe transversal (Fig 3).
- \* 2 facteurs contribuent à la délimitation de l'embryon :
  - la croissance rapide et importante du tube neural
  - l'expansion de la cavité amniotique.

### 1-1. FORMATION DE LA PAROI VENTRALE DE L'EMBRYON :

- \* Vers la fin de la 3<sup>ème</sup> semaine, le disque embryonnaire est limité
  - dorsalement par la cavité amniotique
  - ventralement par la vésicule vitelline

- côté céphalique par la membrane pharyngienne
- côté caudal par la membrane cloacale.
- latéralement par le sillon amniotique. Celui-ci correspond à la zone de jonction de l'ectoderme et de l'amnios.

\* Ultérieurement, la partie dorsale de l'embryon fait saillie dans la cavité amniotique (par la croissance rapide du tube neural et des somites). Celui-ci s'allonge beaucoup plus que le toit de la vésicule vitelline. L'embryon se plie sur lui même, d'où la formation des deux courbures : céphalique et caudale. La cavité amniotique se développe considérablement, ainsi que les lames latérales du mésoderme, entraînant un enroulement des parties latérales sous le disque embryonnaire.

Le sillon amniotique contourne l'embryon sous sa face ventrale et délimite l'ombilic.

\* En fin de la délimitation et à la suite du resserrement de l'ombilic, il se produit un renversement complet des membranes pharyngienne et cloacale.

Ainsi l'ébauche cardiaque qui était du côté céphalique de la membrane pharyngienne se retrouve de son côté caudal. De même le pédicule embryonnaire qui était primitivement dans la partie caudale de l'embryon devient ventral. Une partie du diverticule allantoïdien se trouve incorporée à l'embryon.

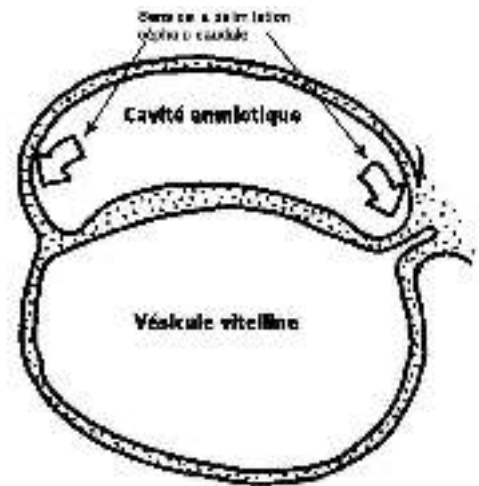


Figure 1 Début de la délimitation céphalocaudale

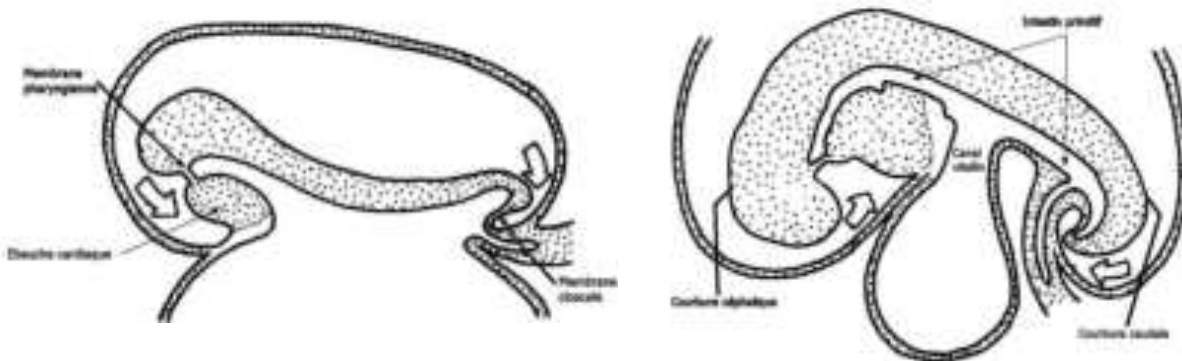


Figure 2 Délimitation céphalo-caudale suite

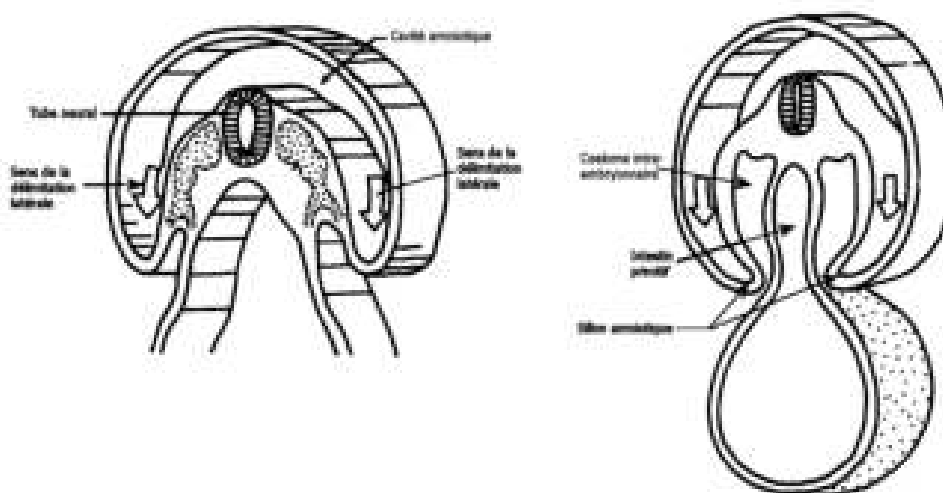


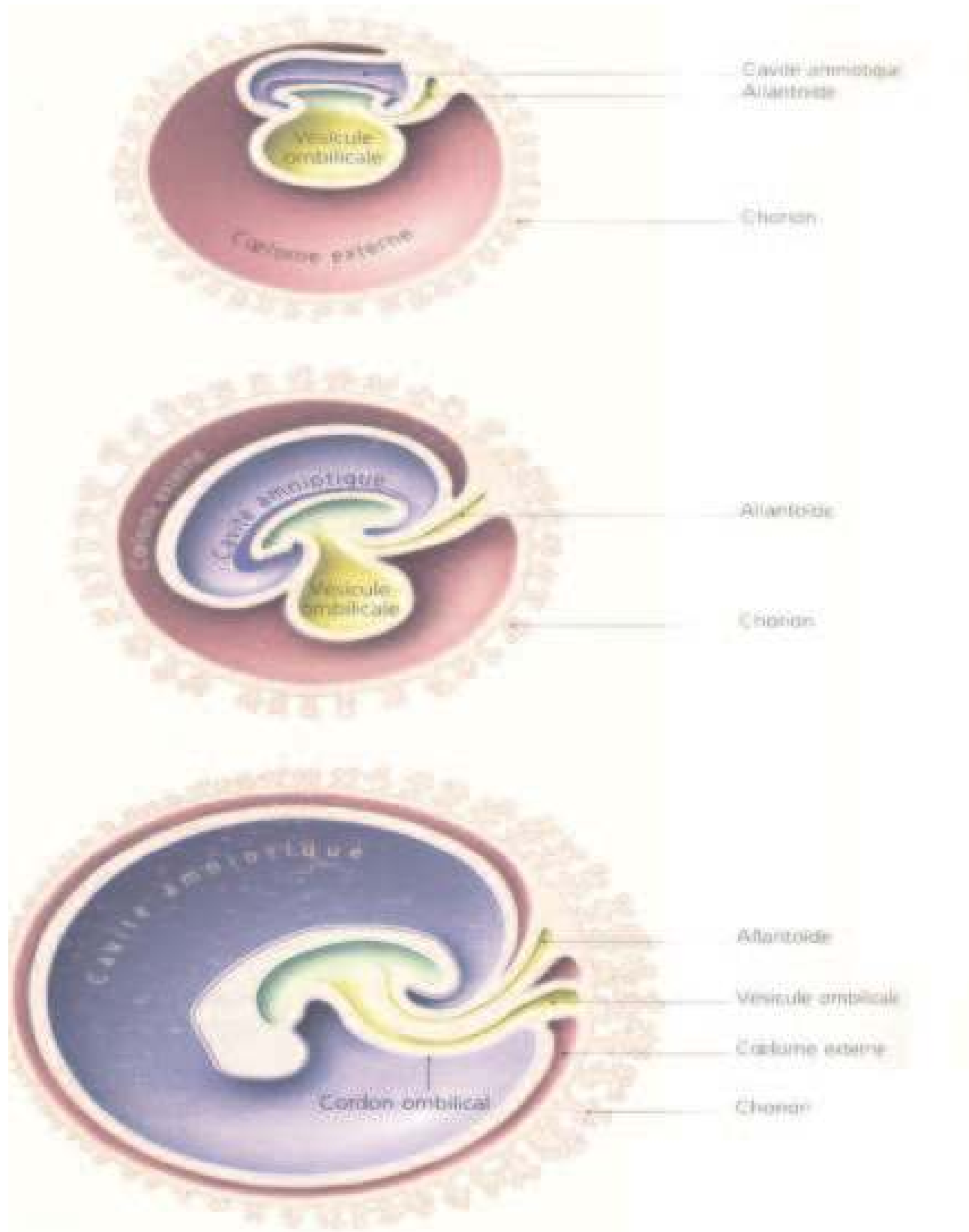
Figure 3  
Délimitation dans le sens transversal

## 1-2. FORMATION DU CORDON OMBILICAL :

- \* L'expansion de la cavité amniotique resserre sur la partie ventrale de l'embryon, le pédicule embryonnaire devenu pédicule ventral formé de mésoderme contenant le diverticule allantoïdien et le canal vitellin.
- \* les vaisseaux vitellins qui vont régresser.
- \* les vaisseaux ombilicaux (allantoïdiens) qui vascularisent les villosités choriales et assurent la nutrition et par conséquent le développement de l'embryon.

Au cours de la délimitation, le toit de la vésicule vitelline s'incorpore dans le futur corps de l'embryon et constitue l'intestin primitif. La partie de la vésicule vitelline non incorporée forme la vésicule ombilicale. L'intestin primitif est subdivisé en 3 parties :

- \* l'intestin antérieur fermé par la membrane pharyngienne
- \* l'intestin moyen qui communique avec la vésicule ombilicale par le canal vitellin
- \* l'intestin postérieur qui est fermé par la membrane cloacale



## 2. ORGANISATION DE LA STRUCTURE INTERNE DE L'EMBRYON

### 2-1. DIFFÉRENCIATION DES FEUILLETS

#### 2-1-1. ÉVOLUTION DU MÉSODERME

- \* Formation de la chorde (vue avec la gastrulation)
- \* Évolution du mésoderme

Au début, le mésoderme constitue 2 bandes allongées latéralement le long du disque embryonnaire de part et d'autre de la chorde, puis ces bandes se segmentent et constituent (Fig 10 cours 3<sup>ème</sup> semaine) :

- le mésoderme para-axial
- le mésoderme intermédiaire
- le mésoderme latéral

##### a- Mésoderme para axial :

Vers la fin de la 3<sup>ème</sup> semaine, le mésoderme para axial se segmente en amas cellulaires : les somites.

Cette segmentation se fait en direction craniocaudale et se poursuit jusqu'à la fin de la 5<sup>ème</sup> semaine. Les somites constituent un des traits externes de l'embryon.

On exprime l'âge de l'embryon au cours de cette période du développement en nombre de somites ainsi (20 j — → 1 - 4 somites; 25 j — → 17-20 somites). Il se forme 42 à 44 paires de somites. Seule la partie céphalique du mésoderme ne subit pas cette transformation.

Au début de la 4<sup>ème</sup> semaine, les cellules de la partie ventrale de chaque somite prolifèrent et migrent en direction de la chorde dorsale. Ces cellules constituent le sclérotome qui donnera naissance au squelette vertébral et aux côtes.

La partie restante du somite constitue le dermomyotome, dont la partie interne constitue le myotome qui donnera naissance aux muscles striés du tronc.

Les cellules somitiques restantes (le dermatome) donneront naissance au derme.

**b- Mésoderme intermédiaire ou cordon néphrogène :** Il donnera naissance à la plus grande partie de l'appareil urinaire et à une partie de l'appareil génital.

**c- Mésoderme latéral :** Il se clive en 2 lames la somatopleure et la splanchnopleure. Ces 2 lames délimitent une cavité le coelome intraembryonnaire.

- \* la somatopleure forme avec l'ectoderme de surface les parois latérale et ventrale de l'embryon ainsi que les membres.
- \* la splanchnopleure forme avec l'endoderme la paroi de l'intestin primitif.

Leur surface forme une fine membrane. La membrane mésothéliale ou séreuse qui tapisse les cavités péritonéale (abdomen), pleurale et péricardique (thorax).

Cette période voit aussi l'apparition des bourgeons des membres. Les ébauches des membres supérieurs apparaissent vers le 24<sup>ème</sup> jour, celle des membres inférieurs vers le 28<sup>ème</sup> jour. Chaque bourgeon est constitué d'un axe mésenchymateux issu de la somatopleure et qui va former le squelette. Cet axe est revêtu d'ectoderme qui va donner l'épiderme. Entre ectoderme et mésenchyme, des cellules mésodermiques vont s'interposer pour donner les muscles, le derme et les structures conjonctives (aponévroses, ligaments, vaisseaux...).

##### d- Sang, vaisseaux et cœur :

Vers la fin de la 3<sup>ème</sup> semaine, un mélange de mésoderme intra et extra embryonnaire constitue la zone cardiogène où se différencient le tube cardiaque et les vaisseaux intraembryonnaires.

#### 2-1-2. ÉVOLUTION DE L'ECTODERME (voir dérivés des feuillets).

#### 2-1-3. ÉVOLUTION DE L'ENDODERME (voir Délimitation et Dérivés des feuillets).

#### 2-1-4. MODALITÉS DE LA DIFFÉRENCIATION CELLULAIRE ET DE LA CROISSANCE TISSULAIRE.

La différenciation cellulaire correspond à la synthèse par la cellule (en plus des éléments de « première nécessité ») de protéines spécialisées. Les cellules de l'organisme sont différentes parce qu'elles expriment des gènes différents (activés ou réprimés) et non pas parce qu'elles contiennent des gènes différents. L'hétérogénéité des types cellulaires est donc due à la diversité de leurs produits génétiques.

Parallèlement à la différenciation cellulaire, la croissance d'un organe associe des phénomènes de multiplication, de migration et de mort cellulaire.

La multiplication cellulaire est sous la dépendance de molécules indispensables à la mitose (tubulines, actine, myosine...) dont la structure a été bien conservée au cours de l'évolution. Une mutation sur leur gène de structure altère leurs propriétés et entraîne la mort de l'œuf.

La croissance cellulaire dépend aussi d'hormones et de facteurs de croissance. Certains facteurs de croissance jouent un rôle au cours de l'embryogenèse et de l'organogenèse : le FGF (fibroblast growth factor) stimule la croissance des cellules dérivées du mésoderme et l'épiblaste.

Des mouvements cellulaires sont indispensables à la mise en place de nombreux tissus (par exemple les cellules des crêtes neurales). La migration cellulaire nécessite la présence des protéines contractiles; d'autres protéines interviennent pour modifier les propriétés d'adhérence cellulaire sur le support (fibronectine); d'autres molécules d'adhésion interviennent pour l'adhérence des cellules arrivées à destination.

La mort cellulaire est indispensable à la formation de certaines structures, par exemple au niveau des membranes cloacale et pharyngienne pour l'ouverture de l'anus et de la bouche. Certaines structures embryonnaires peuvent même disparaître presque totalement au cours du développement normal par lyse cellulaire : c'est le cas de la corde.

## DÉRIVÉS DES FEUILLETS

### ÉPIBLASTE

**Tube neural** : Système nerveux central. Épithéliums sensoriels (rétine). Hypophyse postérieure.

**Ectoderme de surface** : Épiderme et phanères (ongles, poils). Glandes sous-cutanées. Glande mammaire. Email des dents. Cristallin. Cornée. Hypophyse antérieure.

**Crêtes neurales** : Système nerveux périphérique. Dentine. Médullosurrénale. Mélanocytes. Cartilages de la face.

### MÉSODERME

Squelette (os, cartilage). Tissus conjonctifs. Muscles (striés, lisses). Système cardiovasculaire et lymphatique. Cellules sanguines. Reins et voies urinaires hautes. Appareils génitaux. Péricarde, plèvres et péritoine. Rate. Corticosurrénale. Structures non épithéliales des voies digestives, respiratoires et génito-urinaires.

### ENDODERME

Partie épithéliale de : Tube digestif, Foie, Pancréas, Appareil respiratoire, Thyroïde, Parathyroïdes, Amygdales, Vessie, Urètre et Thymus.

## 3. LES Jumeaux

### 3-1. LES FAUX Jumeaux

Les faux jumeaux représentent environ les 2/3 des jumeaux. Ils proviennent de deux œufs différents (dizygotes ou bi ovulaires). Ils peuvent être ou non de sexe différent. Ils ne se distinguent des frères et sœurs habituels que par la simultanéité de leur gestation.

\* Le mécanisme de formation de faux jumeaux : Lors d'un même cycle, deux ovocytes sont émis en même temps à partir de 2 follicules arrivant simultanément à maturation. Chacun des 2 ovocytes est fécondé par un spermatozoïde différent.

\* Anatomiquement : l'implantation des œufs peut se faire en 2 points éloignés de l'utérus, et les 2 placentas seront entièrement séparés.

Le plus souvent l'implantation se fait au même endroit et les 2 placentas accolés forment une seule masse en apparence, mais restent fonctionnellement séparés. Chaque embryon a son chorion et son amnios propre (jumeaux dichoriaux diamniotiques) (Fig 12).

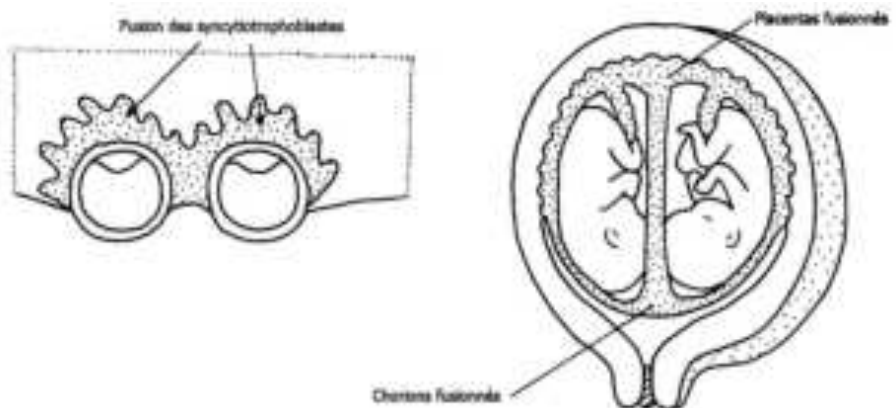


Figure 12 Jumeaux dizygotes dichoriaux diamniotiques



### 3-2. LES VRAIS Jumeaux :

Les vrais jumeaux représentent environ 1/3 des jumeaux. Ils proviennent de la division d'un œuf unique (monozygote). Ils sont toujours de même sexe.

- \* Séparation au stade 2 blastomères (1/3 des vrais jumeaux) : elle aboutit à des jumeaux dichoriaux et diamniotiques. Les 2 premiers blastomères se séparent et chacun d'eux évolue pour son propre compte. Chaque jumeau aura donc un placenta, un chorion et un amnios.
- \* Séparation au stade de bouton embryonnaire (2/3 des vrais jumeaux) : cette séparation aboutit à des jumeaux monochoriaux et diamniotiques. Les 2 embryons ont un seul trophoblaste commun, donc un seul placenta, un seul chorion et 2 amnios séparés (Fig 13).

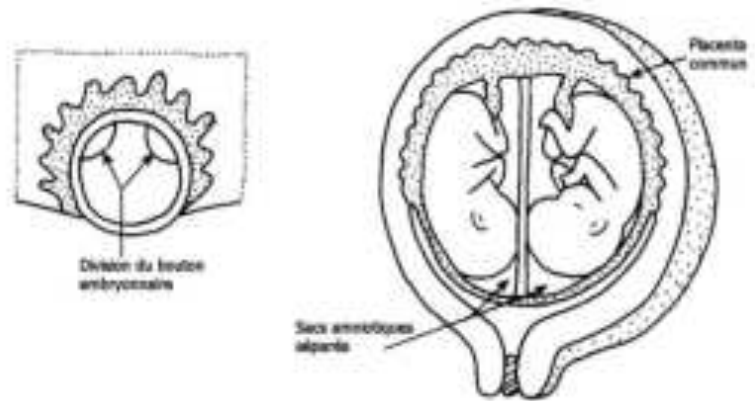


Figure 13 Jumeaux monozygotes monochoriaux diamniotiques

**REMARQUE :** Dans les grossesses monochoriales, il existe des anastomoses vasculaires entre les territoires placentaires des 2 jumeaux d'où la possibilité de déséquilibre circulatoire.

- \* Séparation au stade de disque embryonnaire (rare).

La cavité amniotique étant déjà présente elle sera commune. Les jumeaux sont monochoriaux, monoamniotiques (Fig 14).

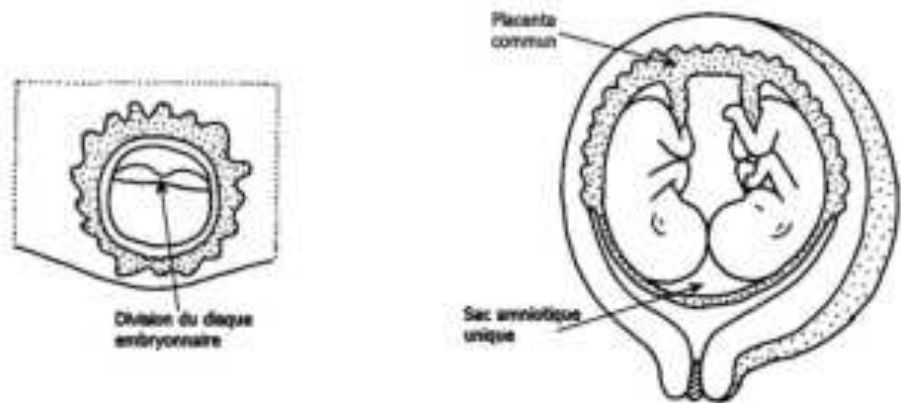


Figure 14 Jumeaux monochoriaux monoamniotiques

### 3-3. CONDITIONS ÉTIOLOGIQUES ET FRÉQUENCE

Les grossesses gémellaires sont les plus fréquentes des grossesses multiples et représentent environ une grossesse sur cent. Les 2 facteurs les plus évidents sont le facteur génétique et le facteur hormonal.

## 4. LA TÉRATOGENÈSE

C'est l'étude des malformations congénitales, de leurs mécanismes embryologiques et éventuellement des facteurs qui contribuent à leur survenue.

Une malformation congénitale est présente à la naissance, mais qui peut se manifester tardivement au cours de la vie post-natale. Elle peut être isolée ou associée, mineure ou majeure.

Une malformation majeure est au-dessus de toute ressource thérapeutique.

Une malformation mineure est sans gravité lorsqu'elle est isolée. Elle peut s'associer à d'autres malformations et entrer dans le cadre d'une association ou d'un syndrome poly malformatifs.

Une malformation congénitale est due à un trouble du développement embryofœtal celui-ci est dû à l'intervention d'un facteur tératogène endogène (chromosomique ou génique) ou exogène (infectieux, médicamenteux, métabolique, toxique ou physique).

Il existe une susceptibilité individuelle d'un embryon au facteur tératogène.

Le moment d'intervention du facteur tératogène est important à considérer :

- **Avant la fécondation** : les antitumoraux et les radiations ont une action mutagène sur les chromosomes de la lignée germinale.
- **De la fécondation à la nidation** : période de totipotence. L'action tératogène répond à la loi de tout ou rien.
- **Période embryonnaire** = période d'organogenèse qui représente une phase critique pour tous les appareils. Un facteur tératogène entraîne la genèse d'une embryopathie (malformation majeure).

- **Période fœtale le facteur tératogène induit des altérations structurales** à type de dysplasie. À partir du troisième mois, c'est une phase de croissance, moins sensible aux agents tératogènes, sauf pour le système nerveux et les organes génitaux qui restent susceptibles plus longtemps.

#### 4-1. CAUSES

##### A- ENDOGÈNES : 20 % DU TOTAL.

- chromosomique : quantité anormale de matériel chromosomique (en plus ou en moins)
- génique : souvent par perte de fonction d'un gène (muté ou inhibé). Parfois c'est la surexpression d'un gène qui est en cause.

##### B- EXOGÈNES : 5 %

- Infectieuse : au cours de la rubéole, la toxoplasmose, la listériose, l'infection à cytomégalovirus.
- Médicamenteuse : hormones (stéroïdes), anticoagulants, vitamine A, lithium, antiépileptiques.
- Métabolique : diabète maternel, phénylcétonurie.
- Toxique : alcool, drogues.
- Physique : radiations ionisantes. Peu de risque en radiodiagnostic, effet dose dépendant en radiothérapie ou suite à un accident nucléaire.

##### C- LE PLUS SOUVENT, LES CAUSES RESTENT INCONNUES.

Quel que soit l'agent en cause, il existe une susceptibilité individuelle. Un agent donné n'est pas tératogène chez 100 % des sujets exposés.

#### 4-2. MÉCANISMES :

- Arrêt de développement (mort cellulaire). C'est le plus fréquent.
- Excès de développement : apparition d'une ébauche supplémentaire.
- Déficit de résorption : accolement des doigts (syndactylie).
- Excès de résorption
- Anomalie vasculaire : cause une ischémie et la mort de cellules.

#### 4-3. DIFFÉRENCES INTERSPÉCIFIQUES

Les effets tératogènes de certaines substances varient d'une espèce à l'autre.

Le thalidomide, toxique chez l'homme (malformations des membres), n'a pas d'effets chez le rat et la souris. Les hormones corticostéroïdes sont tératogènes chez la souris, mais pas chez l'homme.

Il en résulte des difficultés pour transposer à l'homme les résultats obtenus chez l'animal.

#### 4-4. EFFETS À LONG TERME :

Les mutations géniques et l'induction des cancers peuvent ne se manifester que longtemps après l'exposition in utero. Certaines substances présentes dans l'environnement perturbent les régulations endocrines et peuvent être responsables d'infertilité. Des difficultés intellectuelles et des troubles de l'humeur (instabilité, irritabilité) ont été rapportés chez les enfants de mères alcooliques ou traitées par antiépileptiques.

# LES ANNEXES EMBRYONNAIRES

## Les objectifs éducationnels

Au terme de ce cours, l'étudiant pourra :

- 1- Citer les différentes structures retrouvées au niveau de la région d'insertion du cordon ombilical de l'embryon à la fin du 1<sup>er</sup> mois.
- 2- Décrire et expliquer la formation des différents types de villosités placentaires au cours de la 3<sup>ème</sup> semaine.
- 3- Expliquer l'évolution du cytotrophoblaste et syncytiotrophoblaste au cours du développement placentaire.
- 4- Expliquer la mise en place des trois caduques utérines ainsi que leur évolution.
- 5- Définir les pédicules villositaires, les villosités libres et les villosités crampons.
- 6- Décrire la structure histologique d'un cotylédon placentaire et indiquer son mode de croissance.
- 7- Indiquer les données morphologiques et fonctionnelles déterminantes dans les échanges entre les circulations maternelle et fœtale.
- 8- Décrire les structures anatomiques du placenta, du cordon ombilical et des membranes placentaires à terme.
- 9- Indiquer les différentes fonctions assurées par le placenta.

## PLAN

1. La cavité amniotique
2. Le cordon ombilical
3. La vésicule ombilicale et l'allantoïde
4. Le placenta
  - 4-1. Développement et structure du placenta
  - 4-2. Histophysiologie placentaire

**On désigne sous le terme d'annexes embryonnaires, les parties de l'œuf qui n'entrent pas dans la constitution de l'embryon. Ces annexes sont : la cavité amniotique, le cordon ombilical, la vésicule ombilicale, l'allantoïde et le placenta.**

## 1. LA CAVITÉ AMNIOTIQUE

- \* La cavité amniotique s'accroît progressivement au cours du développement embryonnaire.
- \* La cavité amniotique est remplie d'un liquide sécrété à partir du sang maternel et fœtal. Lorsque les reins du fœtus deviennent fonctionnels, une grande partie du liquide amniotique provient de l'urine fœtale. Les sécrétions d'origine pulmonaire participent aussi à la formation du liquide amniotique.
- \* Le liquide amniotique est continuellement renouvelé. Il est avalé, absorbé par le tube digestif, se retrouve dans le sang et refiltré par les reins. Une fraction du liquide est sécrété et résorbé à travers le cordon, le placenta et la peau (avant la kératinisation de l'épiderme).
- \* Le liquide amniotique assure plusieurs fonctions :
  - empêche l'adhérence de l'amnios à l'embryon
  - joue le rôle d'amortisseur contre les secousses
  - permet au fœtus de bouger librement facilitant ainsi le développement musculaire et squelettique
  - aide à la régulation de la température du corps de l'embryon
  - participe à la protection anti-infectieuse

\* Le volume du liquide amniotique est de 30 ml à la 10<sup>ème</sup> semaine et de 1 litre à terme. Ce volume peut varier dans certains cas pathologiques.

- volume réduit en cas d'agénésie rénale (absence de reins) : c'est l'oligoamnios
- volume abondant en cas d'atrésie œsophagienne ou d'anencéphalie : c'est l'hydramnios.

## 2. LE CORDON OMBILICAL

\* Le cordon ombilical s'individualise au cours de la 4<sup>ème</sup> semaine lors de la délimitation de l'embryon.

\* Placé sur la face ventrale, il est entouré par l'amnios et comporte à la fin du 1<sup>er</sup> mois :

- l'allantoïde
- les vaisseaux allantoïdiens (2 artères et 2 veines)
- du mésoderme extraembryonnaire
- le canal vitellin et la vésicule vitelline
- les vaisseaux vitellins (2 artères et 2 veines)

\* À partir du 3<sup>ème</sup> mois, la vésicule ombilicale et l'allantoïde régressent, les vaisseaux vitellins et la veine allantoïde droite disparaissent.

\* À terme, le cordon ombilical présente un aspect torsadé et mesure en moyenne 50 cm de long sur 2 cm de diamètre. Il est constitué par :

- en périphérie l'amnios qui entoure un tissu conjonctif muqueux, la gelée de Wharton
- 2 artères ombilicales (anciennes artères allantoïdiennes)
- 1 veine ombilicale (la veine allantoïdienne gauche)

## 3. LA VÉSICULE OMBILICALE

Contrairement à la cavité amniotique, la vésicule ombilicale reste rudimentaire au cours du développement embryonnaire. Cependant, c'est dans sa paroi qu'apparaissent les premiers îlots vasculo-sanguins (îlots de Wolff et Pander) qui donnent les vaisseaux vitellins. Les molécules qui diffusent de l'endomètre vers le coelome extraembryonnaire sont transportées vers l'embryon par les vaisseaux vitellins. Cette voie disparaît avec la régression de la vésicule et ses vaisseaux.

## 4. LE PLACENTA

Le placenta est un organe dont le fonctionnement est indispensable pour la vie embryonnaire. C'est l'annexe embryonnaire qui se développe le plus par rapport aux autres, et assure plusieurs des fonctions de l'embryon : (Nutrition, Respiration et élimination des déchets).

Le placenta est constitué de tissus maternels et surtout fœtaux, il assure les échanges fœto-maternels par l'intermédiaire des circulations sanguines maternelle et fœtale. Le placenta est aussi une glande endocrine productrice d'hormones nécessaires au maintien de la gestation et au développement embryofœtal. Le placenta humain est :

- discoïde.
- décidué : Une partie de la muqueuse utérine est éliminée au cours de l'accouchement
- hémochorial : les circulations maternelle et fœtale sont très rapprochées. Le syncytiotropho-blaste est en contact direct avec le sang maternel.

### 4-1. DÉVELOPPEMENT ET STRUCTURE DU PLACENTA

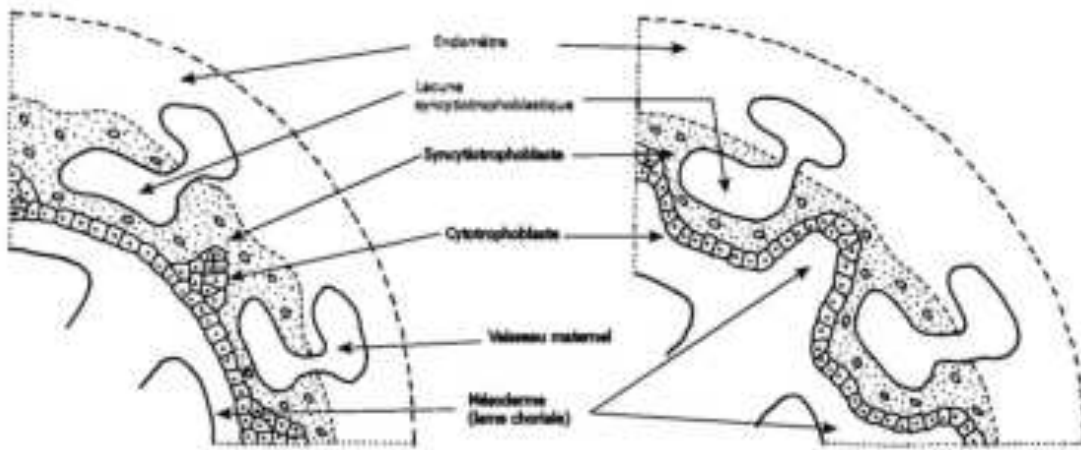
#### A- FORMATION DE VILLOSITÉS PLACENTAIRES (STADE VILLEUX) (FIG 4-5) :

\* Les premières étapes de la formation des villosités placentaires ont déjà été présentées dans le paragraphe nidation (2<sup>ème</sup> semaine du développement).

\* À la fin de la nidation (11<sup>ème</sup>, 12<sup>ème</sup> jour) :

- les vaisseaux, maternels sont érodés. Des sécrétions des glandes utérines et du sang maternel se déversent dans les lacunes du syncytiotrophoblaste.
- le cytotrophoblaste sous-jacent prolifère pour former des travées rayonnantes tout autour de l'œuf. Cet ensemble, axe cytotrophoblastique entouré de syncytiotrophoblaste au contact du sang maternel, réalise des villosités trophoblastiques primaires.

- \* À la fin de la 2<sup>ème</sup> semaine, un axe mésenchymateux provenant de la lame chorale s'enfonce dans l'axe cytotrophoblastique formant des villosités secondaires (ou villosités choriales).
- \* Au milieu de la 3<sup>ème</sup> semaine, des îlots vasculo-sanguins primitifs se différencient au sein de l'axe mésenchymateux des villosités secondaires qui prennent alors le nom de villosités tertiaires.

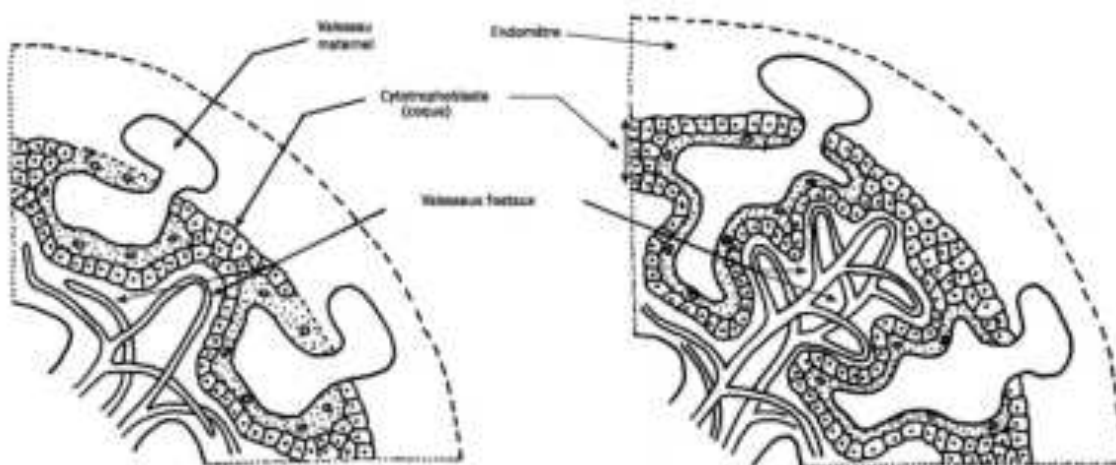


**Figure 4**

**Villosité primaire**

**Villosité secondaire**

- \* Les différentes lacunes syncytiotrophoblastiques vont progressivement confluer en une cavité unique la chambre inter-villeuse (entre les villosités)
- \* Pendant cette même période, les cellules cytotrophoblastiques des villosités traversent progressivement le syncytiotrophoblaste pour atteindre l'endomètre maternel. Elles entrent en contact avec des expansions similaires des villosités voisines formant ainsi une mince coque cytotrophoblastique externe (Fig 5). Cette coque commence à apparaître au pôle embryonnaire puis s'étend jusqu'à entourer entièrement l'œuf. Des groupes de cellules cytotrophoblastiques migrent dans les vaisseaux maternels et remplacent l'endothélium. Elles forment des « bouchons » incomplets qui laissent filtrer du plasma au cours du premier trimestre.



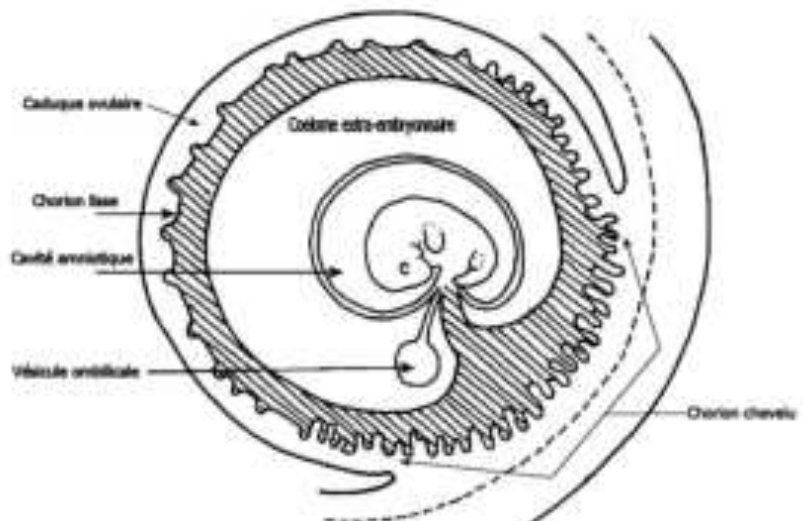
**Figure 5 Villosité tertiaire**

**Formation de la coque cytotrophoblastique**

- \* À la fin de la 3<sup>ème</sup> semaine, les vaisseaux des villosités se mettent en connexion avec les vaisseaux de la région allantoïdienne devenus ombilicaux.

Ce système vasculaire ne tarde pas à se raccorder aux vaisseaux intraembryonnaires.

Le cœur de l'embryon commence à battre vers le 23<sup>ème</sup> jour et ainsi, une circulation embryoplacentaire s'établit.



**Figure 6**

**Zone d'implantation du placenta**



\* Ainsi à la fin de la 3<sup>ème</sup> semaine du développement sont en place tous les éléments permettant la mise en contact, par l'intermédiaire des villosités, des circulations maternelle et embryonnaire (Fig 9-10) :

- les artères utéro-placentaires et les sinus veineux maternels s'ouvrent dans la chambre intervillieuse, permettant un flux sanguin continu (temporairement réduit par la présence des cellules trophoblastiques) dans lequel baignent les villosités
- le sang de l'embryon circulant dans les vaisseaux des villosités est séparé du sang maternel contenu dans la chambre intervillieuse par :
  - \* l'endothélium des capillaires embryonnaires
  - \* le mésenchyme extraembryonnaire qui les entoure
  - \* le cytotrophoblaste et le syncytiotrophoblaste qui revêtent les villosités placentaires.

## B- DE LA 4<sup>ème</sup> SEMAINE À LA FIN DU 4<sup>ème</sup> MOIS

De nombreuses modifications vont donner naissance au placenta définitif :

\* Oblitération de la cavité utérine (Fig 7-8) :

À la fin du 1<sup>er</sup> mois, l'œuf entièrement entouré de villosités tertiaires apparaît comme une boule entièrement chevelue incluse dans l'épaisseur de l'endomètre.

Dès la fin du 2<sup>ème</sup> mois

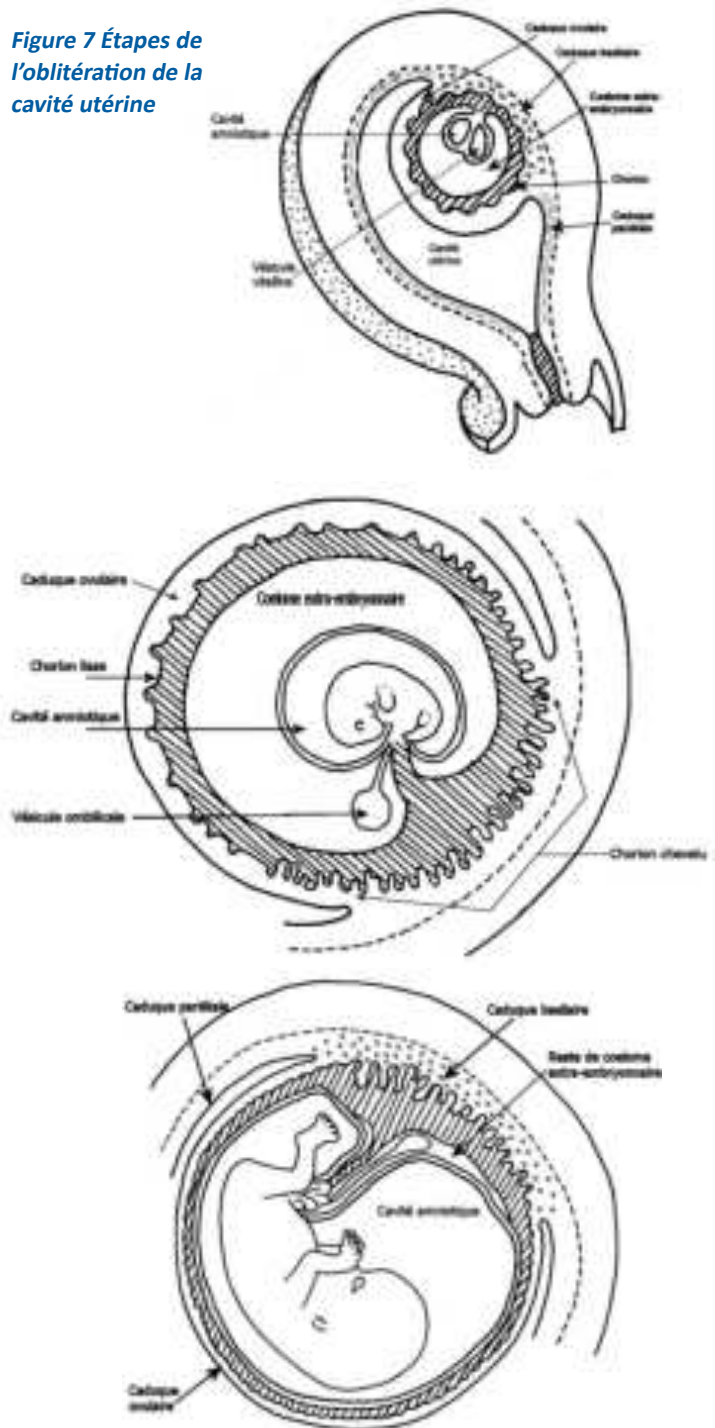
- \* Les villosités orientées vers la cavité utérine régressent laissant un chorion lisse avasculaire. Les villosités qui persistent et se développent forment le chorion chevelu, la partie fœtale du placenta (Fig 6). Le chorion est constitué par la lame choriale (mésoderme extra-embryonnaire limitant le cœlome extra-embryonnaire) et par une couche de cellules cytotrophoblastiques. Le tissu endométrial en regard du chorion lisse est appelé caduque ovulaire ou réfléchi.
- \* Le reste de l'endomètre à distance de la zone de nidation constitue la caduque pariétale.

Les caduques utérines (ovulaires, basilaire et pariétale) résultent d'une transformation de la muqueuse utérine, secondaire à l'implantation et au développement de l'œuf.

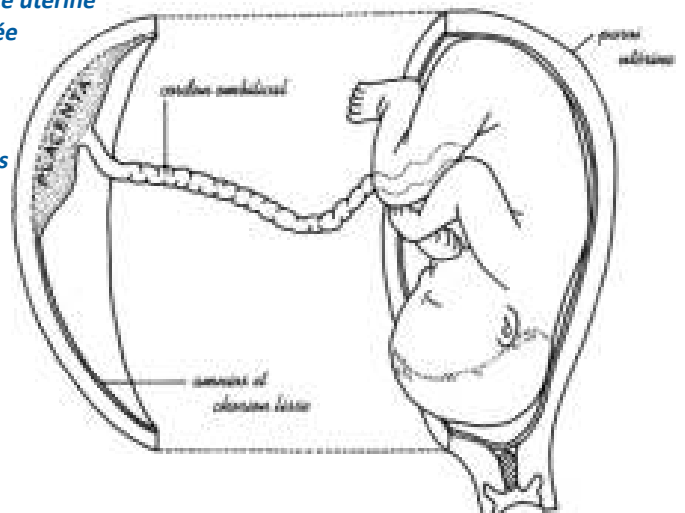
\* À la fin du 3<sup>ème</sup> mois, le développement important de la cavité amniotique et l'effacement du cœlome extraembryonnaire, plaquent la caduque ovulaire contre la caduque pariétale. Ainsi la cavité utérine se trouve oblitérée.

Le placenta est alors un organe discoïde attaché à la paroi utérine par sa face maternelle ou plaque basale. Sa face fœtale, ou plaque choriale, donne insertion au cordon auquel est appendu le fœtus. En périphérie du placenta discoïde, se trouvent les membranes formées, en allant de la cavité amniotique vers le myomètre, par :

**Figure 7 Étapes de l'oblitération de la cavité utérine**



**Figure 8 La cavité utérine oblitérée par le fœtus et ses annexes**





- l'amnios
- le chorion
- les caduques ovulaire et pariétale fusionnées

\* Organisation vasculaire des villosités (Fig 9-10)

À la suite de l'individualisation du placenta, il ne persiste qu'un nombre, désormais fixe, de pédicules villositaires au niveau du chorion chevelu. Ces pédicules prennent naissance au niveau de la plaque chorale et sont au nombre de 20 à 40.

\* Sur les axes de ces pédicules se développent dans tous les sens de nombreuses villosités, libres et crampons :

- l'extrémité distale des villosités libres flotte dans la chambre intervillieuse.
- les villosités crampons atteignent la plaque basale, s'attachent à la coque cytotrophoblastique et se recourbent pour se terminer dans la chambre intervillieuse.
- Le pédicule villositaire à partir duquel naissent les villosités libres et crampons se développe au voisinage de la plaque chorale et prend le nom de tronc villositaire de 1<sup>er</sup> ordre d'où partent des troncs de 2<sup>ème</sup> ordre eux-mêmes divisés en troncs villositaires de 3<sup>ème</sup> ordre qui s'attachent sur la plaque basale.

\* L'ensemble du tronc villositaire du 1<sup>er</sup> ordre et son arborisation constitue un cotylédon foetal qui représente l'unité vasculaire et fonctionnelle du placenta. Il existe 20 à 40 cotylédons. La croissance du placenta se fera ultérieurement par croissance de chacun de ces cotylédons.

\* Au cours de la croissance utérine, la surface d'insertion placentaire croît avec la croissance de l'utérus ; il en résulte que les points d'implantation sur la plaque basale des villosités de 3<sup>ème</sup> ordre s'écartent.

Entre la 12<sup>ème</sup> et la 40<sup>ème</sup> semaine, chaque cotylédon foetal augmente environ 500 fois de volume.

\* Remaniements cytotrophoblastiques

\* Le cytotrophoblaste va progressivement se raréfier au niveau des villosités. De même, la coque cytotrophoblastique régresse et finit par disparaître vers la fin du 4<sup>ème</sup> mois. Au niveau des plaques chorale et basale, le cytotrophoblaste sera remplacé par une substance fibrinoïde : la couche de NITABUCH.

\* Par contre, au cours du 3<sup>ème</sup> mois, des îlots cytotrophoblastiques apparaissent et se localisent préférentiellement en périphérie des cotylédons.

\* À partir du 4<sup>ème</sup> mois, ces îlots confluent et s'associent probablement à un axe conjonctivo-vasculaire d'origine maternelle pour former, autour des cotylédons fœtaux, des cloisons incomplètes constituant les SEPTA INTERCOTYLEDONNAIRES. Ces septa délimitent les cotylédons que l'on voit sur la face maternelle après la délivrance.

\* Les « bouchons » de trophoblaste qui obstruaient la lumière des vaisseaux maternels se désagrègent au cours du 4<sup>ème</sup> mois, pour laisser s'installer une circulation sanguine à haut débit. Le placenta devient alors réellement hémochorial.

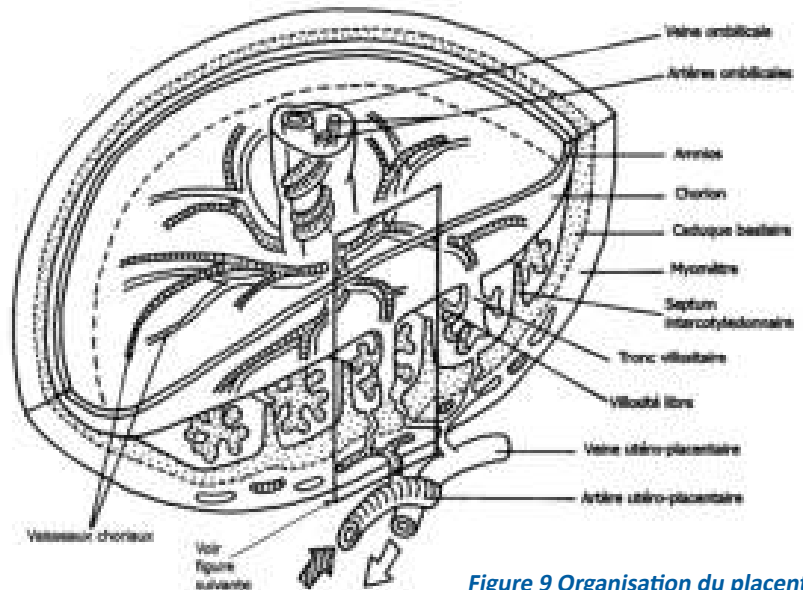
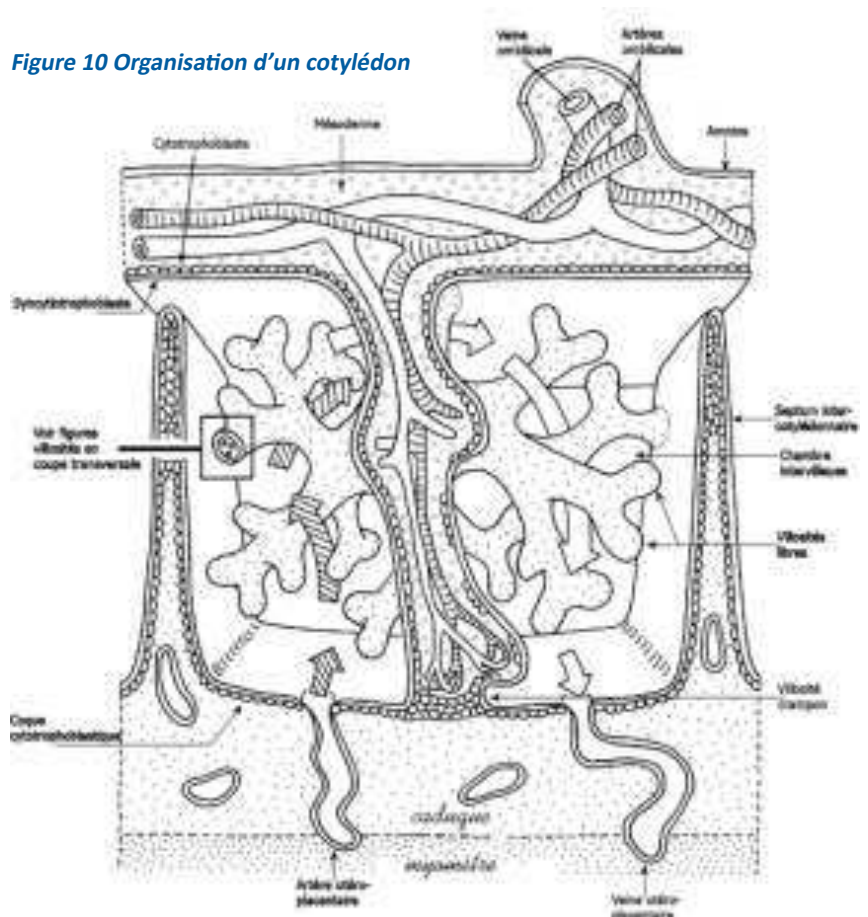


Figure 9 Organisation du placenta

Figure 10 Organisation d'un cotylédon



## C- DU 5<sup>ÈME</sup> MOIS AU TERME DE LA GROSSESSE

### \* Le réseau capillaire fœtal

Les villosités placentaires arrivées à maturité comportent un réseau capillaire très dense, richement anastomosé, particulièrement développé à proximité de la plaque basale. Chaque villosité comporte 2 à 6 capillaires situés préférentiellement contre le revêtement syncytiotrophoblastique qui s'est progressivement aminci (Fig 11). Ces capillaires donnent des veines allantochoriales qui se réunissent pour se jeter dans la veine ombilicale.

### \* La circulation placentaire maternelle

- Le sang maternel arrive dans la chambre intervillieuse par les artères utéro-placentaires; le jet artériel se brise sur la plaque chorale puis se réfléchit vers la plaque basale où il est drainé par les veines utéro-placentaires (qui sont situées sur toute l'étendue de la plaque basale).
- La circulation dans la chambre intervillieuse est le résultat d'un gradient de pression hydrostatique :
  - Dans les artères utéro-placentaires, la pression atteint 70 à 80 mmHg.
  - Dans la chambre intervillieuse, la pression chute à 10 mm Hg.
  - Dans les veines, la pression n'est que de 8 mm Hg.

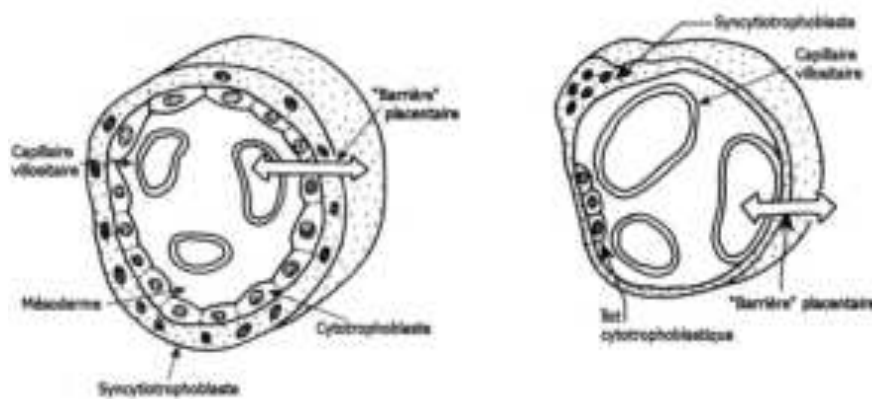


Figure 11 Villosité avant le 4<sup>ème</sup> mois

Après le 5<sup>ème</sup> mois

La pression hydrostatique existant dans les capillaires villositaires est nettement supérieure à celle de la chambre intervillieuse; il en résulte que les capillaires villositaires sont en permanence gorgés de sang.

À terme, le placenta se présente sous forme d'un disque mesurant environ 20 cm de diamètre et 3 à 4 cm d'épaisseur. Son poids est de 500 à 600 grammes. Il a une face fœtale (plaque chorale) et une face maternelle (plaque basale) entre lesquelles s'épanouissent les troncs villositaires. Il donne insertion en position habituellement centrale à un cordon mesurant environ 50 cm de long et 2 cm de diamètre; il est tordu sur son axe. Le disque placentaire se continue par les membranes formées par l'amnios, le chorion lisse et la caduque pariétale.

## 4-2. HISTOPHYSIOLOGIE PLACENTAIRE

Le placenta assure des échanges gazeux entre le sang fœtal et le sang maternel. Il se présente aussi comme une « barrière » sélective. Le placenta élabore des hormones nécessaires au maintien de la gestation et au développement fœtal.

### A- LE PLACENTA LIEU D'ÉCHANGES :

- \* **Au cours du premier trimestre**, une grande partie des besoins de l'embryon est assurée par les sécrétions des glandes utérines.
- \* **À partir du deuxième trimestre**, le sang fœtal puise dans le sang maternel, à travers de paroi de la villosité, les éléments dont il a besoin et y rejette ses déchets.

Les structures à traverser sont en allant de la chambre intervillieuse à la lumière du capillaire villositaire :

- le syncytiotrophoblaste qui s'amincit
- le cytotrophoblaste qui se raréfie très nettement
- la paroi des capillaires dont la margination est de plus en plus marquée.

La perméabilité placentaire atteint son maximum à la fin du 4<sup>ème</sup> mois.

- \* La surface d'échange atteint au 9<sup>ème</sup> mois environ  $12 \text{ m}^2$ .

## B- LE PLACENTA BARRIÈRE

- \* Les protéines ne franchissent pas la barrière placentaire ; elles doivent d'abord être scindées en acides aminés. Les anti-corps représentent une exception.
- \* Les hormones polypeptidiques ne franchissent pas le placenta.
- \* La frontière placentaire est perméable à certains germes et imperméable à d'autres :
- \* le bacille de KOCH (tuberculose) passe exceptionnellement
- \* l'agent de la syphilis (tréponème) traverse facilement le placenta
- \* de nombreux virus passent facilement (exemple : virus de la rubéole)
- \* La perméabilité aux médicaments est variable. La pénicilline passe très facilement et rapidement. Les sulfamides et les antimitotiques traversent le placenta et risquent de provoquer des malformations.

## C- LE PLACENTA GLANDE ENDOCRINE

- \* Hormones stéroïdiennes : Au début de la grossesse, elles sont sécrétées par le corps jaune gestatif. À partir du 3<sup>ème</sup> mois, le relais est pris par le placenta (syncytiotrophoblaste)
  - La progestérone est synthétisée à partir du cholestérol maternel : Elle maintient l'utérus au repos.
  - Les œstrogènes ont un taux sanguin qui augmente régulièrement au cours de l'évolution de la grossesse.
- \* Hormones polypeptidiques
  - L'hormone gonadotrophine chorionique (HCG) : elle apparaît dès les premiers jours de la nidation et son taux augmente très rapidement dans le sang maternel. Elle est à l'origine des RÉACTIONS BIOLOGIQUES DE GROSSESSE.
  - L'hormone chorionique somato-mammotrophique (HCS) : elle est sécrétée par le syncytiotrophoblaste et est décelable dans le sang maternel dès la 3<sup>ème</sup> semaine, atteint un maximum en fin de grossesse ; elle témoigne du bon développement du placenta et de l'embryon.
  - Autres hormones polypeptidiques : Prolactine, thyrotropine et corticotropine.

## REFERENCES A CONSULTER POUR EN SAVOIR PLUS :

Leçons d'embryologie humaine.  
J Poirier, M Catala, I Poirier, J Baudet.  
4<sup>e</sup> édition – 2005  
Maloine

# LES TISSUS CONJONCTIFS

## Les objectifs éducationnels

Au terme de ce cours, l'étudiant pourra :

1. Citer les critères communs à tous les tissus conjonctifs
2. Énumérer les différents types cellulaires qui peuvent exister dans un tissu conjonctif lâche en indiquant parmi eux les cellules dites « mobiles »
3. Décrire la structure et l'ultrastructure des fibroblastes, des adipocytes, des cellules mésenchymateuses, des plasmocytes, des mastocytes et des macrophages
4. Citer les principales caractéristiques structurales, ultrastructurales et biochimiques des fibres du tissu conjonctif
5. Indiquer la localisation, l'aspect et les constituants de la substance fondamentale
6. Décrire les différentes variétés de tissu conjonctif en précisant pour chacun, le ou les éléments qui prédominent
7. Donner au moins un exemple de chaque type de tissu conjonctif
8. Indiquer les fonctions assurées par les différentes variétés de tissu conjonctif
9. Reconnaître sur diapositives et sur lames histologiques les différentes variétés de tissu conjonctif

## Prérequis

La biologie cellulaire

## PLAN

### 1. Généralités

### 2. Les éléments constitutifs du tissu conjonctif

#### 2.1 Les cellules

#### 2.2 Les fibres

#### 2.3 La substance fondamentale

### 3. Les variétés de tissu conjonctif

#### 3.1 Le tissu conjonctif lâche

#### 3.2 Le tissu conjonctif dense

#### 3.3 Le tissu élastique

#### 3.4 Le tissu réticulé

#### 3.5 Le tissu adipeux

#### 3.6 Le tissu conjonctif muqueux

#### 3.7 La lame basale

## 1. GÉNÉRALITÉS

Contrairement aux tissus épithéliaux, les tissus conjonctifs :

- sont constitués par des cellules indépendantes baignant dans une matrice extracellulaire faite de fibres et de substance fondamentale amorphe
- et comportent des vaisseaux.

Les tissus squelettiques (cartilagineux et osseux) sont des tissus conjonctifs spécialisés; ils seront traités dans le cadre du thème 5. Ce chapitre porte sur les tissus conjonctifs non squelettiques dits communs.

Divers types cellulaires peuvent être observés au niveau des tissus conjonctifs communs :

- Les uns appartiennent aux tissus conjonctifs; ces cellules sont dites « fixes ». Le fibroblaste représente le type cellulaire le plus important.
- Les autres proviennent d'autres tissus, arrivent dans un tissu conjonctif (où ils peuvent exercer leurs fonctions) et peuvent le quitter; ces cellules sont dites « mobiles » ou contingentes.

La matrice intercellulaire est constituée principalement de 4 groupes de macromolécules :

- Les collagènes et l'élastine qui forment les fibres
- Les protéoglycanes qui forment la substance fondamentale et les glycoprotéines de structure qui sont associées aux fibres, à la lame basale et à de nombreuses cellules.

Les fibroblastes synthétisent toutes ces molécules.

## 2. ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU TISSU CONJONCTIF

### 2.1 LES CELLULES (FIG 1)

#### 2.1.1 LES CELLULES « FIXES »

##### a) Les fibroblastes (fig 1, 2, 3a)

Le fibroblaste est le seul type cellulaire présent dans presque tous les tissus conjonctifs communs. Les caractères morphologiques de la cellule fibroblastique varient en fonction de son degré d'activité. La cellule prend le nom de fibrocyte lorsqu'elle est peu active.

Le fibroblaste actif est une cellule fusiforme ou étoilée selon sa localisation dans le tissu mesurant 20 à 30 µm de grand axe. Les limites cellulaires sont peu visibles en MO. Le noyau est ovalaire, central, à chromatine fine et possède un à deux nucléoles. Le cytoplasme est basophile du fait de sa grande richesse en ergastoplasme et en polysomes. L'appareil de Golgi est bien développé. Le cytoplasme est riche en cytosquelette.

Le fibroblaste est une cellule non mobile, mais qui peut se déplacer vers une zone de lésion pour participer à la réparation.

Le fibroblaste peu actif ou fibrocyte est une cellule souvent plus petite, fusiforme, à noyau ovalaire dense et à cytoplasme peu abondant faiblement basophile. Les organites cytoplasmiques sont moins développés comparativement au fibroblaste actif.

Le fibroblaste assure la synthèse des macromolécules de la matrice, intervient dans les défenses anti-infectieuses et antivirales en sécrétant l'interféron  $\beta$  et des facteurs chimiotactiques pour les autres cellules de défense.

C'est une cellule capable de se diviser activement au cours de la réponse à une lésion. L'origine du fibroblaste est locale : l'existence de cellules indifférenciées (cellules mésenchymateuses) capables de donner de nouveaux fibroblastes est bien établie.

##### b) Les adipocytes

Les adipocytes ou cellules graisseuses sont dispersées ou en petits amas dans la plupart des tissus conjonctifs. Il en existe 2 types (fig 11) :

- *les adipocytes de la graisse blanche*

Ce sont des cellules volumineuses sphériques ou polyédriques de 100 à 150 µm de diamètre. La presque totalité de la cellule est occupée par une « vacuole » graisseuse unique. Cette vacuole refoule en périphérie le cytoplasme (réduit à un fin liseré) et le noyau (souvent aplati, à chromatine dense) (en MO).

En ultrastructure, la vacuole lipidique n'est pas entourée d'une membrane et le liseré cytoplasmique périphérique comporte des mitochondries et un appareil de Golgi juxtanucléaire.

La graisse des adipocytes est dissoute lors des techniques histologiques classiques : elle apparaît donc sous forme d'une vacuole optiquement vide. En utilisant les procédés de coupes à congélation, on peut mettre en évidence les vacuoles lipidiques en noir par le noir Soudan ou l'acide osmique et en rouge par l'Oil Red O.

L'adipocyte a un métabolisme actif : il assure la liposynthèse, le stockage des lipides et la lipolyse. L'adipocyte a également une fonction endocrine et libère une hormone, la leptine qui régule la satiété, des cytokines (adiponectine, TNF $\alpha$ ,...) et de nombreuses autres substances comme des prostaglandines.

- *Les adipocytes de la graisse brune*

Ils sont présents chez le fœtus et peuvent persister chez l'adulte. Ces adipocytes ne sont jamais isolés, mais regroupés essentiellement dans le médiastin, autour des vaisseaux du cou, entre la clavicule et l'omoplate et autour des reins.

Il s'agit de cellules arrondies ou polyédriques mesurant environ 30 à 50 µm de diamètre; le noyau est souvent arrondi, central; le cytoplasme comporte de nombreuses petites vacuoles lipidiques disséminées au sein du cytoplasme. En microscopie électronique, on note une grande richesse en mitochondries et l'absence de délimitation membranaire des vacuoles lipidiques.

Ces adipocytes sont impliqués dans la thermogenèse induite par le froid et par l'alimentation. Leurs mitochondries possèdent un équipement enzymatique qui leur permet d'oxyder les acides gras, ce qui produit de la chaleur; il n'y a pas de phosphorylation oxydative. Leur richesse en cytochrome oxydase est responsable de la couleur foncée de ces adipocytes.

Les adipocytes dérivent d'adipoblastes (ou lipoblastes), qui dérivent eux-mêmes de cellules mésenchymateuses. Les adipoblastes accumulent des lipides dans de petites vacuoles qui en confluant forment une vacuole unique caractéristique de l'adipocyte de la graisse blanche : la disparition presque complète du cytosquelette favorise cette confluence. Lors de la formation des adipocytes de la graisse brune, le cytosquelette persiste et les vacuoles lipidiques ne fusionnent pas.

La formation de nouveaux adipocytes est possible pendant toute la vie, mais elle est plus importante pendant la première enfance et au cours de la période prépubertaire.

### c) Les cellules mésenchymateuses

Ce sont les cellules jeunes « embryonnaires » qui peuvent se différencier en fibroblastes. Elles ont schématiquement le même aspect morphologique que les fibroblastes « actifs » et sont fréquemment étoilées et munies de très longs prolongements cytoplasmiques.

#### 2.1.2 LES CELLULES « MOBILES » OU CONTINGENTES

##### a) Les histiocytes ou macrophages

Ces deux termes correspondent à une même catégorie de cellules, mais dans des états fonctionnels différents. Quand un histiocyte est activé et se met à phagocyter des particules étrangères, il est appelé « macrophage ». Les histiocytes dérivent de monocytes sanguins qui ont traversé la paroi des vaisseaux.

Ce sont des cellules de grande taille (de 20 à 50  $\mu\text{m}$  de diamètre), à noyau central ou légèrement excentré : la membrane plasmique présente un aspect festonné, irrégulier, réalisant des voiles membranaires (qui témoignent de la mobilité des cellules). Le cytoplasme est riche en organites, en cytosquelette et renferme de nombreux lysosomes, et dans les macrophages, des phagolysosomes. L'aptitude à la phagocytose s'exerce à l'encontre d'éléments exogènes (comme des microbes, des poussières) ou endogènes (comme les hématies mortes).

La phagocytose comporte plusieurs phases :

- chimiotactisme (la cellule est attirée vers le site)
- reconnaissance et adhésion à l'élément à phagocyter
- ingestion
- dégranulation et formation de peroxydes
- digestion complète ou incomplète.

##### b) Les mastocytes (fig 5)

Ce sont des cellules de forme ovale (environ 20  $\mu\text{m}$  de grand axe). Elles se disposent préférentiellement le long des vaisseaux sanguins. Le noyau est souvent arrondi central. Le cytoplasme est remarquable par la présence de nombreuses granulations métachromatiques (qui sont colorées en rouge par un colorant bleu, le bleu de toluidine).

En ultrastructure, les granulations sont limitées par une membrane et présentent souvent un aspect dense feuilleté.

Ces granulations contiennent de l'héparine et de l'histamine :

- l'héparine est un anticoagulant
- l'histamine provoque une vasodilatation et une augmentation de la perméabilité capillaire.

Les mastocytes jouent un rôle essentiel dans les réactions allergiques de type immédiat.

##### c) Les plasmocytes (fig 4)

Ce sont des cellules de forme ovale (environ 20  $\mu\text{m}$  de grand axe). Le noyau est excentré, arrondi ou ovale, avec une chromatine en mottes le plus souvent disposée en rayons de roue ou en damier. Le cytoplasme est très basophile sauf près du noyau où existe une petite zone claire correspondant à l'emplacement de l'appareil de Golgi, appelé « arcoplasme ». La basophilie du cytoplasme est due à la présence d'un ergastoplasme très développé.

Les plasmocytes dérivent des lymphocytes B ; ils assurent la synthèse des immunoglobulines (anticorps).

##### d) Les cellules sanguines

Les polynucléaires neutrophiles et éosinophiles ainsi que les lymphocytes seront envisagés avec le thème 6.

## 2.2 LES FIBRES

### 2.2.1 LES FIBRES DE COLLAGÈNE (FIG 7, 8)

Elles sont constituées de macromolécules, les collagènes, qui sont les constituants protéiques les plus importants du corps humain (60 à 70 % de la masse du tissu conjonctif).

Ces fibres sont longues, sinueuses, en forme de rubans, d'un diamètre variant de 1 à 10  $\mu\text{m}$ . Elles sont peu extensibles et très résistantes. Elles se colorent en rose par l'éosine, en jaune par le safran, en bleu par le bleu d'aniline et en vert par le vert lumière.

Les fibres se regroupent souvent en faisceaux (en se disposant parallèlement les unes aux autres), peuvent s'entrecroiser, mais ne s'anastomosent jamais. Chaque fibre est constituée d'un groupement de fibrilles unies les unes aux autres par un ciment glycoprotéique.

En M.E., la fibrille apparaît striée transversalement du fait d'une alternance de bandes sombres et de bandes claires, avec une périodicité de 67 nm. Cette périodicité est en rapport avec une disposition particulière de l'unité de base du collagène qui est la molécule de tropocollagène. Ces molécules mesurent 300 nm de longueur et se disposent bout à bout sur une même ligne avec un espace intermoléculaire de 35 nm. D'une ligne à la ligne parallèle suivante, les molécules de tropocollagène sont disposées avec un décalage de 67 nm. Les décalages se font toujours dans le même sens ; on retrouve ainsi



rigoureusement la même disposition des molécules de tropocollagène au 5<sup>ème</sup> alignement. Dans les espaces intermoléculaires se placent les sels de métaux lourds utilisés en microscopie électronique, ce qui donne les bandes sombres.

Les molécules de tropocollagène parallèles sont liées les unes aux autres, ce qui mène à la formation des fibrilles et elles-mêmes liées entre elles pour former des fibres (voir Biochimie).

Le tropocollagène est formé de 3 chaînes  $\alpha$  polypeptidiques enroulées en triple hélice. Chaque chaîne est constituée d'environ 1000 acides aminés en triplets successifs (glycine – X- Y) n. La glycine est toujours présente et souvent le X est une proline et le Y l'hydroxyproline.

La formation de la molécule de tropocollagène se fait dans le fibroblaste sous forme d'un précurseur, le protropocollagène, qui comporte des télépeptides aux extrémités (non enroulés en hélice). Au moment de l'exocytose, ces télépeptides sont éliminés par une procollagène peptidase, donnant la molécule de tropocollagène. La polymérisation des molécules de tropocollagène peut alors se faire dans le milieu extracellulaire.

On distingue plus d'une vingtaine de types de collagène qui diffèrent par leur formule moléculaire et leurs particularités structurales (voir Biochimie).

Les collagènes les plus fréquents sont :

- Type I : dans l'os, la peau, les tendons
- Type II : dans le cartilage
- Type III : constitue les fibres de réticuline
- Type VII : accroche la lame basale aux fibres du tissu conjonctif.

Ces collagènes présentent une striation transversale en M.E.

- Type IV : dans les lames basales
- Type VI : associé aux fibres élastiques

Qui ne présentent pas de striation en M. E.

### 2.2.2 LES FIBRES DE RÉTICULINE

Elles sont constituées de collagène de type III.

Les fibres de réticuline sont fines, anastomosées et forment souvent des réseaux plus ou moins complexes.

Les fibres de réticuline sont P.A.S. positives en rapport avec la présence d'une enveloppe glucidique qui engaine intimement les fibrilles. Elles sont mises en évidence électivement par des techniques d'imprégnation à l'argent qui les colorent en noir.

La M.E. montre que la striation périodique du collagène n'est pas toujours observée. L'étude biochimique montre la présence d'une faible fraction lipidique associée.

Elles sont retrouvées sous les lames basales, autour des vaisseaux, des cellules musculaires et des cellules adipeuses. Elles forment la charpente d'organes comme le foie ou les organes hématopoïétiques et lymphoïdes.

### 2.2.3 LES FIBRES ÉLASTIQUES (FIG 9)

Les fibres élastiques sont fines, réfringentes et extensibles; elles sont colorées électivement par l'orcéine (en marron). Elles forment souvent un fin réseau anastomotique (exemple : dans le derme), où s'organisent en faisceaux parallèles formant des lames épaisses (exemple : dans la paroi des vaisseaux).

L'étude ultrastructurale montre un double aspect : des plages amorphes (c'est l'élastine) associées à des microfibrilles (ce sont des glycoprotéines de structure, dont la fibrilline).

L'élastine est la principale composante des fibres élastiques. C'est une protéine qui a pour unité moléculaire de base la tropoélastine qui se polymérise à l'extérieur du fibroblaste (voir Biochimie).

Associées à ces fibres existent des glycoprotéines de structure qui jouent un rôle important dans l'établissement des ponts intermoléculaires et l'orientation des fibres.

La plus connue des glycoprotéines de structure est la fibronectine, dont une partie est liée à la surface des cellules par l'intermédiaire des protéines transmembranaires et participe à l'adhésion des cellules entre elles et aux fibres de collagène.

La laminine est une glycoprotéine de structure des lames basales.

## 2.3 LA SUBSTANCE FONDAMENTALE (FIG 6)

Elle occupe les espaces compris entre les fibres et les cellules. Il s'agit d'une substance homogène, amorphe, peu colorable par les colorants usuels.

En plus de l'eau et de petites molécules dissoutes, la substance fondamentale comporte de volumineuses macromolécules, les glycosaminoglycanes et les protéoglycanes.

Ils forment la charpente de la matrice extracellulaire. Ils sont constitués d'une chaîne polypeptidique sur laquelle se branchent de 30 à 100 longues chaînes glucidiques, les glycosaminoglycanes (G.A.G.), qui sont divisés en plusieurs groupes selon leur structure.

#### Exemples :

L'acide hyaluronique qui est un GAG non sulfaté et très hydraté; les GAG sulfatés (chondroïtines sulfates, kératanes sulfates, dermatanes sulfates) qui possèdent des chaînes plus courtes et moins hydratées.

Les protéoglycanes hydratés forment un gel qui joue un rôle essentiel en assurant la régulation des échanges moléculaires à travers le tissu conjonctif.

### 3. LES DIFFÉRENTS TYPES DE TISSU CONJONCTIF

On distingue différentes variétés en fonction de la proportion de chacun des constituants.

#### 3.1 LE TISSU CONJONCTIF LÂCHE (FIG 1)

Cellules, fibres et substance fondamentale y sont réparties de façon harmonieuse. Il est très répandu dans l'organisme. On le trouve sous les épithéliums où il forme le chorion (pour la peau, c'est le derme papillaire).

Rôles :

- de soutien
- de défense grâce à ses cellules « mobiles »
- métabolique : le tissu conjonctif lâche joue un rôle d'échanges métaboliques entre les capillaires et les tissus voisins.

#### 3.2 LE TISSU CONJONCTIF DENSE (FIG 10)

Ce tissu est caractérisé par la prédominance très nette des fibres de collagène aux dépens des autres constituants. Il siège dans des régions de l'organisme soumises à des forces de traction plus ou moins intenses. Selon que les épais faisceaux de fibres de collagène sont ou non organisés dans des plans précis, on distingue deux variétés :

##### 3.2.1 LE TISSU CONJONCTIF DENSE NON ORIENTÉ

Les faisceaux de fibres de collagène sont entremêlés sans organisation particulière. On les rencontre par exemple dans le derme, et dans la capsule qui entoure certains organes. Ce tissu assure principalement un rôle de soutien.

##### 3.2.2 LE TISSU CONJONCTIF DENSE ORIENTÉ

Les faisceaux de fibres de collagène sont arrangés de façon rigoureusement parallèle.

##### a) Le tissu conjonctif dense orienté unitendu

Il est formé de volumineux faisceaux de fibres de collagène orientés suivant une seule direction. Les fibres parallèles ménagent entre elles de petits espaces où se logent les fibroblastes. Ce type de tissu se rencontre dans les tendons et dans les ligaments. Leur résistance mécanique est très importante.

##### b) Le tissu conjonctif dense orienté bitendu

Ce tissu est constitué de faisceaux de fibres de collagène parallèles entre elles et disposées en plans superposés. Les fibres de chaque plan ont une orientation perpendiculaire aux fibres des plans adjacents. C'est le tissu qui constitue les aponévroses et le stroma propre de la cornée de l'œil. Dans ce dernier cas, l'organisation géométrique rigoureuse des faisceaux de fibres de collagène est responsable de la transparence de la cornée.

#### 3.3 LE TISSU ÉLASTIQUE

Il présente une prédominance des fibres élastiques sur les autres constituants. Ces fibres peuvent se regrouper en lames comme dans les artères de gros calibres, ce qui explique l'élasticité de la paroi de ces artères.

#### 3.4 LE TISSU RÉTICULÉ (OU RÉTICULAIRE)

Il se caractérise par sa richesse en fibres de réticuline. Il se trouve au niveau de certains organes : moelle osseuse, ganglions lymphatiques, rate, foie. Il comporte des fibroblastes appelés « cellules réticulaires ». Les fibres de réticuline y forment une trame plus ou moins dense qui retient les cellules de défense.

### 3.5 LE TISSU CONJONCTIF CELLULAIRE

C'est un tissu à prédominance cellulaire. Ces cellules peuvent être des fibroblastes, comme dans le stroma ovarien, ou le plus souvent, des adipocytes. On parle alors de tissu adipeux (fig 11). Celui de la graisse blanche est le plus fréquent, retrouvé par exemple dans l'hypoderme. Les adipocytes se regroupent en amas organisés en lobules entourés par un tissu conjonctif lâche. Entre les adipocytes se trouvent des fibres de réticuline et des capillaires sanguins et lymphatiques.

Le tissu adipeux de la graisse blanche joue un rôle de protection, d'isolation thermique et un rôle métabolique. L'adipocyte synthétise des lipides (triglycérides), les stocke et les libère selon les besoins de l'organisme.

Le tissu adipeux de la graisse brune joue un rôle dans la thermorégulation.

### 3.6 LE TISSU CONJONCTIF MUQUEUX

C'est un tissu caractérisé par la prédominance de la substance fondamentale. Dans cette substance hydratée baignent des cellules mésenchymateuses; la composante fibrillaire est pratiquement absente.

Cette variété est très rare. On la rencontre chez le fœtus, par exemple dans la gelée de Wharton du cordon ombilical.

### 3.7 LA LAME BASALE

C'est une structure associée à un grand nombre de cellules (épithéliales, endocrines, musculaire...). Elle est difficile à observer en microscopie optique sauf par la réaction au P.A.S. ou avec une imprégnation argentique. En microscopie électronique, elle apparaît comme un trait sombre, parfois sous forme de deux ou trois bandes, une sombre (lamina densa) et une ou deux, plus claires (lamina lucida ou rara, et lamina fibroréticulaires) (fig 12).

Ses composés sont élaborés à la fois par les fibroblastes et par les cellules qui soit, reposent sur la lame basale (cellule épithéliale par exemple) ou soit, sont entourées par une lame basale (cellule musculaire par exemple).

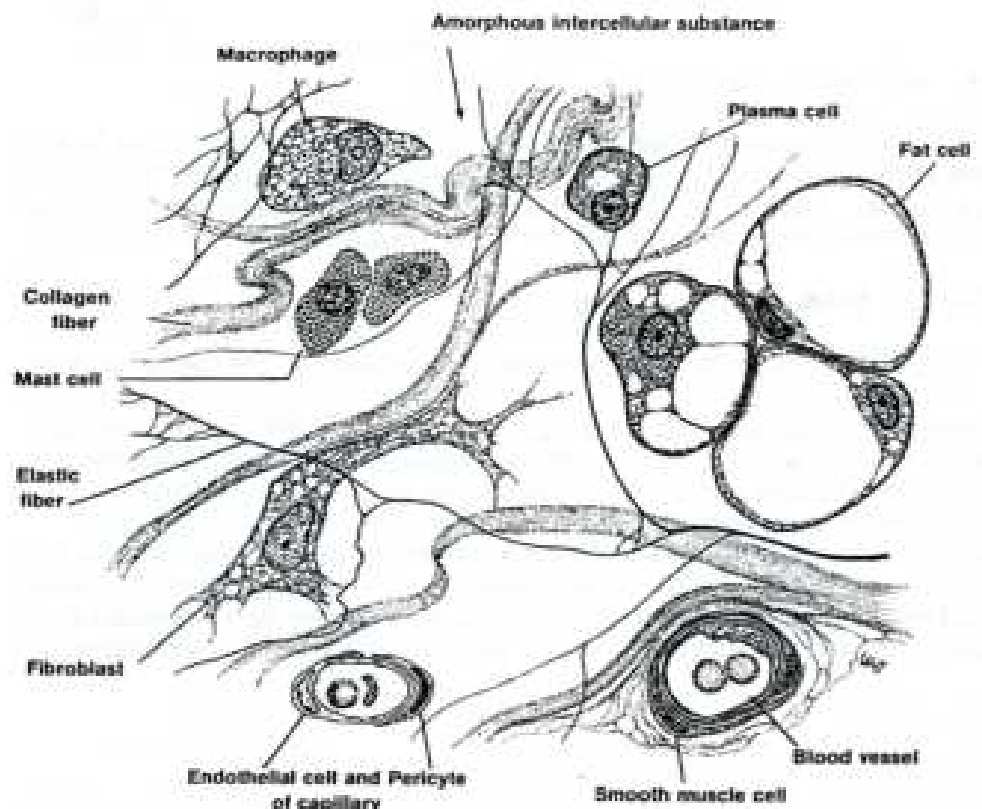
Les composants principaux de la lame basale sont :

- la laminine
- le collagène de type IV
- des protéoglycanes riches en héparane sulfate (d'où la réaction positive au P.A.S.).

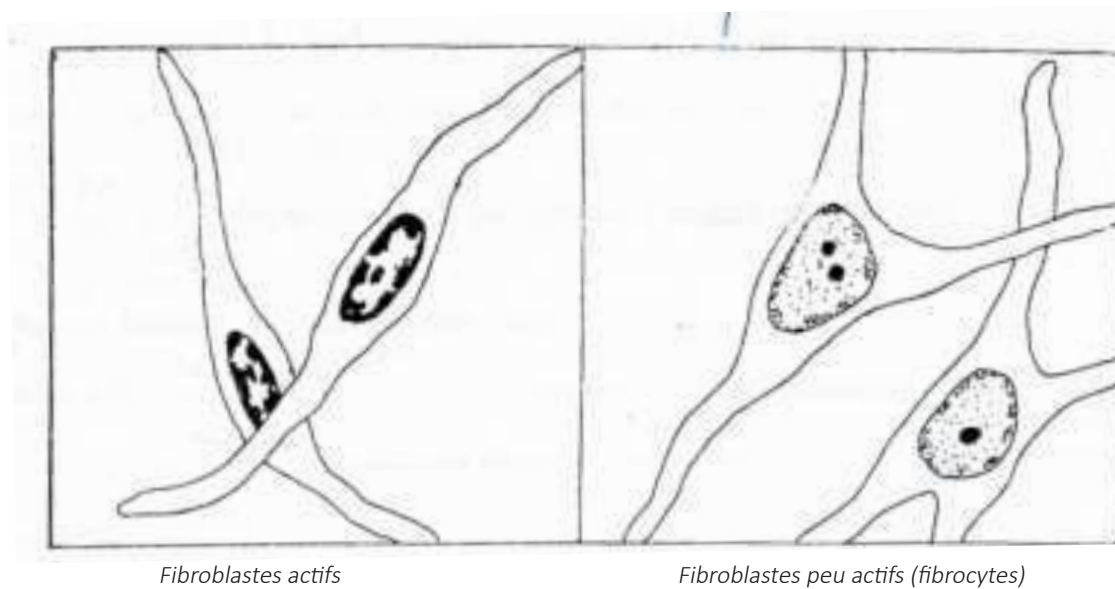
Ces molécules forment des polymères liés entre eux; il en résulte une structure complexe qui ménage des « pores ».

Les fonctions principales de la lame basale sont en relation avec cette « structure rigide à pores » : support des cellules, filtre moléculaire sélectif, adhésion aux cellules, adhésion des cellules au tissu conjonctif, régulation de la migration cellulaire, de la croissance et de la différenciation des cellules, notamment au cours de l'embryogenèse, mais également lors de phénomènes de réparation.

**Fig 1 : Schéma représentant les principaux constituants d'un tissu conjonctif lâche**

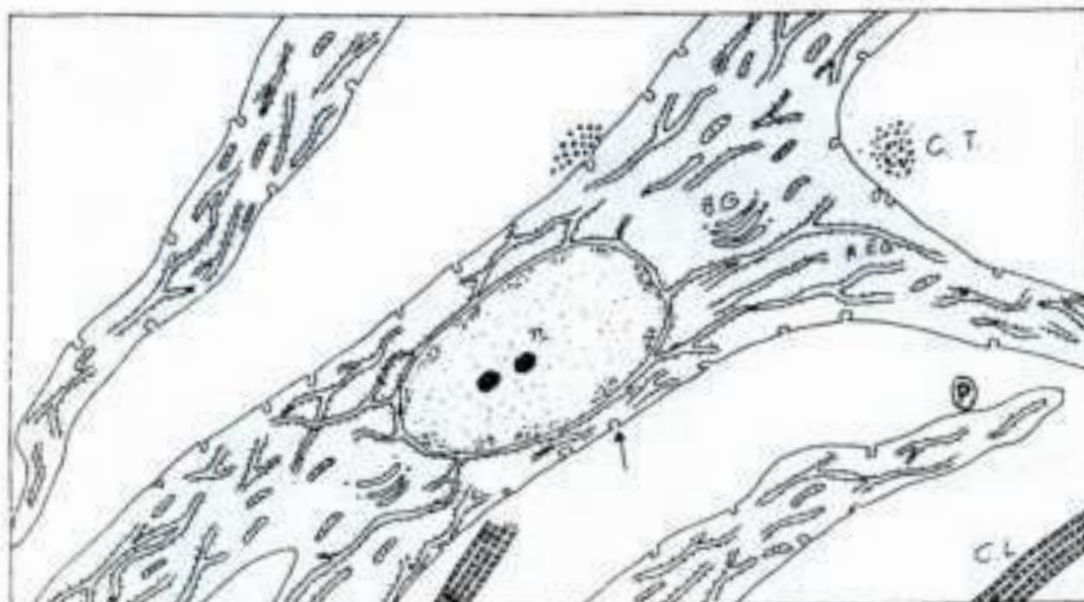


**Fig 2 : Fibroblastes en microscopie optique**

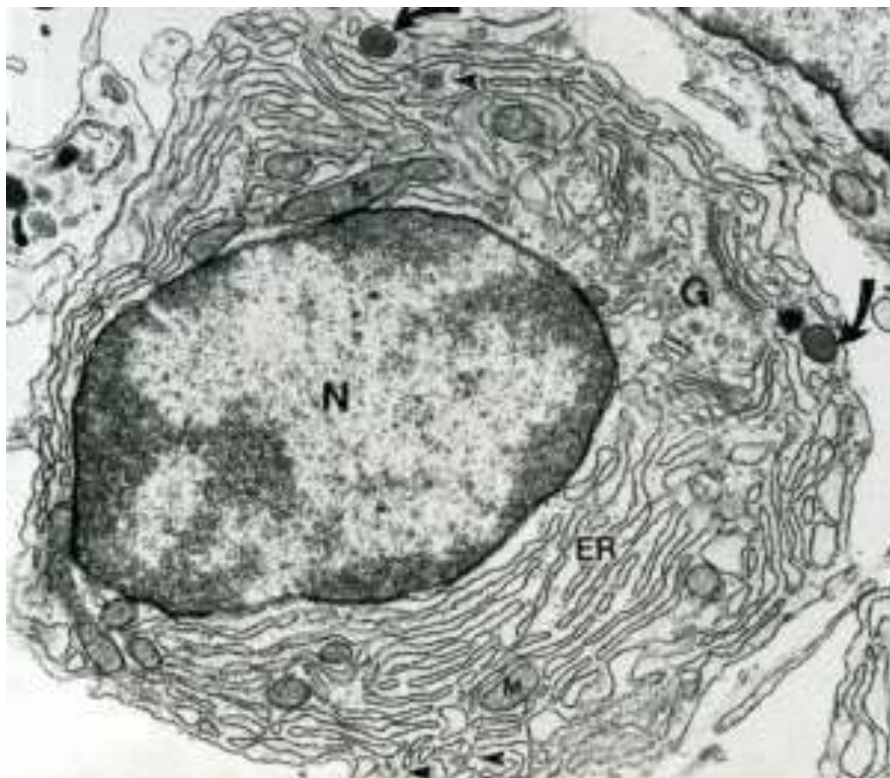


**Fig 3 : Fibroblaste actif au microscope électronique**

*n* : nucléole                      *p* : prolongement cytoplasmique  
*AG* : appareil de Golgi              *CL* : fibres de collagène en coupe longitudinale  
*REG* : réticulum endoplasmique rugueux  
 → : vésicule de pinocytose  
*CT* : fibres de collagène en coupe transversale



*Fig 4. Plasmocyte au microscope électronique*



*Fig 5 : Mastocyte au microscope électronique*

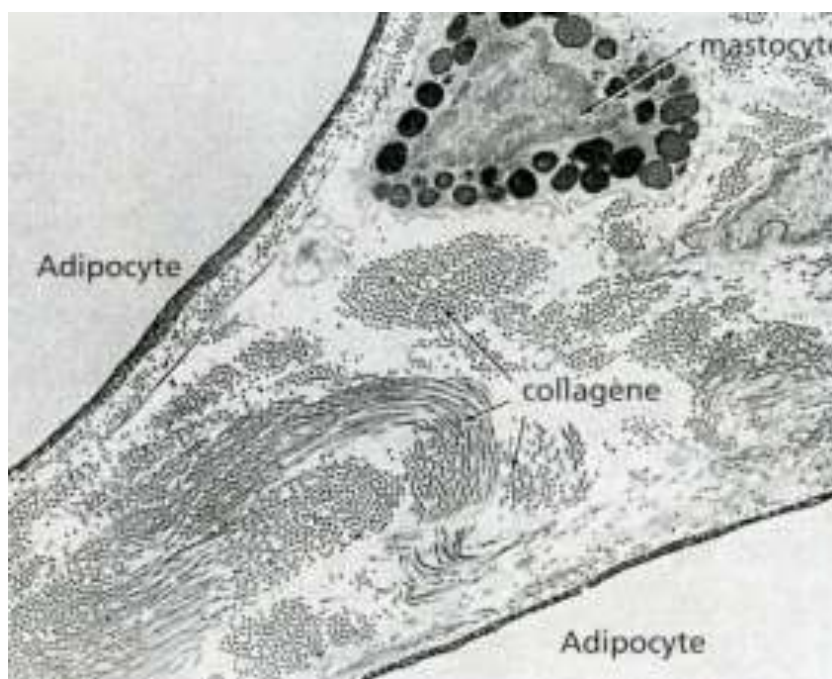




Fig 6 : Schéma montrant l'organisation de la substance fondamentale

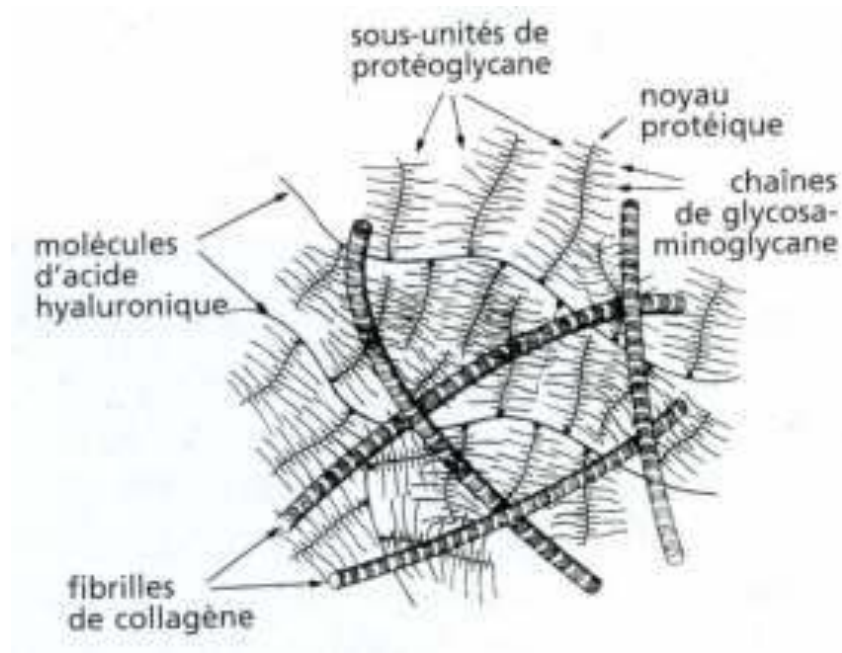
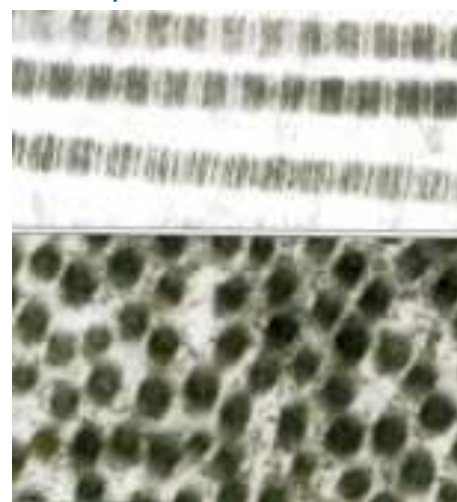


Fig 7 : Schéma montrant l'organisation des molécules de tropocollagène dans une fibre



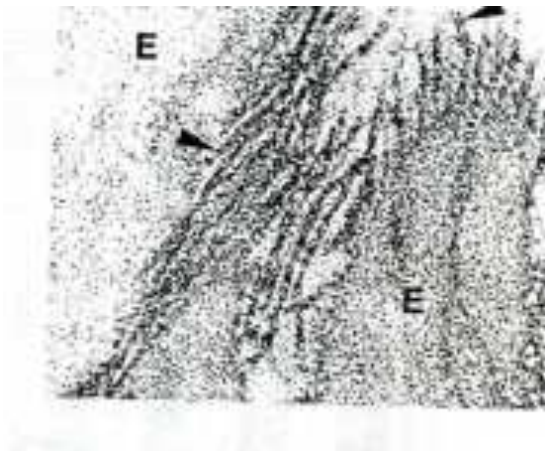
Fig 8 : Coupes longitudinale et transversale des fibres de collagène en microscopie électronique







**a : fibres élastiques du derme colorées à l'orcéine (M.O.)**



**b : fibres élastiques en M.E.**  
**E : plages amorphes**  
**↘ : microfibrilles**

**c : aspect ultrastructural tridimensionnel d'une fibre élastique**

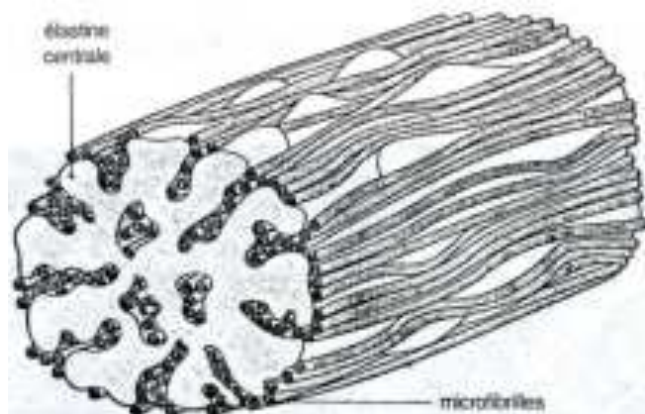
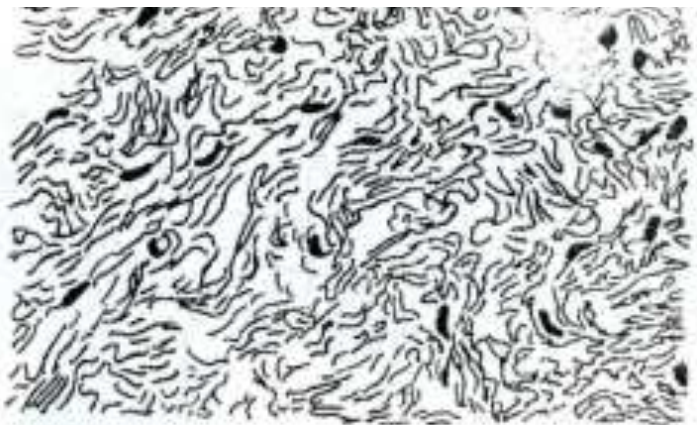
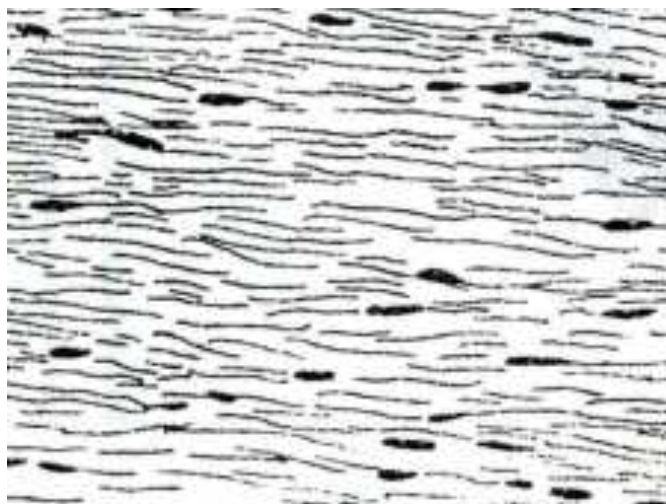


Fig 10 : Schémas des tissus conjonctifs denses en MO



**a : non orienté**

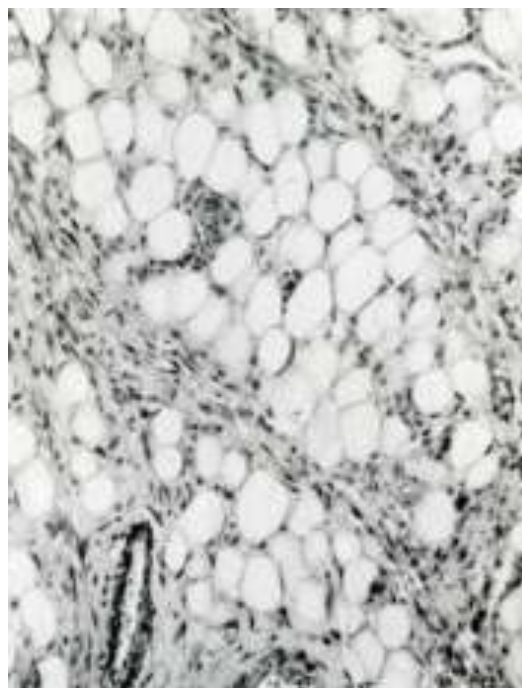


**b : orienté unitendu**



**c : orienté bitendu**

**Fig 11 : Tissu adipeux**

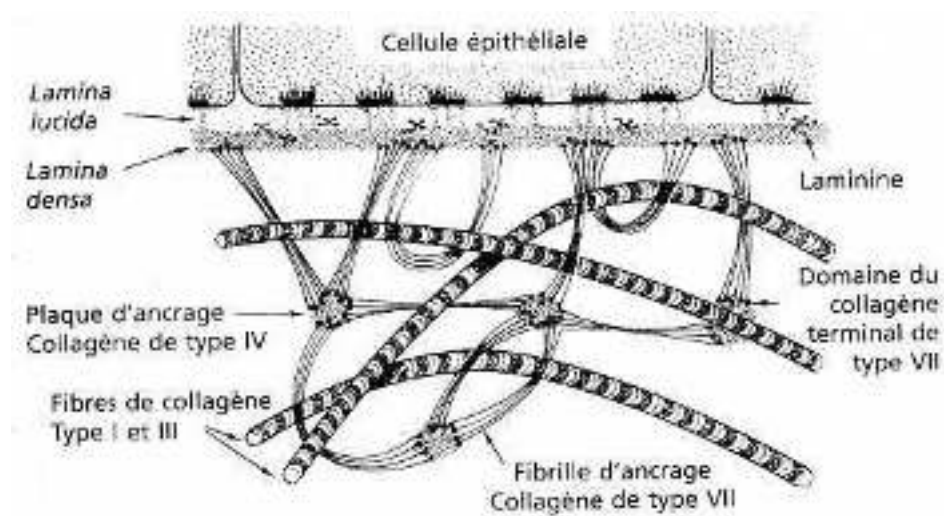


*a : graisse blanche*



*b : graisse brune*

**Fig 12 : La lame basale**



**PCEM1**

# **THÈME 3**

# **ANATOMIE GÉNÉRALE**



# LES BASES DE LA CONNAISSANCE ANATOMIQUE

## 1. QU'EST-CE QUE L'ANATOMIE

Essentiellement basée sur la dissection, l'anatomie est la science des structures normales du corps. Elle se distingue de l'anatomie pathologique dont l'intérêt se concentre sur l'individu malade.

## 2. DIFFÉRENTES ANATOMIES

### 2.1 L'ANATOMIE MACROSCOPIQUE

- 2.1.1 L'ANATOMIE GÉNÉRALE** qui étudie de façon synthétique les lois de l'organisation anatomique.
- 2.1.2 L'ANATOMIE DESCRIPTIVE** qui décrit les différents organes séparés en précisant leur orientation, leur forme, leurs dimensions, leur poids, leur couleur, leur constitution et leur structure interne. C'est la base de l'anatomie.
- 2.1.3 L'ANATOMIE DE SURFACE OU MORPHOLOGIQUE** est l'étude des formes extérieures et des reliefs du corps. Elle est la base de l'approche clinique par la palpation, mais aussi celle de l'anatomie artistique.
- 2.1.4 L'ANATOMIE RÉGIONALE OU TOPOGRAPHIQUE** prend en compte les rapports entre les différents organes d'une même région anatomique ainsi que leurs projections sur le squelette et sur l'enveloppe corporelle.
- 2.1.5 L'ANATOMIE FONCTIONNELLE** s'applique à connaître les modifications de situation, d'orientation et de morphologie d'un organe ou d'un groupe d'organes lors de leur fonction. La biomécanique tente d'appliquer au corps humain les lois de la mécanique des matériaux, solides, liquides...
- 2.1.6 L'ANATOMIE RADIOLOGIQUE** décrit les différentes images obtenues chez l'individu normal lors de l'exploration radiologique ou des différents techniques d'exploration assimilables.
- 2.1.7 L'ANATOMIE CHIRURGICALE** est une anatomie appliquée à la chirurgie. Décrivant les voies d'abord des différents organes et les obstacles que le chirurgien doit éviter lorsqu'il veut les atteindre.
- 2.1.8 L'ANATOMIE ANTHROPOLOGIQUE (ou biométrie)** étudie les variations existant entre les individus et les races
- 2.1.9 L'ANATOMIE COMPARÉE (ou anatomie zoologique)** qui étudie les rapports existants entre les structures animales, y compris l'espèce humaine. L'étude de l'enchaînement des transformations chronologiques s'appelle la phylogénèse.

### 2.2 L'ANATOMIE MICROSCOPIQUE S'APPELLE L'HISTOLOGIE

### 2.3 L'ANATOMIE DU DÉVELOPPEMENT

- 2.3.1 L'ORGANOGENÈSE** prend en compte la formation et le développement des organes
- 2.3.2 L'ONTOGENÈSE** étudie la transformation morphologique de l'individu normal de la fécondation à l'âge adulte. Elle recouvre :
  - une période intra-utérine : embryologie pendant les trois premiers mois, fœtologie du troisième mois à la naissance
  - une période postnatale : première enfance (première année), moyenne enfance (de deux à six ans), grande enfance (de sept ans à la puberté), adolescence (de la puberté à la maturité c'est-à-dire 18 ans chez la fille et 20 ans chez le garçon).
- 2.3.3 LA TÉRATOLOGIE** étudie les malformations et parfois monstruosité congénitales. Il peut s'agir d'une insuffisance d'organogénèse (dysgénésie), d'un arrêt d'organogénèse (aplasie), ou d'une absence totale d'organogénèse (agénésie).

## 3. L'ORGANISATION GÉNÉRALE DU CORPS HUMAIN

- **L'unité morphologique, structurale et fonctionnelle** du corps est la cellule, l'étude des cellules est la cytologie (ex : cellules nerveuses, cellules sanguines...)
- **Les cellules** se groupent pour former des tissus dont l'étude est l'histologie (ex. : tissu fibreux, tissu graisseux...).

- **Un organe** est un ensemble de tissus spécialisés, structuré afin de remplir une fonction déterminée (ex. : estomac, rein...).
- **Un système** est un ensemble d'organes ayant une structure analogue (ex. : système osseux, système artériel...).
- **Un appareil** est un ensemble de systèmes regroupés en vue d'une même fonction (ex. : appareil locomoteur, appareil de la vision...).

## 4. GROUPEMENT DES SYSTÈMES ET APPAREILS

### 4.1 LA VIE VÉGÉTATIVE

C'est la vie du corps proprement dite ; les phénomènes de combustion ou d'oxydation intracellulaire, générateurs de l'énergie indispensable à la vie, nécessitant l'apport au niveau de chaque cellule, d'aliments et d'oxygène, ainsi que le recueil et l'évacuation des déchets rejetés.

La bonne marche de l'ensemble est assurée grâce et à un système de commande et à un système de régularisation.

Les apports sont assurés par les appareils digestif et respiratoire. Les transports par l'appareil circulatoire, l'excrétion par l'appareil urinaire, la commande et la régulation par le système nerveux autonome et l'appareil endocrinien.

#### 4.1.1 L'APPAREIL DIGESTIF :

Destiné à rendre assimilables par l'organisme les aliments que nous ingérons, il est composé de deux systèmes :

- **Un système tubulaire**, le tube digestif, ouvert à deux extrémités. La bouche et l'anus, dans lequel cheminent et se transforment les aliments.
- **Un système glandulaire** produisant des sécrétions aidant à la transformation des aliments parcourant le tube digestif.

#### 4.1.2 L'APPAREIL RESPIRATOIRE

Il est destiné à fournir de l'oxygène à l'organisme et à le débarrasser du gaz carbonique, produit de la combustion cellulaire. Il est composé de deux systèmes :

- **Le système des voies aériennes respiratoires** permettant à l'air extérieur d'entrer dans les poumons et d'en sortir.
- **Le système alvéolaire** permettant les échanges gazeux et constituant l'essentiel des deux poumons.

#### 4.1.3 L'APPAREIL CIRCULATOIRE :

Permet d'assurer le transport des nutriments et de l'oxygène destiné aux cellules, et d'évacuer le gaz carbonique et les déchets de la combustion cellulaire. Ces échanges sont assurés par le sang et la lymphe. Il est composé :

- **du cœur**, moteur musculaire de la circulation ;
- **du système artériel** : les artères sont les vaisseaux empruntés par le sang qui part du cœur
- **du système veineux** : les veines sont les vaisseaux qui ramènent le sang au cœur
- **du système des vaisseaux capillaires**, lieu des échanges nutritifs, intermédiaire entre les ramifications ultimes des artères et les veines les plus petites ;
- **du système lymphatique** qui rassemble la lymphe et la ramène dans le système veineux.

#### 4.1.4 L'APPAREIL URINAIRE

Destiné à débarrasser l'organisme d'un certain nombre de déchets, il est composé :

- **d'un système de filtration** formé par les deux reins sécrétant l'urine à partir du sang circulant
- **d'un système des voies excrétrices** destiné à évacuer l'urine à l'extérieur de l'organisme

#### 4.1.5 LE SYSTÈME NERVEUX AUTONOME OU VÉGÉTATIF

Ce système comprend des centres nerveux, des voies sensibles ou ascendantes leur amenant les informations nécessaires en provenance des différents organes, des voies motrices ou descendantes ramenant aux différents organes des ordres élaborés par les centres.

Le système nerveux autonome comprend lui-même deux sous-systèmes antagonistes, le système sympathique (ou orthosympathique) et le système parasympathique (ex. : le système sympathique accélère le rythme cardiaque. Le système parasympathique le ralentit).

#### 4.1.6 L'APPAREIL ENDOCRINIEN :

Il est constitué par l'ensemble des glandes endocrines (ex. : hypophyse, glande thyroïde...) dont les produits de sécrétion ou hormones sont déversés dans le milieu intérieur à l'organisme afin d'exercer une action spécifique sur un ou des organes cibles. Système nerveux autonome et appareil endocrinien sont liés anatomiquement et physiologiquement.



## 4.2 LA VIE DE RELATION

Elle concerne la vie du corps en relation avec son environnement. Le maintien et les mouvements sont le fait de l'appareil locomoteur. L'appareil sensoriel et le système nerveux cérébro-spinal, étroitement liés, assurent le recueil des informations extérieures, leur intégration et les réponses qu'il convient d'y apporter. Chez l'homme, l'appareil de la phonation permet une communication précise et rapide.

### 4.2.1 L'APPAREIL LOCOMOTEUR EST COMPOSÉ DE TROIS SYSTÈMES :

- **Le système osseux** est composé des os formant la charpente du corps, c'est-à-dire le squelette, son étude est l'ostéologie.
- **Le système articulaire** est formé des différentes articulations reliant les pièces osseuses squelettiques; son étude est l'arthrologie.
- **Le système musculaire** est composé des différents muscles agissant sur les os, les cartilages, la peau et les faisant mouvoir sous l'action et la volonté

**NB :** On rattache à ces muscles volontaires, les muscles des organes de la vie végétative et donc indépendants de la volonté. L'étude des muscles constitue la myologie.

### 4.2.2 LE SYSTÈME NERVEUX CÉRÉBRO-SPINAL

C'est le système de commande de la vie de relation. Il est composé, comme le système nerveux autonome, de voies ascendantes ou sensitives de centres et de voies descendantes ou motrices. Les centres nerveux constituent le système nerveux central. Les filets et cordons nerveux qui relient le système nerveux central aux différents organes placés sous sa dépendance sont appelés nerfs et forment le système nerveux périphérique.

**N. B.** Les systèmes nerveux cérébro-spinal et autonome intriqués en partie forment l'appareil de l'innervation.

### 4.2.3 L'APPAREIL SENSORIEL

Composé des organes des sens spécialisés dans le recueil d'informations différenciées et reliés par des voies ascendantes dites ici sensorielles au système nerveux central. On distingue cinq sens : la vue, l'ouïe, le tact, l'odorat et le goût.

### 4.2.4 L'APPAREIL DE LA PHONATION

Comprend la partie initiale des voies aériennes respiratoires différenciées en vue de la phonation.

## 4.3 LA REPRODUCTION

Les appareils génitaux masculin et féminin sont destinés à la reproduction de l'espèce. Les glandes génitales mâles (testicules) et femelles (ovaires) produisent les gamètes spermatozoïdes et ovules. Les voies génitales permettent le cheminement de ces gamètes et leur éventuelle rencontre, après la copulation, à l'origine de l'œuf fécondé.

L'appareil génital féminin se distingue par ses capacités propres de permettre la nidation de l'œuf fécondé, son développement, l'expulsion à terme du fœtus et la nutrition du nouveau-né.

## 4.4 L'APPAREIL TÉGUMENTAIRE

L'appareil tégumentaire est formé par l'ensemble des tissus qui enveloppent le corps et le protège du milieu extérieur. Il comprend la peau et les annexes cutanées, glandes, poils, ongles.

## 5. LA DESCRIPTION ANATOMIQUE

### 5.1 LE LANGAGE ANATOMIQUE

Le langage anatomique emploie un certain nombre de termes adaptés à la description anatomique des organes, des systèmes, des appareils et des régions.

Actuellement la terminologie des références est celle de la nomenclature internationale francisée qui sera utilisée dans cet ouvrage. Néanmoins, certains termes consacrés par l'usage seront mentionnés entre parenthèses, dans un caractère d'imprimerie différent.

### 5.2 LA POSITION CONVENTIONNELLE

la description anatomique nécessite la définition d'une position conventionnelle du sujet que l'on décrit. Il s'agit d'un sujet debout, les membres thoraciques (supérieurs) pendants le long du corps. Des paumes des mains orientées vers l'avant, les pieds joints et parallèles, le regard fixé sur l'horizon.

Une vue antérieure, postérieure, de profil droit ou gauche supérieure ou inférieure d'un organe de ce sujet est alors parfaitement définie. C'est le côté droit qui est décrit en référence pour les structures paires et symétriques et notamment pour les membres.

### 5.3 LA POSITION ANATOMIQUE DE RÉFÉRENCE

Selon une convention internationale, elle décrit le corps humain vivant debout, les membres supérieurs le long du corps, la paume des mains tournée en avant, pieds joints, le regard droit et horizontal. C'est la position dite « du soldat au garde-à-vous ». Allongée, la position des membres est la même, les mains en supination.

C'est le côté droit qui est décrit en référence pour les structures paires et symétriques et notamment pour les membres.

### 5.4 LES AXES ANATOMIQUES DE RÉFÉRENCE

#### 5.4.1 L'AXE DU CORPS

Il se définit comme l'axe de gravité abaissé à partir du sommet du crâne.

**5.4.1.1 De face :** il passe par le milieu de la face suit la colonne vertébrale et tombe entre les deux pieds. Si le sujet est observé de dos cet axe vertical passe par le pli interfessier.

**5.4.1.2 De profil :** il rejoint les conduits auditifs externes, centre de gravité de la tête, le corps de la neuvième vertèbre thoracique (T9), centre de gravité du tronc, les têtes de fémur, les genoux, et tombe au sol à proximité des chevilles.

#### 5.4.2 L'AXE DE LA MAIN :

Il correspond à l'axe vertical passant par le troisième doigt.

#### 5.4.3 L'AXE DU PIED :

Il correspond à l'axe horizontal passant par le deuxième orteil.

### 5.5 LES PLANS DE RÉFÉRENCE

Il existe trois plans fondamentaux de l'espace. (Figures 1 et 2)

#### 5.5.1 LE PLAN SAGITTAL

C'est un plan vertical orienté dans le sens antéro-postérieur.

Le vrai plan sagittal est médian c'est-à-dire qu'il passe par l'axe du corps de face (défini plus haut) et divise le corps en deux côtés droit et gauche.

Les plans sagittaux paramédians sont parallèles au précédent.

#### 5.5.2 LE PLAN FRONTAL

Il s'agit d'un plan perpendiculaire au plan précédent.

C'est un plan vertical orienté de droite à gauche qui divise le corps en deux parties ventrale et dorsale.

Le plan coronal est le plan frontal qui passe par l'axe du corps de profil.

#### 5.5.3 LE PLAN TRANSVERSAL (OU AXIAL TRANSVERSE DES COUPES EN SCANNER OU EN IRM)

Il correspond à tout plan perpendiculaire aux deux précédents.

Il coupe transversalement le corps. Il est parallèle au sol.

Par convention les coupes transversales anatomiques comme celles obtenues en imagerie médicale sont vues par le dessous dans le sens craniocaudal (de haut en bas), ce qui signifie que la partie antérieure de la coupe est située vers le haut et la partie droite à gauche.

### 5.6 LES TERMES DE LOCALISATION

#### 5.6.1 EN TENANT COMPTE DES PLANS FONDAMENTAUX

**5.6.1.1 Par rapport au plan sagittal,** on utilise le qualificatif médial quand l'élément est plus près du plan sagittal médian, ou latéral quand il est à distance.

**5.6.1.2 Par rapport au plan frontal,** on utilise le qualificatif antérieur (plutôt utilisé au niveau des membres), ou ventral (plutôt utilisé au niveau du tronc), et postérieur ou dorsal. La face ventrale de la main est appelée palmaire (paume de la main), la face dorsale garde son qualificatif (dos de la main).

**5.6.1.3 Par rapport au plan horizontal,** on peut utiliser les qualificatifs supérieur ou inférieur, cranial ou caudal au niveau du tronc, proximal ou distal au niveau des membres. La face supérieure du pied est dite dorsale, la face inférieure est dite plantaire (plante du pied).

### 5.6.2 LES AUTRES QUALIFICATIFS

- interne et externe sont appliqués aux viscères ou cavités
- superficiel et profond décrivent la position par rapport à la surface du corps
- Moyen, intermédiaire pour la situation entre deux structures anatomiques
- homolatéral (ipsilatéral ou du même côté) et controlatéral (hétérolatéral ou du côté opposé) décrivent la position par rapport au côté.

### 5.7 L'ORIENTATION D'UN ÉLÉMENT

L'orientation d'un élément se fait selon son grand axe; par exemple on peut dire que la clavicule est dirigée en position de référence oblique en haut, en arrière et en dehors ou alors de la même façon en bas, en dedans et en avant.

### 5.8 LES GRANDES DIVISIONS DU CORPS HUMAIN

Le corps humain comprend la tête, le cou, le tronc et les membres.

- **La tête** est formée par un squelette, entouré de parties molles et comportant des cavités, elle comprend le crâne et la face appendue à la partie antéro-inférieure du crâne. Le squelette du crâne calvaria (voûte du crâne) et base du crâne limite une cavité crânienne contenant l'encéphale. La face présente des cavités importantes, les deux orbites, la cavité nasale et la cavité orale (cavité buccale).
- **Le cou** centré par la colonne vertébrale cervicale comporte des régions de passage antérieures et latérales pour l'axe aérodigestif et les gros vaisseaux, et une région musculaire postérieure.
- **Le tronc** comporte des parois ostéomusculaires limitant une cavité divisée en deux parties par le diaphragme, la cavité thoracique et la cavité abdomino-pelvienne

**La cavité thoracique** est en rapport avec le cou au niveau de l'ouverture (orifice) supérieure du thorax. La cavité thoracique se divise en une région médiane, le médiastin où se trouve notamment le cœur, les gros vaisseaux artériels et veineux; la trachée, l'œsophage et le canal thoracique et deux régions latérales, les fosses pleuropulmonaires où sont situés les poumons entourés par leurs plèvres.

**NB** la plèvre est une membrane séreuse formée de deux feuilles se continuant l'une dans l'autre au niveau d'une ligne de réflexion, et limitant entre eux une cavité normalement virtuelle, les différentes membranes séreuses sont outre la plèvre, le péricarde séreux, le péritoine et la vaginale testiculaire.

**La cavité abdomino-pelvienne** est séparée en deux parties par un plan virtuel, passant par le bord supérieur du pubis et l'articulation entre la cinquième vertèbre lombaire et le sacrum : ce plan correspond à peu près au détroit supérieur du bassin. Au-dessus de ce plan se trouve la cavité abdominale séparée de la cavité thoracique au niveau de l'ouverture inférieure du thorax par le diaphragme, au-dessous de ce plan, la cavité pelvienne dont l'orifice inférieur; le détroit inférieur du bassin est formé par les formations musculo-aponévrotiques du périnée.

Le péritoine sépare la cavité péritonéale en avant, de l'espace rétro péritonéal en arrière, au niveau de la cavité abdominale et la cavité péritonéale au-dessus de l'espace sous-péritonéal au-dessous au niveau de la cavité pelvienne. Espace rétro péritonéal et espace sous-péritonéal sont en continuité.

#### - Les membres

Pour chaque membre on peut écrire six parties depuis la racine proximale jusqu'à l'extrémité distale, l'épaule, le bras le coude, l'avant-bras, le poignet et la main pour le membre thoracique, la hanche, la cuisse, le genou, la jambe, le cou-de-pied et le pied pour le membre pelvien.

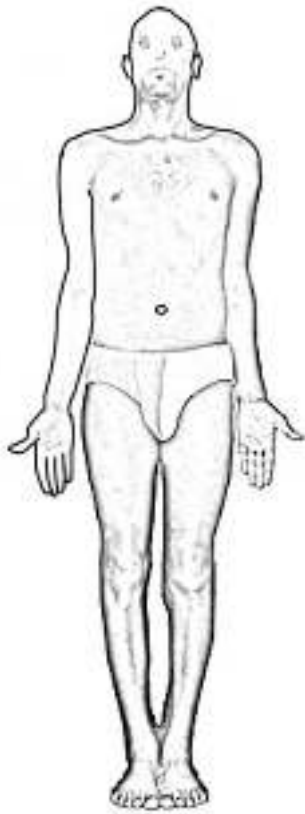


Figure 5 : position anatomique de référence.

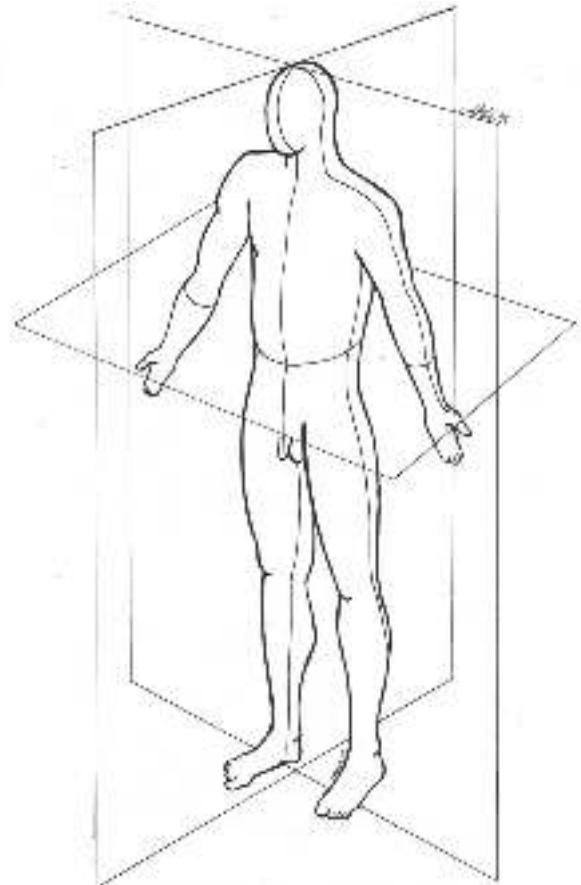


Figure 2 : plans et axes de référence.

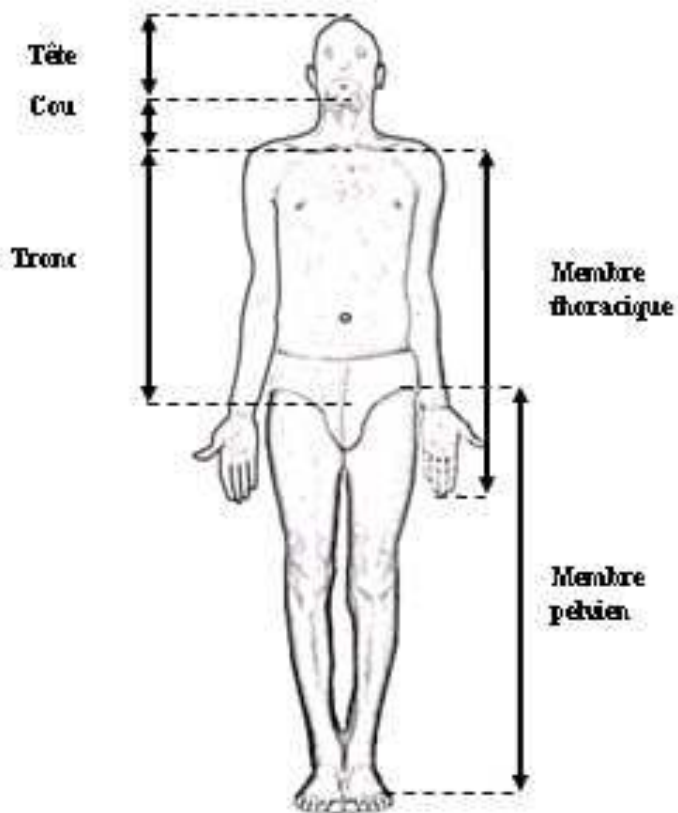


Figure 3 : les grandes divisions du corps.

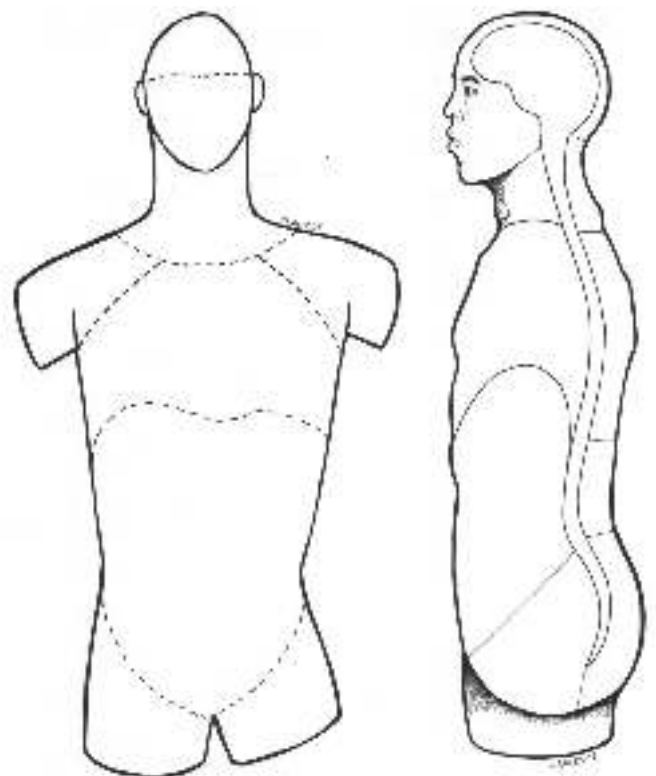


Figure 4 : les divisions de la tête et du tronc- vue de face.

# APPAREIL LOCOMOTEUR

## 1. LE SQUELETTE

### 1.1 DÉFINITION :

Le squelette est formé par les os, organes vivants, blanchâtres et durs.

### 1.2 GÉNÉRALITÉS :

Le squelette a une double fonction statique : un rôle de soutien pour l'ensemble du corps et un rôle de protection de certains organes notables (ex. : l'encéphale et la moelle spinale). Au plan dynamique, il forme l'ensemble des leviers sur lesquels s'insèrent les muscles moteurs du mouvement. Il constitue l'essentiel de la réserve minérale de l'organisme. Il renferme de la moelle rouge, lieu de formation de cellules sanguines.

### 1.3 LA CONSTITUTION DU SQUELETTE

Il comprend :

- **Le squelette axial** ou craniovertébral formé par la colonne vertébrale qui supporte à sa partie supérieure le crâne et le massif facial.
- **Le squelette thoracique** formé par les côtes et le sternum
- **Le squelette appendiculaire** qui correspond au squelette des membres;

Les segments osseux qui composent ces derniers sont rattachés au squelette axial par l'intermédiaire de pièces osseuses formant les ceintures. La ceinture scapulaire permet l'union des membres supérieurs au thorax et la ceinture pelvienne relie les membres inférieurs à la partie caudale de la colonne vertébrale ou rachis.

Il existe 206 os constants :

- 8 os pour le crâne et 14 pour le massif facial,
- 6 osselets de l'ouïe (3x2) et 1 os hyoïde,
- 24 vertèbres pour le rachis mobile,
- 12 paires de côtes, le sternum et le manubrium sternal,
- 4 os pour la ceinture scapulaire (2 scapulas et 2 clavicules),
- 4 os pour la ceinture pelvienne (2 os coxaux ou iliaques, sacrum et coccyx),
- 60 os pour les membres supérieurs ou thoraciques (30x2),
- 60 os pour les membres inférieurs ou pelviens (30x2).

Il existe aussi des os inconstants comme les os sésamoïdes de la main et du pied.

### 1.4 ANATOMIE MACROSCOPIQUE DES OS

#### 1.4.1 CLASSIFICATION SELON LA FORME

On distingue trois groupes selon les rapports qui existent entre la longueur, la largeur et l'épaisseur.

- **Les os longs :**

L'une des trois dimensions (la longueur) prédomine sur les deux autres (exemple : l'humérus, le fémur, le tibia.). On y distingue trois parties :

- **un corps ou diaphyse** : cylindrique irrégulièrement aplatie présentant des faces et des bords,
- **deux extrémités renflées, les épiphyses**. La plus proche de la racine du membre est dite proximale, la plus éloignée est appelée épiphyse distale.

Les épiphyses supportent les surfaces articulaires et sont séparées de la diaphyse par une zone intermédiaire appelée métaphyse.

Jusqu'à la fin de la croissance, une lame de cartilage fertile subsiste entre la diaphyse et les épiphyses. C'est le cartilage de croissance ou cartilage de conjugaison qui assure la croissance en longueur des os longs. Il s'agit d'une zone particulièrement fragile et exposée aux infections et aux traumatismes chez l'enfant en croissance.

- **Les os plats :**

L'épaisseur de l'os est nettement inférieure aux autres dimensions (exemple : la scapula, l'os coxal...). Ils comportent deux faces et des bords, ils sont formés par deux lames de tissu osseux compact, séparées par du tissu spongieux. (Exemple : la voûte du crâne : lames = tables; tissu spongieux = diploé).

- **Les os courts :**

Les trois dimensions sont presque égales et généralement réduites (exemple : le talus, les os du carpe...). Ils présentent des aspects très variables qu'on assimile à des formes géométriques conventionnelles. Ils sont composés de tissu spongieux recouvert d'une fine écorce de tissu compact : la corticale.

#### 1.4.2 CLASSIFICATION SELON L'ASPECT DE LA SURFACE OSSEUSE

On distingue :

##### 1.4.2.1 Les saillies osseuses : Elles sont articulaires ou non articulaires;

- **Les saillies articulaires** : tête ou condyle portant une surface articulaire
- **Les saillies non articulaires** sont souvent le point d'insertion d'un muscle ou d'un ligament.
- **Le processus** (ou apophyse) est une excroissance osseuse volumineuse (exemple : le processus transverse des vertèbres, le processus coracoïde de la scapula)
- **La tubérosité** est une saillie moins développée (exemple : la tubérosité ischiatique de l'os coxal)
- **Les tubercules** sont des saillies peu étendues (exemple : le tubercule supra-glénoïdal, le tubercule du grand adducteur)
- **Les épines** sont des saillies en forme de pointe (exemple : l'épine ischiatique, l'épine tibiale)

Il existe aussi des crêtes linéaires plus ou moins rugueuses (comme la ligne âpre du fémur), des éminences et des protubérances régulièrement arrondies (comme la protubérance occipitale)

##### 1.4.2.2 Les cavités osseuses :

Elles sont articulaires, leur forme varie avec le type d'articulation. D'autres sont non articulaires avec des cavités de réception ou fossette (exemple : la fossette olécraniennne et la fossette coronoïdienne de l'humérus), des fosses d'insertion des muscles, des sillons ou gouttières correspondant au passage d'éléments vasculo-nerveux (comme le sillon du nerf radial).

##### 1.4.2.3 Les incisures (ou échancrures) au bord d'un os (exemple : la grande incisure ischiatique)

##### 1.4.2.4 Les foramens :

Ce sont des orifices qui livrent passage à des éléments vasculo-nerveux (exemple : le foramen magnum de l'occipital pour le tronc cérébral, le foramen transversaire des vertèbres cervicales pour l'artère vertébrale). Au niveau des os longs, on distingue les foramens situés sur les diaphyses qui livrent passage à l'artère nourricière principale de l'os.

#### 1.5 ARCHITECTURE DE L'OS

Sur le plan macroscopique, l'os est entouré d'un manchon fibreux : **le périoste**. Il s'agit d'une membrane conjonctive qui s'interrompt à la périphérie des surfaces articulaires recouvertes de cartilage et qui joue un rôle essentiel dans la croissance en épaisseur des os longs.

Sous le périoste, l'os prend deux aspects :

- **Le tissu osseux compact** : Il forme le tissu osseux diaphysaire des os longs et les corticales des os plats ou courts. Il a une structure fibrillaire caractéristique d'un matériau fibrillaire.

L'unité fibrillaire de l'os compact est l'ostéon, fibre cylindrique dont la coupe révèle la structure lamellaire. Chaque ostéon est centré par un canal vasculaire appelé **canal de Havers** autour duquel sont disposées les lamelles osseuses concentriques.

- **Le tissu osseux spongieux** forme le tissu osseux métaphyso-épiphysaire des os longs et la partie sous-corticale des os plats et plats (diploé des os du crane). Il a une structure lamellaire. Les lamelles osseuses sont accolées les unes aux autres comme d'épaisses feuilles qui s'organisent à leur tour en un réseau tridimensionnel de travées osseuses. Des lacunes osseuses séparent les travées renferment la moelle osseuse rouge hématogène riche en éléments figurés immatures du sang.
- **Le canal médullaire** est situé dans la diaphyse des os longs. Il est tapissé de tissu conjonctif ou endoste et il contient la moelle osseuse, les vaisseaux et les nerfs.

L'ultrastructure microscopique avec la substance interstitielle et les cellules osseuses est étudiée en histologie



## 2. LES ARTICULATIONS

Une articulation (ou jointure) est l'ensemble des éléments qui unissent des pièces osseuses ou cartilagineuses voisines. Le terme articulation n'implique pas obligatoirement un mouvement.

Ainsi une première classification fonctionnelle a été établie selon le degré de mobilité autorisé par l'articulation : on distingue alors les **articulations immobiles** (ou synarthroses), **semi-mobiles** (ou amphiarthroses) et **mobiles** (ou diarthroses).

Plus récemment une classification structurale, fondée sur les matériaux qui unissent les os et sur la présence ou l'absence d'une cavité articulaire, a été adoptée. On parle alors d'articulations **fibreuses, cartilagineuses et synoviales**.

En règle générale, les articulations fibreuses sont immobiles et les articulations synoviales sont totalement mobiles.

Par contre, les articulations cartilagineuses offrent des exemples d'articulations immobiles et semi-mobiles. Les catégories structurales étant mieux définies que les fonctionnelles, nous utiliserons la classification structurale dans ce chapitre.

### 2.1 ARTICULATIONS FIBREUSES (OU SYNARTHROSES)

Les surfaces osseuses en présence sont unies par du tissu conjonctif dense et on ne trouve ni cavité articulaire ni cartilage. Ce sont des articulations sans mobilité.

On distingue trois types d'articulations fibreuses : les sutures, les syndesmoses et les gomphoses (Figure 2).

#### 2.1.1 LES SUTURES

Ce sont des articulations présentes uniquement entre les os de la tête (os de la voûte du crâne). Le contact entre les deux pièces osseuses emboîtées se fait par l'intermédiaire d'un tissu fibreux très réduit qui disparaît chez l'adulte. Tout mouvement des os du crâne pourrait endommager gravement l'encéphale ; l'immobilité des sutures est donc tout à fait adaptée à leur fonction de protection.

#### 2.1.2 LES SYNDESMOSES

Dans les syndesmoses, les os sont reliés par un faisceau ou une membrane de tissu conjonctif dense appelés respectivement ligament (syndesmos = ligament) et membrane interosseuse. Les fibres de tissu conjonctif sont de longueur variable, mais toujours plus importantes que les sutures (exemple : la syndesmose radio-ulnaire).

#### 2.1.3 LES GOMPHOSES (ARTICULATIONS ALVÉOLO-DENTAIRES)

La gomphose est une articulation fibreuse dont le seul exemple est celui de l'articulation d'une dent dans son alvéole osseuse.

### 2.2 ARTICULATIONS CARTILAGINEUSES (OU AMPHIARTHROSES)

Les surfaces osseuses en présence sont unies par du cartilage ou par un fibrocartilage. Elles sont dépourvues de cavité articulaire, tout comme les articulations fibreuses. Les synchondroses et les symphyses représentent les deux types d'articulations cartilagineuses. (Figure 3).

#### 2.2.1 LES SYNCHONDROSES

La synchondrose est souvent une lame de cartilage hyalin transitoire initialement flexible qui va s'ossifier et devenir immobile (exemple : le cartilage de croissance à la jonction diaphyso-épiphyse des os longs).

#### 2.2.2 LES SYMPHYSES

Les symphyses sont des articulations fibrocartilagineuses (possédant un disque intermédiaire de cartilage fibreux) conçues pour allier force et flexibilité (exemple : la symphyse pubienne, l'articulation disco-vertébrale).

### 2.3 ARTICULATIONS SYNOVIALES (OU DIARTHROSES)

Les articulations synoviales sont destinées à une grande mobilité et on les retrouve au niveau des principales articulations des membres. Elles se composent de :

#### 2.3.1 SURFACES ARTICULAIRES :

Elles sont de forme variable selon la fonction et recouvertes de cartilage hyalin.

Lorsque les surfaces articulaires ne s'adaptent pas exactement, la congruence est assurée par un dispositif fibrocartilagineux. (Figure 4) :

**2.3.1.1 Le labrum (ou bourrelet articulaire).** Il s'agit d'un anneau triangulaire à la coupe fixé au pourtour de la surface articulaire concave. (exemple : les articulations de l'épaule et de la hanche)

**2.3.1.2 Le ménisque.** Il forme un anneau incomplet, triangulaire à la coupe avec deux faces libres ce qui leur confère une certaine mobilité au cours du mouvement (exemple : l'articulation du genou).

**2.3.1.3 Le disque articulaire.** Il forme une cloison intra-articulaire (exemple : l'articulation sterno-costoclaviculaire).

### 2.3.2 CAPSULE ARTICULAIRE :

Il s'agit d'un manchon fibreux inséré au pourtour des surfaces articulaires et assurant une fermeture étanche de l'articulation (Figure 5)

### 2.3.3 MEMBRANE SYNOVIALE :

Elle tapisse la face interne de la capsule. La synoviale peut présenter des plis, des franges ainsi que des culs-de-sac et des expansions extra-articulaires qui sortent de la capsule pour entourer un tendon (exemple : le tendon du long biceps). Elle est très vascularisée et sécrète le liquide synovial dit synovie. (Figure 5)

### 2.3.4 CAVITÉ ARTICULAIRE :

Elle constitue la caractéristique la plus remarquable des articulations synoviales; il s'agit d'un espace rempli de liquide synovial (Figure 5).

### 2.3.5 LIGAMENTS :

Ce sont des structures de stabilisation, de coaptation et de congruence articulaire. On distingue :

- **Les ligaments capsulaires** ou épaisissements de la capsule (exemple : les ligaments gléno-huméraux de l'épaule)
- **Les ligaments extracapsulaires**, distincts de la capsule (exemple le ligament ilio-fémoral de la hanche)
- **Les ligaments intracapsulaires** (exemple les ligaments croisés du genou)
- **Les tendons des muscles périarticulaires** jouent le rôle de ligaments actifs (exemple : les tendons des muscles de la patte d'oie)

## 2.4 CLASSIFICATION DES ARTICULATIONS SYNOVIALES

Il existe une corrélation directe entre la forme des surfaces articulaires et les degrés de mobilité de chaque articulation. On distingue alors :

### 2.4.1 LES ARTICULATIONS PLANES (OU ARTHRODIES)

Elles ont des surfaces articulaires planes ou légèrement concaves ou convexes de telle sorte qu'elles n'autorisent que de petits mouvements de glissement ou d'écartement des surfaces articulaires.

Dans ce mouvement aucune rotation ne s'effectue autour d'un axe. Ce sont donc les seules articulations non axiales. (ex. : l'articulation acromio-claviculaire) (Figure 6).

### 2.4.2 LES ARTICULATIONS UNIAXIALES À UN DEGRÉ DE MOBILITÉ

- **La ginglyme (ou trochléenne)** (Figure 6)

La saillie convexe ou cylindrique d'un os s'ajuste dans la surface concave d'un autre os sous la forme d'une poulie. Le mouvement s'effectue donc dans un seul plan (exemple : l'articulation huméro-ulnaire et les articulations interphalangiennes).

- **La trochoïde (ou diarthrose pivotante)** (Figure 6)

Elle est souvent constituée par des surfaces en forme de cylindres emboîtés (exemple : articulation radio-ulnaire supérieure et l'articulation atlanto-axoïdienne). Le mouvement est limité à une rotation autour d'un axe longitudinal.

### 2.4.3 LES ARTICULATIONS BIAXIALES À DEUX DEGRÉS DE MOBILITÉ

- **L'ellipsoïde (ou condylienne)** (Figure 6)

La surface articulaire convexe d'un os s'ajuste dans la cavité concave complémentaire d'un autre os. La forme ovale de chacune des deux surfaces distingue ce type d'articulation (exemple : les articulations métacarpo-phalangiennes).

- **L'articulation en selle (ou par emboîtement réciproque)**

Les surfaces articulaires sont concaves dans un plan et convexes dans le plan perpendiculaire. L'emboîtement réciproque assure une plus grande stabilité avec deux degrés de mobilité (exemple : l'articulation sterno-costoclaviculaire, l'articulation trapézo-métacarpienne du pouce). (Figure 6)

### 2.4.4 LES ARTICULATIONS TRIAXIALES À TROIS DEGRÉS DE MOBILITÉ : LA SPHÉROÏDE (OU ÉNARTHROSE)

La sphéroïde oppose deux segments de sphère concave et convexe. Elle possède donc trois axes et trois degrés de liberté et joue un rôle de rotule (exemple : l'articulation coxo-fémorale et l'articulation scapulo-humérale). (Figure 6)

## 2.5 NOTION DE MÉCANIQUE ARTICULAIRE

Les mouvements simples se font autour d'un axe de référence :

- Axe transversal : mouvements de flexion extension,
- Axe antéro-postérieur : mouvements d'abduction adduction
- Axe longitudinal : mouvement de rotation médiale et latérale.

### 3. LES MUSCLES SQUELETTIQUES

Les muscles, éléments actifs du mouvement, sont des organes charnus contractiles, qui transforment l'énergie chimique potentielle en énergie mécanique. Ils permettent donc à l'homme de se mouvoir dans son milieu, en mobilisant les pièces osseuses, mais aussi tendent la peau, ferment les orifices naturels et participent à l'activité de presque tous les viscères.

#### 3.1 LES DIFFÉRENTS TYPES DE MUSCLES

On distingue trois types de muscles en fonction de leur structure histologique, de leur commande nerveuse et de leur vitesse de contraction :

- **le muscle squelettique** ou muscle strié, soumis à l'influence de la volonté,
- **les muscles lisses**, ce sont les muscles des viscères, des vaisseaux et de la peau, sous le contrôle du système nerveux végétatif et indépendants de la volonté,
- **le muscle cardiaque**, muscle strié spécialisé, indépendant de la volonté.

#### 3.2 ANATOMIE MACROSCOPIQUE DU MUSCLE STRIÉ SQUELETTIQUE

##### 3.2.1 NOMBRE :

Les muscles striés constituent 30 % de la masse corporelle et donnent au corps sa configuration générale

La plupart sont pairs, et on compte environ 500 muscles répartis approximativement comme suit :

- Tête : 63 muscles
- Tronc : 190 muscles
- Membre thoracique : 98 muscles
- Membre pelvien : 104 muscles
- Muscles profonds : 46 muscles

##### 3.2.2 FORME :

On les classe en quatre catégories :

**3.2.2.1 Muscles longs :** On les retrouve essentiellement au niveau des membres. Ils s'orientent selon leur grand axe. (Figure 7) Ils peuvent être :

- Simples (ou monogastriques) : ex. le muscle brachial antérieur
- Composés : (Figure 8)
- digastriques à ventres opposés (m. omo-hyoïdien) ou à ventres juxtaposés (m. biceps brachial)
- Polygastriques à ventres opposés (m. grand droit) ou à ventres juxtaposés (m. quadriceps)

**3.2.2.2 Muscles larges :** Ils forment les parois du tronc, lames charnues de faible épaisseur, disposés en plusieurs couches pouvant adopter une forme quadrilatère, circulaire ou triangulaire (exemple : muscle grand oblique de l'abdomen). (Figure 9)

**3.2.2.3 Muscles courts :** Forts, épais, que l'on retrouve au niveau de la colonne vertébrale, les racines des membres et de la mâchoire (exemple : m. court abducteur du pouce)

**3.2.2.4 Muscles annulaires,** composés de fibres circulaires ou semi-circulaires, exemple : muscle orbiculaire de la bouche. (Figure 10).

##### 3.2.3 MODE D'INSERTION DES MUSCLES

Les muscles s'insèrent sur les os, les cartilages, les fascias et les septums intermusculaires.

Les insertions se font soit directement par les fibres charnues des muscles, soit par un tendon, soit par une aponévrose (lame fibreuse large).

Un muscle s'attache généralement par deux insertions, l'une proche de l'axe vertébral dite proximale ou origine, l'autre loin du rachis dite distale ou terminaison.

##### 3.2.3.1 Insertions proximales (ou origines)

Considérées comme fixes, elles se font le plus souvent par des fibres charnues, parfois confondues avec celles des muscles voisins, sous la forme d'insertions communes parmi lesquelles il est difficile d'isoler les éléments de chacun des différents muscles (exemple : les muscles épitrochléens)

Ces insertions peuvent aussi se faire sur des arcades fibreuses, par un tendon, ou par une aponévrose d'insertion

##### 3.2.3.2 Insertions distales (ou terminaisons)

Considérées comme mobiles, elles sont souvent tendineuses limitées et nettes ou avec des expansions tendineuses (exemple : muscle semi-membraneux)

Le mode d'attache tendineuse sur l'os est différent selon les muscles. Habituellement, le tendon ne s'insère pas directement sur l'os, mais en est séparé par une couche cartilagineuse calcifiée au contact de l'os et hyaline au contact du tendon. Pour les muscles puissants, les fibres tendineuses de Sharpey pénètrent profondément dans l'os procurant ainsi au muscle un solide point d'action (exemple muscle moyen fessier). (Figure 11).

### 3.2.4 ENVELOPPES ET ANNEXES MUSCULAIRES

Les fibres musculaires et le muscle sont enveloppés de formations conjonctives qui jouent un rôle de contention et/ou cheminent les vaisseaux et les nerfs. On distingue :

**o les fascias** (ou aponévroses) : ce sont des enveloppes fibreuses qui entourent les muscles, exemple : aponévrose brachiale qui entoure les muscles du bras,

**o les septums** (ou cloison) intermusculaires : séparent des groupes de muscles et peuvent être considérés comme des prolongements des fascias, exemple : cloison intermusculaire médiale et latérale du bras,

**o les membranes interosseuses** : ce sont des septums tendus entre les os, exemple : membrane interosseuse entre tibia et fibula au niveau de la jambe.

Fascia (Aponévrose), septum (cloison) intermusculaire et membrane interosseuse déterminent des loges musculaires. (Figure 12)

Figure 1 : Forme et architecture des os

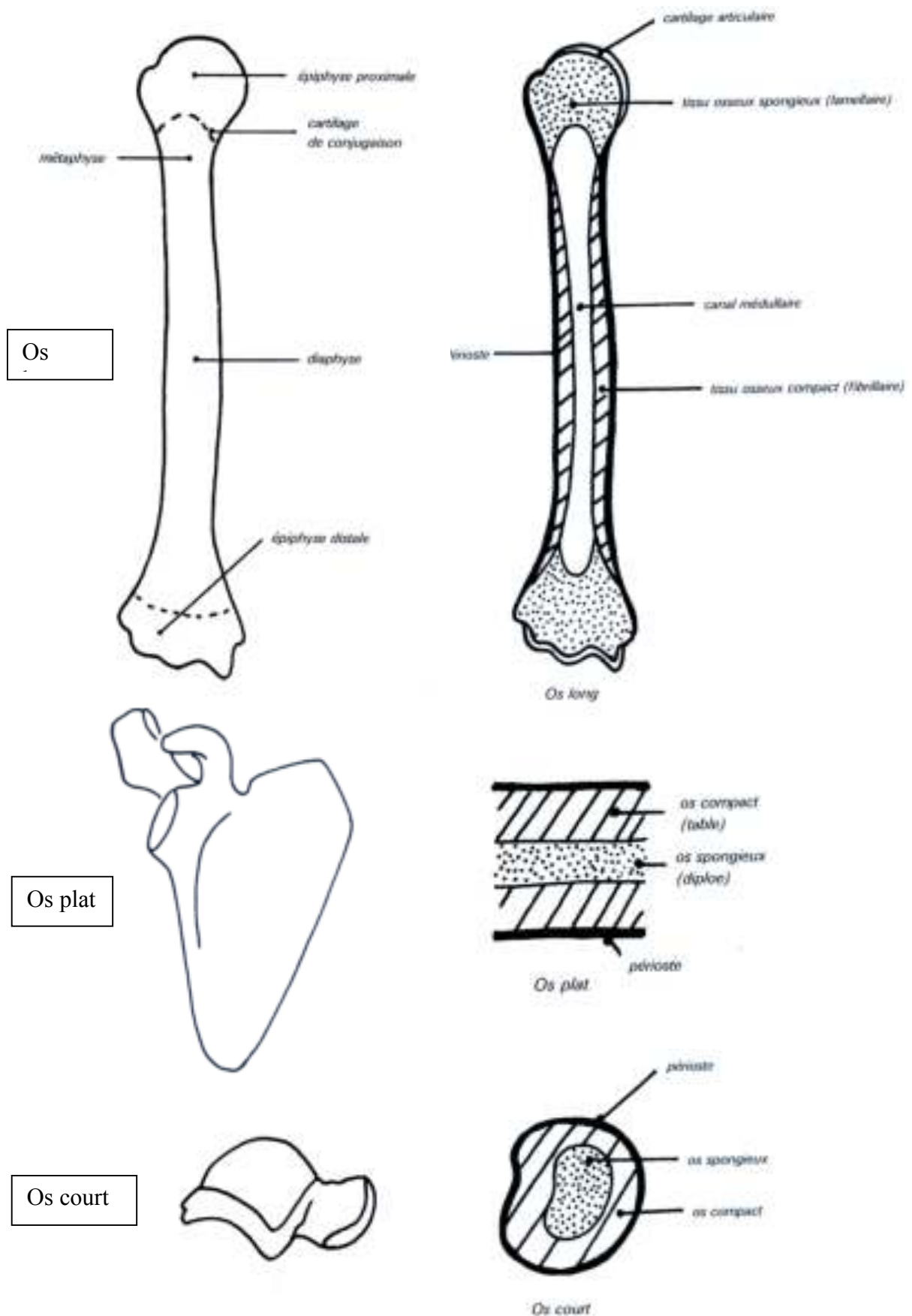


Figure 2 : Articulations fibreuses.

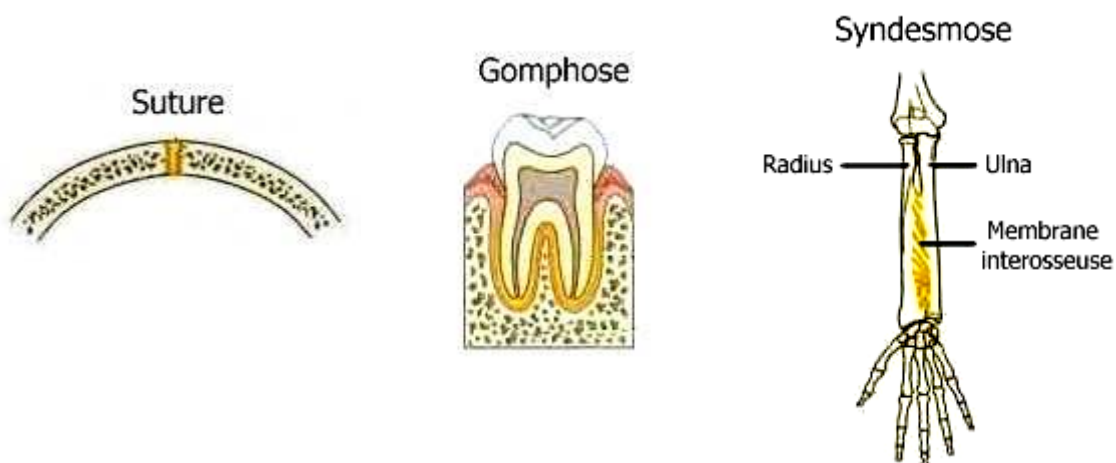


Figure 3 : Articulations cartilagineuses.

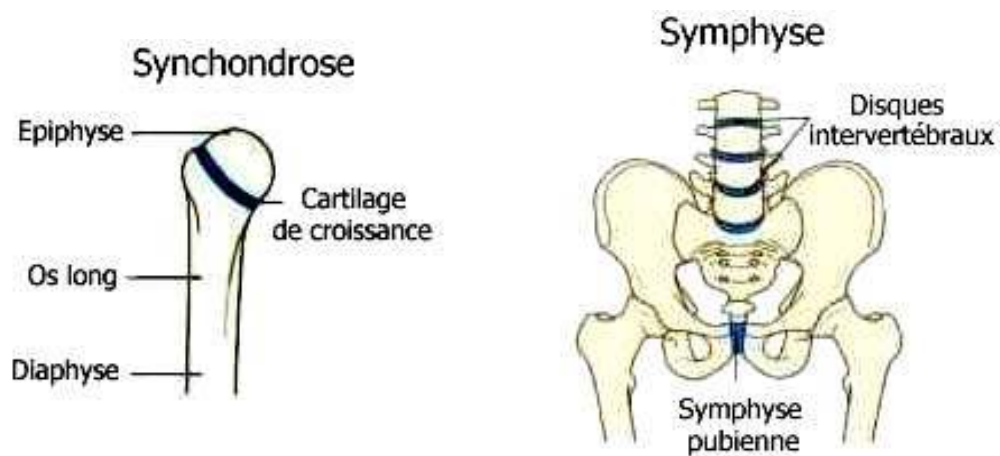


Figure 4 : Fibrocartilages interarticulaires.

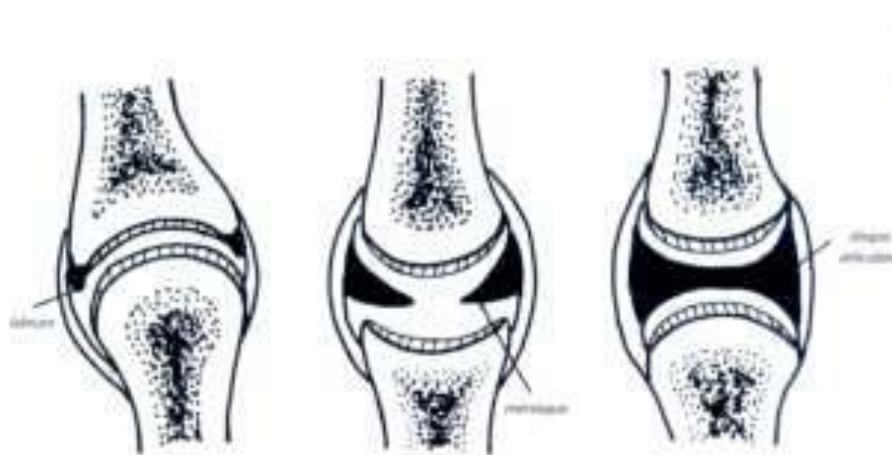




Figure 5 : Représentation schématique d'une articulation synoviale.

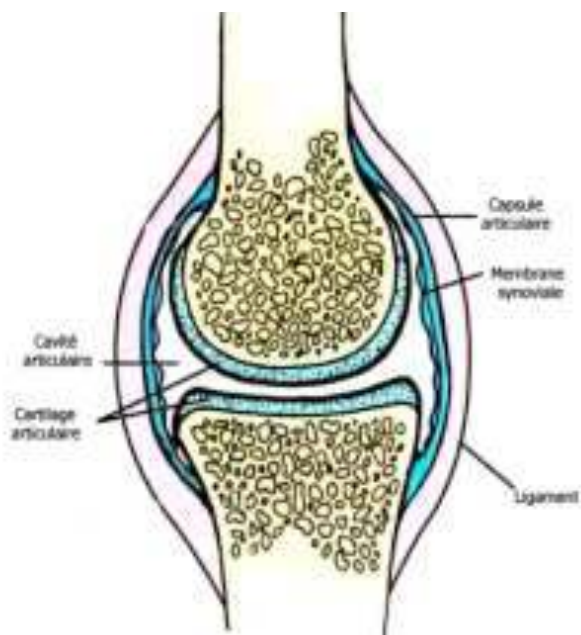


Figure 6 : Classification des articulations synoviales

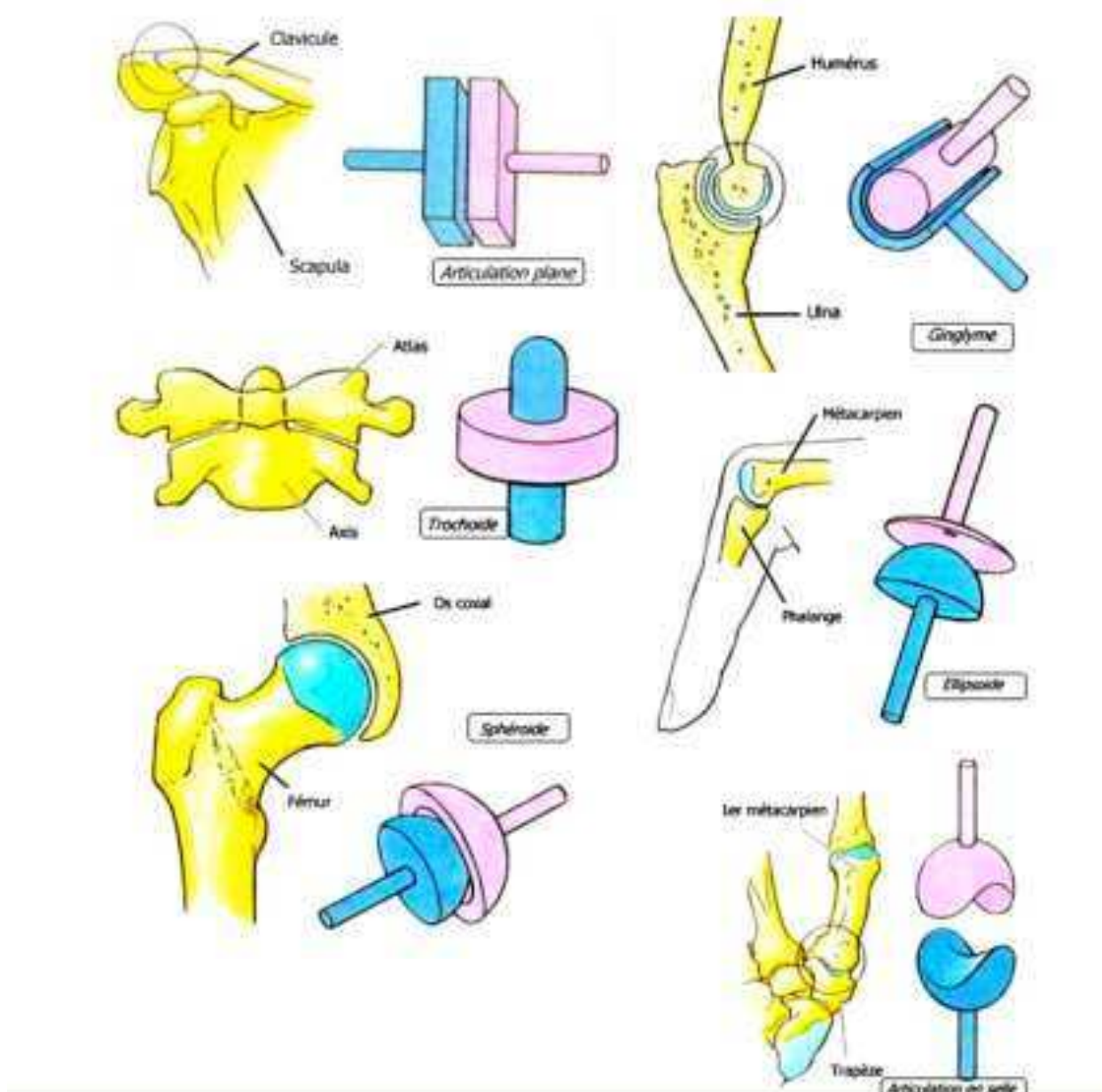


Figure 7 : Représentation schématique d'un muscle long (semi-membraneux)

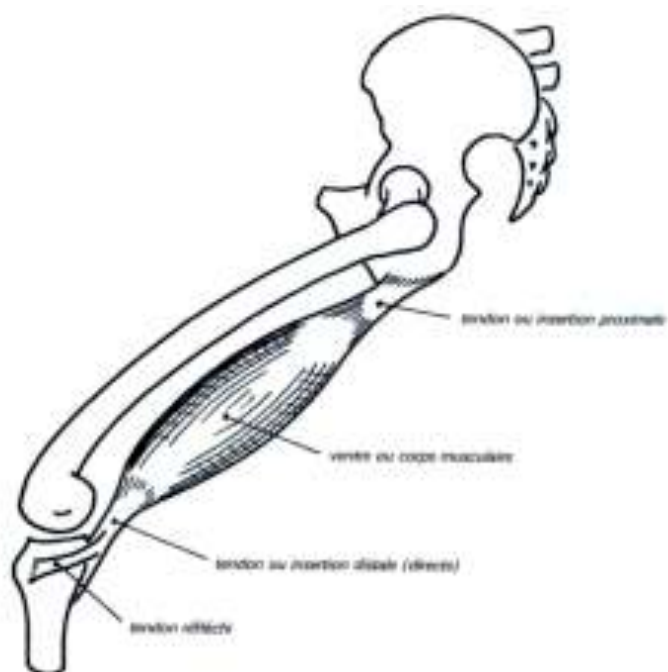
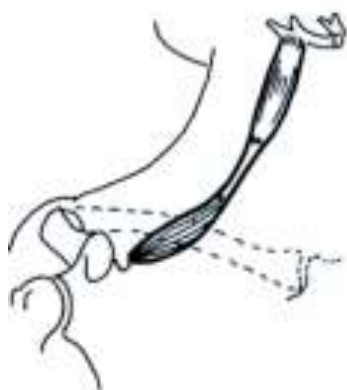
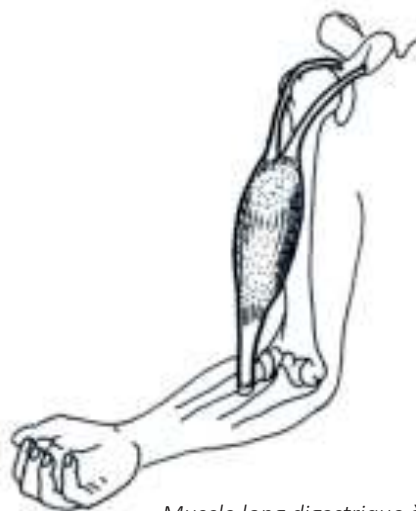


Figure 8 : Muscles longs



Muscle long digastrique à ventres opposés (omo-hyoïdien)



Muscle long digastrique à ventres juxtaposés (biceps)

Figure 9 : Muscles de la paroi abdominale

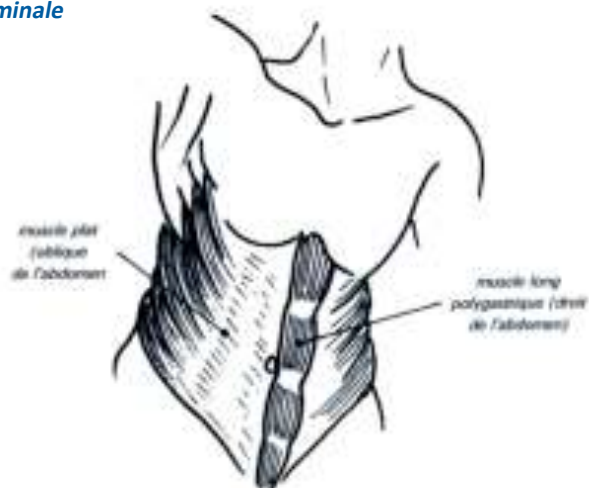


Figure 10 : Muscle annulaire (orbiculaire)



Figure 11 : Mode d'insertion du tendon du muscle moyen fessier sur le grand trochanter

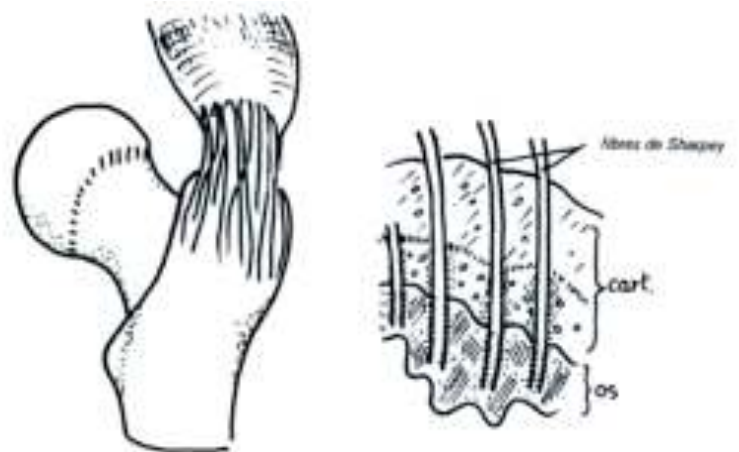


Figure 12 : Enveloppes et annexes musculaires



# APPAREIL CIRCULATOIRE

## 1. LE SYSTÈME SANGUIN

L'organisme utilise en permanence de l'oxygène et des nutriments (protides, glucides, lipides, eau, sels minéraux) nécessaires à leur fonctionnement. Une fois utilisés, ces produits transformés en déchet doivent être éliminés. Le transport de ces substances nécessite un ensemble de conduits (les vaisseaux branchés sur une pompe à quatre cavités (le cœur) qui sont réparties en deux circuits fermés : **la grande circulation** ou circulation systémique et **la petite circulation** (ou circulation pulmonaire).

Le système circulatoire se décompose en système sanguin (cœur, artères, veines, capillaires) et système lymphatique (vaisseaux et nœuds lymphatiques branchés en dérivation sur les conduits veineux).

Les éléments figurés du sang et de la lymphe (cellules sanguines) sont élaborés dans les organes hémolympo-poitiques et détruits dans les organes hématolytiques.

### 1.1 LE CŒUR

Muscle strié creux à quatre cavités, c'est la pompe mobilisatrice du sang. On peut le subdiviser en deux groupes de cavités : les cavités droites et les cavités gauches.

#### MORPHOLOGIE EXTERNE

C'est une **pyramide triangulaire** à laquelle on distingue :

- Une base regardant en arrière, à droite et un peu en haut.
- Un sommet : l'apex, se projetant à hauteur du mamelon gauche.
- Une ligne joignant le centre de la base et l'apex constitue le grand axe du cœur obliquement dirigé en bas, en avant et à gauche
- Trois faces : antérieure répondant au plastron sterno-costal, inférieure reposant sur le diaphragme et gauche recouverte par le poumon gauche

**Un sillon circonférentiel** (coronaire) divise la pyramide en deux parties inégales :

- Les cavités atriales (auriculaires) occupant le tiers postérieur de la pyramide.
- Les cavités ventriculaires situées en avant des précédentes

**Un sillon longitudinal** : correspondant à l'intérieur de l'organe à un septum (cloison) musculo-membraneux, divise celui-ci en deux parties : cœur droit et cœur gauche à l'étage postérieur le sillon est interatrial et sépare l'atrium (oreillette) droit de l'atrium gauche. À l'étage antérieur, il s'agit du sillon interventriculaire. Ce sillon longitudinal est proche du grand axe de cœur.

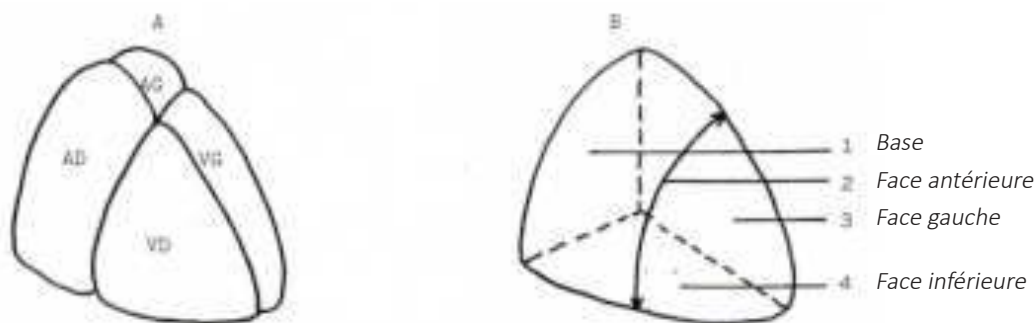


Figure 1 : Morphologie externe du cœur

#### MORPHOLOGIE INTERNE.

La pompe cardiaque comporte quatre cavités : 2 atriums et 2 ventricules

**Le cœur droit est composé de :**

- L'atrium droit recevant le sang appauvri en oxygène provenant de la tête du cou et des membres thoraciques par la veine cave supérieure et celui du tronc et des membres pelviens par la veine cave inférieure et du cœur par le sinus coronaire.
- Le ventricule droit propulsant le sang en provenance de l'atrium droit vers les poumons par le tronc pulmonaire.

## Le cœur gauche est composé :

- L'atrium gauche recevant par 4 veines pulmonaires le sang oxygéné en provenance des poumons et communiquant avec :
- Le ventricule gauche propulsant dans l'aorte un sang riche en oxygène.

## Caractères généraux de l'atrium

C'est une cavité grossièrement cubique, à parois minces prolongées en haut et en avant par un diverticule : l'auricule. Les deux atriums sont séparés par un septum interatrial mince communiquant entre eux jusqu'à la naissance (trou Botal).

La cavité atriale communique avec le ventricule homologue par l'orifice atrio-ventriculaire.

## Caractères généraux des ventricules

Ce sont des cavités grossièrement pyramidales dont les bases correspondent à un orifice atrio-ventriculaire et le sommet à l'apex du cœur, leur paroi, à l'inverse des atriums est épaisse avec une prédominance pour la paroi ventriculaire gauche.

On distingue :

- Des faces (3 à droite, 2 à gauche) unies par des bords mal délimités par la présence de nombreuses saillies myocardiques prédominant à la pointe du cœur : se sont les muscles papillaires et les trabécules charnues. La face commune aux deux ventricules est la face septale.
- Un sommet répondant à l'apex du cœur.
- Une base entièrement ouverte, puisqu'occupée par l'orifice atrio-ventriculaire et par l'orifice artériel (tronc pulmonaire pour le ventricule droit, Aorte pour le ventricule gauche) placé au-dessus.

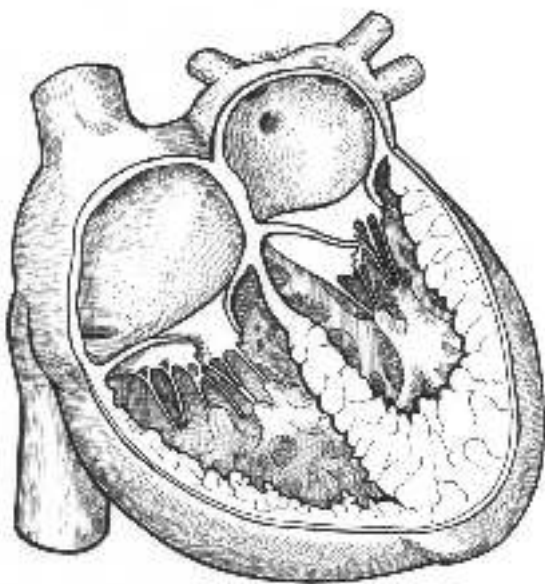
Chaque orifice artériel est muni de trois valvules semi-lunaires en forme de nid de pigeon suspendues à un anneau fibreux.

Chaque valve atrio-ventriculaire est composée de cuspides (3 dans le ventricule droit : valve tricuspide, 2 dans le ventricule gauche : valve mitrale).

Chaque cuspide présente un bord adhérent à l'anneau fibreux atrio-ventriculaire. Deux bords latéraux séparés par des commissures, un bord libre qui se partage avec la face pariétale l'insertion des cordages venus des muscles papillaires. Par contre, leur face axiale est lisse.

La cavité ventriculaire peut être subdivisée en une chambre d'admission du sang provenant de l'atrium et une chambre de chasse qui s'ouvre dans l'orifice artériel.

**La cloison septale du cœur** est variable dans sa structure et son aspect, c'est pourquoi on lui distingue plusieurs segments qui sont de la base du cœur vers la pointe : le septum inter-atrio-ventriculaire et le septum interventriculaire composé d'une partie membraneuse (pars membranacea) et d'une partie musculaire épaisse.



**Figure 2 : Morphologie interne du cœur.**



**Figure 3 : les cavités cardiaques droites.**

Le ventricule droit a trois parois. Sa cavité permet de distinguer une chambre de remplissage et une chambre de chasse.



**Figure 4 : les cavités cardiaques gauches.**

Le ventricule gauche a deux parois. Elles permettent une pression maximale (systole). Il n'a qu'une seule chambre.



## STRUCTURE :

Le cœur est composé de trois tuniques qui sont de la profondeur à la surface : l'endocarde, le myocarde et le péricarde.

- **L'endocarde** est une fine membrane endothéliale tapissant tous les éléments contenus dans la cavité cardiaque. Il se poursuit sans discontinuité avec l'endothélium des vaisseaux artériels et veineux branchés sur le cœur.
- **Le myocarde** : est la partie contractile de la pompe cardiaque. Constitué de fibres musculaires striées particulières mono-nucléées enchevêtrées de telle sorte qu'elles assurent une résistance et une puissance nettement supérieure à la musculature striée squelettique. Ces fibres musculaires se fixent sur la charpente fibreuse du cœur qui constituent les anneaux des orifices artériels et atrio-ventriculaire renforcés par des trigones fibreux.

Entre ces fibres contractiles se répartissent les cellules particulières différenciées spécialisées dans la stimulation du myocarde et dans la conduction des ondes de stimulation. Elles constituent le tissu cardionecteur ou tissu nodal responsable de l'automatisme cardiaque.

Les cellules cardioectrices se répartissent en nodules (nœuds) de façon diffuse dans la paroi cardiaque.

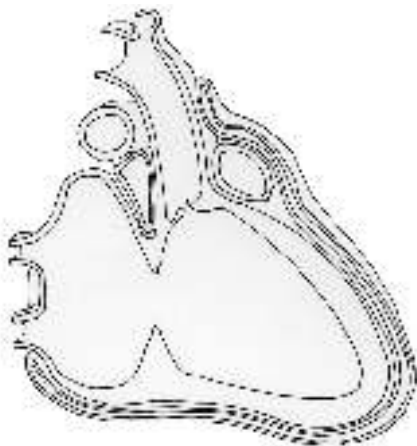
C'est ainsi qu'on distingue :

- Le nœud sinu-atrial situé dans la paroi postérieure de l'atrium droit. Il est relié sans structure anatomique vraie au nœud atrio-ventriculaire situé dans la paroi de l'atrium droit au voisinage de l'orifice du sinus coronaire. Il se constitue par le tronc du faisceau atrio-ventriculaire (faisceau de HIS) qui parcourt la cloison interventriculaire et se divise, au bord supérieur de sa partie musculaire, deux branches droite et gauche pour chaque ventricule. Chaque branche se divise en de nombreux rameaux qui forment un réseau sous endocardique (réseau de PURKINJE).

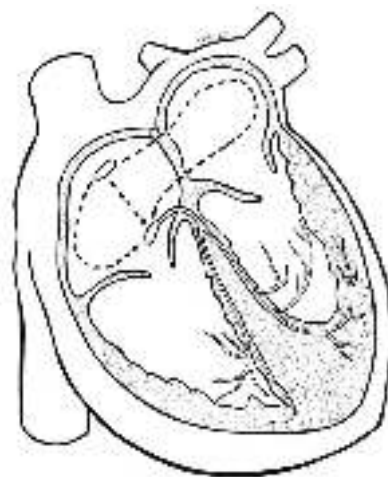
- **Le péricarde** est l'enveloppe périphérique qui isole le cœur et la naissance des gros vaisseaux du contenu thoracique. On distingue :

- Le péricarde séreux lui-même composé de 2 feuillets (comme la plèvre) : un feuillet viscéral (épicaire) adhérent au tissu myocardique et un feuillet pariétal délimitant avec le précédent un espace de glissement facilitant la contraction cardiaque. Cet espace ne devient une cavité (cavité péricardique) que lors de situations pathologiques engendrant un épanchement séreux (péricardite liquidienne), sanguin (hémopéricarde) ou aérien (pneumopéricarde).

- Le péricarde fibreux ou sac péricardique, solidaire du feuillet pariétal du péricarde séreux est l'appareil de sustentation du cœur qui l'amarre par des prolongements fibreux (ligaments) au diaphragme et au plastron sterno-costal.



**Figure 5 : Coupe selon le grand axe du cœur montrant les cavités cardiaques gauches et ses enveloppes.**



**Figure 6 : Innervation intrinsèque du cœur.**

## 1.2 ORGANISATION ET DISTRIBUTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME ARTÉRIEL

Il existe deux systèmes circulatoires branchés en dérivation sur la pompe cardiaque.

- **La petite circulation artérielle ou circulation pulmonaire** : Elle est vouée à la fonction d'hématose (échanges gazeux au niveau des alvéoles pulmonaires). Elle est constituée par le tronc pulmonaire qui se divise très vite en deux branches : l'artère pulmonaire droite et l'artère pulmonaire gauche pour chaque poumon.
- **La grande circulation artérielle ou systémique**. Elle est constituée par l'aorte et assure le transport du sang oxygéné. Celle-ci naît de la base du ventricule gauche et se termine au niveau du corps de la 4<sup>ème</sup> vertèbre lombaire en se divisant en 3 branches d'inégale importance : les artères iliaques communes droite et gauche, volumineuses, et l'artère sacrée médiane (sacrée moyenne). grêle

Le système aortique se caractérise par la présence d'un revêtement interne commun depuis son origine. Jusqu'à ses plus petites ramifications : c'est la couche de cellules endothéliales qui constitue l'intima.



## L'AORTE :

Son trajet peut être divisé en 3 parties :

- De son origine, elle se porte en haut, en avant et à droite (aorte ascendante) puis décrit une courbe concave en bas et à gauche : l'arc de l'aorte ou crosse de l'aorte, qui lui permet d'enjamber le pédicule pulmonaire gauche et de venir au contact du flanc gauche de la colonne vertébrale à hauteur de la 4<sup>ème</sup> vertèbre thoracique. De là, elle descend verticalement de long de la colonne vertébrale, à gauche de la ligne médiane (aorte thoracique).
- À hauteur de la 12<sup>ème</sup> vertèbre thoracique, l'aorte traverse de haut en bas le muscle diaphragme à travers un orifice non contractile de la forme d'une ogive : le hiatus aortique du diaphragme.
- L'aorte devient ainsi abdominale descend en avant et à gauche de la colonne vertébrale lombaire et se termine à hauteur de la 4<sup>ème</sup> vertèbre lolaire et en regard de l'ombilic.

Le calibre moyen de l'aorte est de 24mn. L'épaisseur de la paroi est de 1,5 mm

## DISTRIBUTION AORTIQUE

Ce vaisseau émet de nombreuses branches collatérales et trois branches terminales qui irriguent l'ensemble de l'organisme.

### 1. BRANCHES COLLATÉRALES

- Dès son origine, elle donne naissance aux deux artères coronaires droite et gauche destinées au myocarde.
- De la face supérieure de la crosse aortique se détachent 3 gros troncs constituant la gerbe aortique et qui sont d'avant en arrière et de droite à gauche : le tronc brachio-céphalique, l'artère carotide commune gauche et l'artère subclavière gauche. Ces vaisseaux assurent la vascularisation des membres thoraciques, du cou et de la tête.
- L'aorte thoracique émet des branches à destinée viscérale (artères bronchiques, artères œsophagiennes) et des branches et disposition segmentaire à destinée pariétale (artères intercostales).
- L'aorte abdominale fournit.
- De sa face antérieure, les trois artères digestives c'est-à-dire :
  - Le tronc cœliaque, au niveau de T12
  - L'artère mésentérique supérieure au niveau de L1
  - L'artère mésentérique inférieure u niveau de L3 et
- Les deux artères phréniques inférieures.
- De sa face latérale, à hauteur de L1, elle donne les deux artères rénales droite et gauche et les artères surrénales moyennes, les artères gonadiques à hauteur e L2.
- De ses faces postéro-latérales, elle fournit les artères lombaires.

### 2. L'AORTE ABDOMINALE SE TERMINE PAR UNE BIFURCATION :

- Deux artères iliaques communes (primitives) qui se divisent à leur tour en artère iliaque interne a hypogastrique pour le pelvis, le périnée et la ceinture pelvienne) et artère iliaque externe pour la paroi abdominale et les membres Pelviens.
- Dans la fourche dessinée par les deux artères iliaques communes apparaît l'artère sacrée médiane qui descend devant le sacrum.

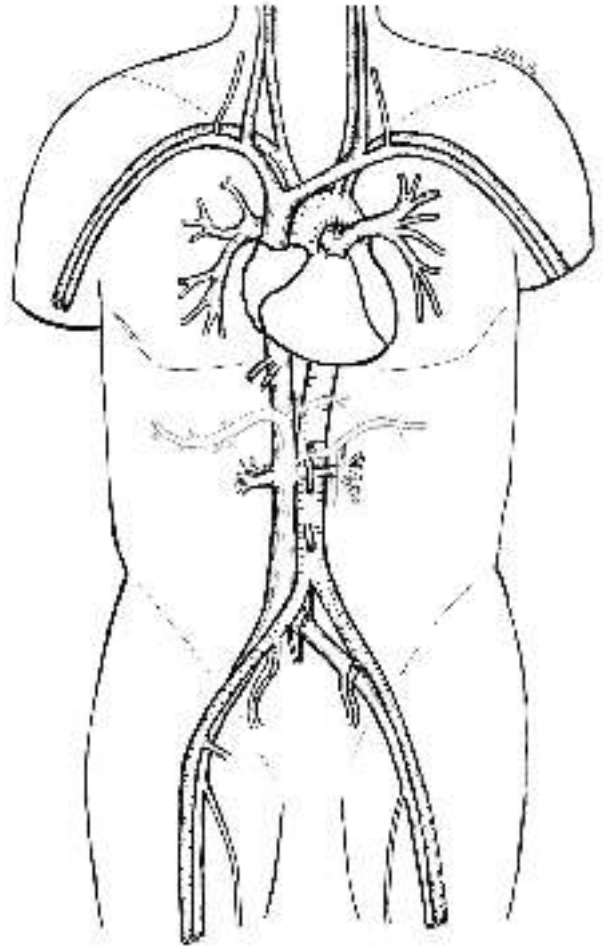


Fig. 7 : Schéma de la grande circulation.

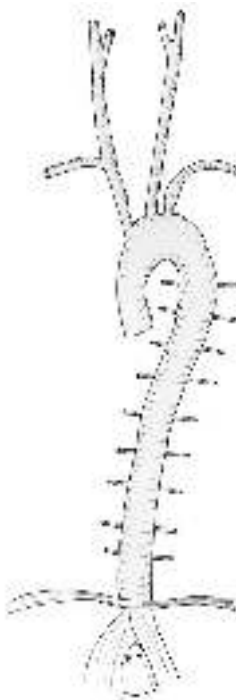


Fig.8 : L'aorte thoracique et ses branches.

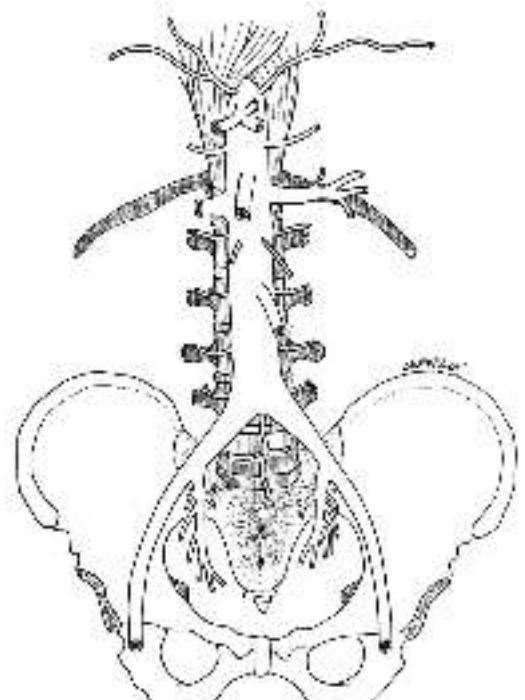


Fig. 9 : L'aorte abdominale et ses branches.

### 1.3 LES CAPILLAIRES

Les artères se ramifient en artérioles qui se divisent elles-mêmes en un très grand nombre de capillaires à l'intérieur des organes. C'est là que se font les échanges cellulaires : apport des éléments nutritifs aux cellules et restitution dans la circulation sanguine des produits du catabolisme. Ces derniers rejoignent la circulation de retour par des veinules dont la convergence formera les veines.

Les capillaires sont tellement nombreux que, mis bout à bout, ils s'étendraient sur une longueur de plus 90000 km.

Si tous les capillaires étaient ouverts en même temps, ils contiendraient la totalité du sang du corps et formeraient une masse homogène deux fois plus grosse que celle du foie. Les capillaires pénètrent presque tous les tissus de l'organisme sauf les épithéliums stratifiés. La cornée, le cristallin, et le cartilage articulaire.

### 1.4 LES VEINES

Les veines sont des conduits à ramification qui ramènent le sang du lit capillaire périphérique aux atriums du cœur. Leur calibre est donc croissant. Leur disposition topographique est calquée sur le système artériel : on retrouve des veines de la grande circulation et de veines de la petite circulation. Elle ne présente pas de pulsation et ne saigne pas en jet lorsqu'elles sont sectionnées. Il existe également des veines superficielles qui ne suivent pas de trajets artériels : ces veines sont cutanées et sus aponévrotiques. sont affluents du réseau profond.

#### LE SYSTÈME VEINEUX

En fonction de leur terminaison dans le cœur, on distingue :

1. La petite circulation veineuse, composée de quatre veines pulmonaires aboutissant à l'atrium gauche (voir appareil pulmonaire).
  2. La grande circulation veineuse ou veines systémiques comportant les systèmes caves inférieure et supérieure, le système porte et les veines cardiaques.
- **Le système cave supérieur** : il draine le sang de la partie supra diaphragmatique du corps (tête, cou, membres thoraciques, thorax à l'exclusion du cœur et territoire de la veine azygos). Il est composé par la veine cave supérieure, formé par la convergence des deux veines brachiocéphaliques droite et gauche dans le médiastin antérieur et supérieur. La veine cave supérieure (6 cm de longueur en moyenne) descend verticalement pour se terminer dans la paroi supérieure de l'atrium droit par un orifice dépourvu de valvule. Auparavant elle a reçu par sa face postérieure la veine azygos (grande azygos) qui draine le sang d'une grande partie des parois du tronc (le système azygos constitue une anastomose entre les systèmes cave supérieure et cave inférieure). Chaque veine brachiocéphalique résulte de la convergence d'une veine jugulaire interne et d'une veine subclavière. Dans chaque confluent jugulo-subclavier s'abouche un conduit lymphatique : conduit (canal) thoracique à gauche, conduit (canal) lymphatique à droite.
  - **Le système cave inférieur** : il draine le sang de la partie infradiaphragmatique du corps (membres pelviens, abdomen et pelvis. La veine cave inférieure est formée par la convergence des deux veines iliaques communes droite et gauche au contact de la 5<sup>ème</sup> vertèbre lombaire. Plus long que son homologue sus diaphragmatique, le tronc de la veine cave inférieure montre derrière le sac péritonéal puis en arrière du foie (portion rétrohépatique). Après avoir traversé le diaphragme par un orifice pourvu d'une valvule ostiale.

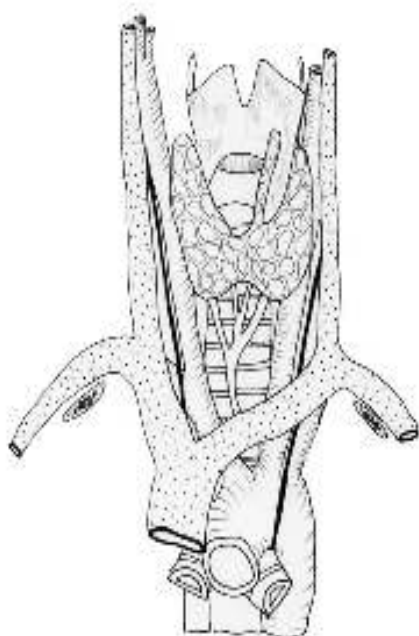


Figure 10 : La veine cave supérieure.

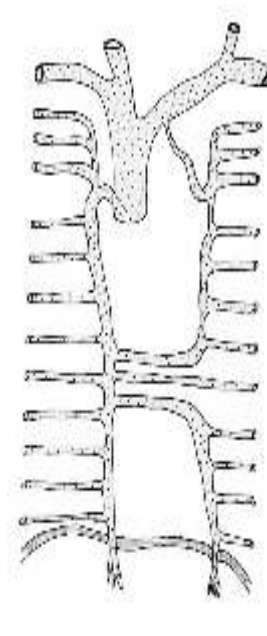


Figure 11 : Le système azygos.

Les branches collatérales ne sont pas superposables à celle de l'aorte abdominale on distingue :

- les collatérales pariétales : veines lombaires drainant la paroi postérieure de l'abdomen et veines phréniques inférieures drainant le diaphragme.
- Les collatérales viscérales : veines rénales et veines sur-rénales, veines gonadiques, veines hépatiques (sus-hépatiques)

- **Le système porte** : il draine le sang veineux du tube digestif infradiaphragmatique, du pancréas et de la rate vers le foie. Ainsi que le sang veineux « digestif » doit-il traverser le filtre hépatique avant de rejoindre le système cave inférieur par les veines hépatiques.

La veine porte comporte trois parties

- Une partie convergente : les veinules drainant le lit capillaire intestinal, pancréatique et splénique convergent pour former les trois branches d'origine de la veine porte : la veine mésentérique supérieure, la veine mésentérique inférieure et la veine splénique.
- Une partie tronculaire : le tronc porte montant obliquement en haut et à droite vers le foie.
- Une partie divergente : la veine se bifurque sous le foie, chaque branche pénétrant la glande au niveau du hile et se divise en veines de calibre décroissant jusqu'aux capillaires sinusoides. La veine porte présente donc, comme le veut la définition d'un système porte, un lit capillaire sinusoides à chacune de ses extrémités.
- **Les veines du cœur** : une grande partie du sang veineux du cœur se draine par la grande et la petite veine du cœur, affluent du sinus coronaire.

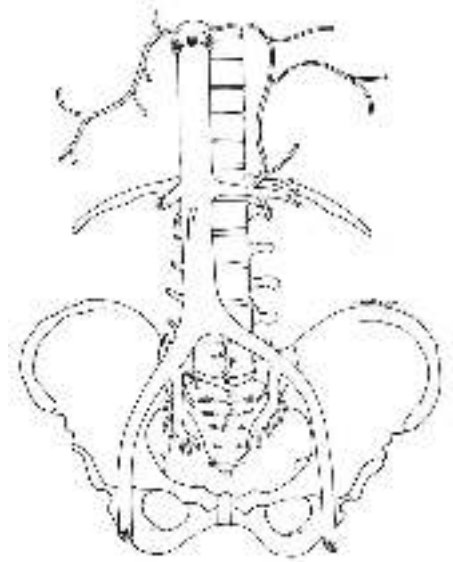


Figure 12 : La veine cave inférieure.

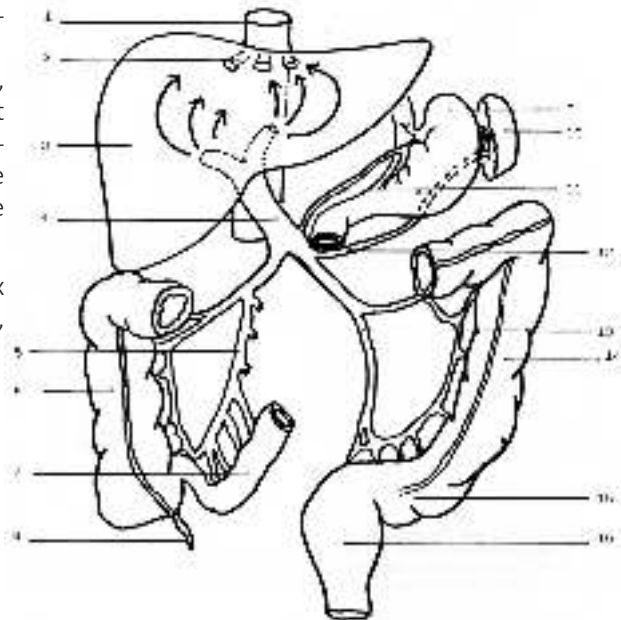


Figure 13 : Le système porte.

## 2. LE SYSTÈME LYMPHATIQUE

Branché sur le système veineux, il s'agit d'un ensemble de conduits interrompus par des filtres ou nœuds lymphatiques qui véhiculent un liquide blanchâtre : la lymphe. Les vaisseaux lymphatiques de l'intestin transportent des lipides qui donnent à la lymphe son aspect lactescent, celle-ci prenant le nom de chyle.

Le système lymphatique comprend :

- les vaisseaux et nœuds lymphatiques.
- La rate.
- Le thymus (voir glandes endocrines).
- Les amas de tissu lymphoïde situés dans la paroi des voies aérières et tube digestif : tonsilles et follicules lymphatiques ;
- Les lymphocytes sanguins.

### VAISSEAUX LYMPHATIQUES.

Ils prennent naissance dans le tissu conjonctif par des capillaires lymphatiques disposés en réseau serré. La paroi des capillaires est constituée de cellules endothéliales.

Ils sont absents dans le système nerveux central, les muscles squelettiques, la moelle osseuse, le cartilage hyalin et les phanères. Les vaisseaux lymphatiques sont peu anastomosés les uns aux autres. Ils font relais dans les nœuds lymphatiques.

## NŒUDS LYMPHATIQUES OU LYMPHONOEUDS (GANGLIONS LYMPHATIQUES).

Ils réalisent des renflements échelonnés le long des vaisseaux lymphatiques. Ces nœuds sont soit isolés, soit groupés en lymphocentres superficiels (au niveau de la racine des membres ou du cou) ou profonds (le long des veines ou des gros troncs artériels). De petit volume, ils s'hypertrophient en cas d'inflammation ou de maladie maligne et prennent alors le nom d'adénopathies.

Le lymphonoeud, de forme ovoïde, est constitué d'une capsule fibreuse superficielle de laquelle partent des septums qui le cloisonnent. Entre les septums, le tissu lymphatique s'organise en follicules, dans le cortex et cordons, dans la médulla. Les follicules sont formés par un centre germinal et une zone marginale.

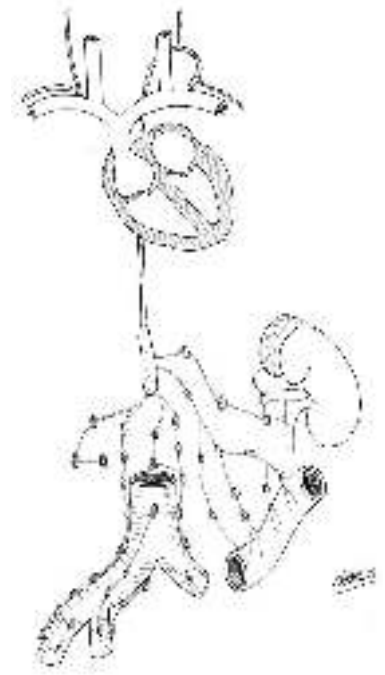
Un nœud reçoit sur sa face convexe les vaisseaux lymphatiques afférents. De son hile s'échappent un à deux vaisseaux efférents et une veine. Dans le hile pénètre l'artère du nœud accompagné de neurofibres sympathiques à destination vasomotrice.

## LES GRANDS COLLECTEURS LYMPHATIQUES.

Ils continuent la voie terminale du système lymphatique dans le système veineux

**-CONDUITS THORACIQUES :** (canal thoracique. Il naît de la citerne du chyle qui draine l'abdomen et les membres inférieurs. Après un trajet thoracique (médiastin postérieur), il se termine dans le confluent veineux jugulo-subclavier gauche. Il reçoit la lymphe de la moitié gauche de la tête et du cou, du membre thoracique gauche et de la moitié gauche du thorax.

**-CONDUIT LYMPHATIQUE DROIT :** (grande veine lymphatique) très court, il draine l'autre moitié du segment corporel décrit ci-dessus. Les conduits lymphatiques déversent environ trois litres de lymphe par 24 heures dans la circulation veineuse



**Figure 14 : La circulation lymphatique.**

# APPAREIL RESPIRATOIRE

L'appareil respiratoire se définit par l'ensemble des organes qui permettent les échanges gazeux entre le milieu extérieur et le sang. Ces échanges, ou hématoses, ont lieu dans les alvéoles pulmonaires où les courants gazeux arrivent (inspiration) ou partent (expiration) sous l'action des muscles ventilatoires.

Ces gaz sont conduits depuis le milieu extérieur par un ensemble de tubes aérifères.

La respiration est donc **l'addition** de deux mécanismes différents, mais complémentaires : la ventilation et l'hématose auxquelles s'ajoute une circulation sanguine spécifique : La circulation **pulmonaire**.

## 1. LES TUBES AÉRIFÈRES OU VOIES RESPIRATOIRES

Ils transportent l'air inspiré et expiré et comprennent de haut en bas : la cavité nasale, la pharynx, le larynx et l'arbre trachéo-bronchique.

### 1.1. STRUCTURE

Ces conduits qui doivent rester perméables à l'air sont armés, rigidifiés par un squelette assurant la béance de leur lumière : squelette osseux nasal ou pharyngé, cartilages laryngés trachéaux et bronchiques, leur paroi comporte une couche musculaire intervenant dans la régulation des flux gazeux. La muqueuse respiratoire comporte certaines particularités :

- Elle est richement vascularisée ce qui permet le réchauffement à l'air à son contact
- Elle contient des glandes humidifiant l'air inspiré.
- Des cils vibratiles éliminant les poussières inhalées.
- Des formations lymphoïdes de protection contre les agents infectieux.

### 1.2. LA CAVITÉ NASALE

Elle s'ouvre en avant à l'extérieur par les narines et en arrière par les choanes sur les nasopharynx (rhino-pharynx), il existe une cavité nasale (fosses nasales) séparée en 2 parties par une cloison médiane, le septum nasal. À chaque paroi latérale sont appendues trois formations contournées en cornets, les cornets nasaux (supérieur, moyen et inférieur). Ceux-ci délimitent des espaces ou méats au niveau desquels s'ouvrent des sinus paranasaux creusés dans les os adjacents. Ce sont les sinus frontaux, ethmoïdaux, maxillaires et sphénoïdaux.

Accessoirement la cavité orale (buccale) peut suppléer la cavité nasale, mais le réchauffement et la filtration de l'air sont alors supprimés.

### 1.3. LE PHARYNX

Appendu à la base du crâne en avant du rachis cervical, il s'agit d'un conduit en demi-cornet, ouvert en avant, qui fait communiquer les trois étages du massif facial, c.-à-d., de haut en bas :

- La cavité nasale au niveau des choanes (Nasopharynx (Rhinopharynx))
- La cavité orale (Oropharynx)
- Le larynx (Laryngopharynx) situé en avant de l'œsophage

La muqueuse pharyngée est particulièrement riche en follicules lymphoïdes agminés dont le groupement forme les amygdales ou tonsilles.

### 1.4. LE LARYNX

Organe de la phonation, il fait partie du carrefour aérodigestif, mais à son niveau que commencent les voies aérifères proprement dites.

Situé dans la partie antérieure du cou, il est constitué de cartilages différenciés permettant au flux gazeux de produire des sons au temps expiratoire de la ventilation. Ce sont de haut en bas :

- Le cartilage épiglottique, en forme de clapet, obturant les voies aériennes au moment de déglutition.
- Le cartilage thyroïde, saillant sous la peau et communément appelé « pomme d'Adam ».
- Le cartilage cricoïde et les deux cartilages aryténoïdes, véritables organes de la phonation mettant en tension les plis vocaux (cordes vocales) qui vibrent en produisant des sons.

L'innervation motrice du larynx est assurée par les nerfs laryngés supérieurs et inférieurs, branches collatérales des nerfs vagues (X).



## 1.5. L'ARBRE TRACHÉOBRONCHIQUE

**LA TRACHÉE** fait une suite en bas, au larynx. Simple conduit de passage de l'air, elle est constituée d'un empilement de pièces cartilagineuses en fer à cheval reliées par une membrane, donnant à sa surface externe un aspect cannelé.

Elle s'étend de la 6<sup>ème</sup> vertèbre cervicale à la 5<sup>ème</sup> vertèbre thoracique, oblique en bas et en arrière. Elle se termine en se bifurquant au niveau de la carina (éperon trachéal), en deux bronches principales (bronches souches) droite et gauche.

**LES BRONCHES** : réalisent une succession de conduits de plus en plus petits et ramifiés comme les branches d'un arbre (voir schéma). Elles ont la même constitution que la trachée.

- La bronche principale droite, presque alignée sur l'axe trachéal (d'où la présence fréquente des corps inhalés dans l'arbre bronchique droit) se divise en bronches lobaires droites supérieure, moyenne et inférieure.
- La bronche principale gauche, plus horizontale, se divise en bronches lobaires gauches supérieure et inférieure.
- Chaque bronche se divise en bronches segmentaires qui se ramifient en petites bronches puis en bronchioles, lesquelles donnent chacune, 4 ou 5 bronchioles terminales
- Chaque bronchiole terminale se subdivise en ductules alvéolaires.
- Chaque ductule alvéolaire se termine par plusieurs sacs alvéolaires à l'image d'une grappe de raisin.

Les bronches et les bronchioles sont irriguées par les artères bronchiques issues de l'aorte thoracique.

Le drainage veineux est assuré par les veines bronchiques qui se jettent dans le système cave supérieur.

L'innervation bronchique est sous la dépendance des plexus végétatifs pulmonaires.

## 2. L'APPAREIL PLEURO-PULMONAIRE

Il est constitué par les deux poumons recouverts d'une séreuse à deux feuilles : la plèvre.

Les poumons occupent une grande partie de la cavité thoracique : les fosses pleuropulmonaires séparées par un promontoire osseux : la colonne vertébrale thoracique et plus en avant, par le cœur et les autres organes qui constituent le médiastin.

À l'élasticité pulmonaire qui conduit le poumon à se rétracter sur lui-même, s'oppose l'espace pleural qui l'amène au contact de la paroi thoracique et lui permet d'occuper toute la place disponible dans la fosse pleuropulmonaire.

### 2.1 LE POUMON

c'est un organe de couleur rose, souple et élastique, se moulant sur les parois des fosses pleuropulmonaires. Il a la forme d'un demi-cône à la base inférieure épousant la convexité de la coupole diaphragmatique sur laquelle il repose. Sa face costale (externe), convexe, est appliquée contre la paroi thoracique. Sa face médiale (médiastinale) présente le hile où arrivent la bronche principale entourée des vaisseaux, nerfs et lymphatiques, l'artère pulmonaire homologue et d'où partent les deux veines pulmonaires. Sa face inférieure (diaphragmatique) repose sur le diaphragme. Son sommet ou apex, se situe à la base du cou et dépasse donc les limites du thorax.

Le poumon est un organe segmenté calqué sur la segmentation bronchique. La masse parenchymateuse est incomplètement divisée en lobes :

- à droite une scissure oblique (grande scissure) et une scissure horizontale (petite scissure) divisent le poumon en trois lobes (supérieur, moyen et inférieur).
- à gauche, une seule scissure oblique divise l'organe en deux lobes (supérieur et inférieur).

Le poumon est constitué par la juxtaposition de petites masses polyédriques, les **lobules pulmonaires** appendus aux bronchioles et séparés par des cloisons conjonctives et élastiques qui assurent la cohésion parenchymateuse. Le lobule pulmonaire est l'unité anatomique et fonctionnelle du poumon.

La paroi alvéolaire est constituée par un épithélium très mince en contact avec l'endothélium des capillaires respiratoires : l'ensemble constitue la barrière alvéolo-capillaire à travers laquelle se font les échanges gazeux. La surface totale des alvéoles atteint 90 m<sup>2</sup> chez l'adulte, ce qui témoigne de l'importance des échanges gazeux.

Dans le poumon, les ramifications bronchiques sont identiques aux branches de division de l'artère pulmonaire réalisant des pédicules broncho-artériels.

En remontant le sens des ramifications bronchiques, on observe :

- les alvéoles, groupées en sacs alvéolaires ventilés par un ductule alvéolaire. Plusieurs sacs alvéolaires se groupent pour être ventilés par une bronchiole terminale.
- Les lobules, ventilés chacun par une bronchiole lobulaire qui réunit plusieurs bronchioles lobulaires qui réunit plusieurs bronchioles terminales.
- Les sous segments ventilés chacun par une bronche sous segmentaire. Chaque sous-segment est uni à un autre sous-segment pour former un segment pulmonaire.



- Les segments pulmonaires, ventilés chacun par une bronche segmentaire.
- Les lobes pulmonaires ventilés chacun par une bronche lobaire.

Chaque poumon possède dix bronches segmentaires.

Un lobe pulmonaire est constitué par plusieurs segments.

Le poumon possède une circulation nourricière dépendant des vaisseaux bronchiques. Son drainage lymphatique se fait vers les lymphocentres médiastinaux.

Son innervation est végétative : les fibres orthosympathiques sont broncho-dilatatrices alors que les fibres vagales commandent la constriction bronchique.

## 2.2 LA PLÈVRE

Chaque poumon est entouré par une séreuse : la plèvre, qui comporte deux feuilles délimitant un espace virtuel : la cavité pleurale. Cet espace, dont la pression est inférieure à la pression Atmosphérique, est indispensable à l'expansion du poumon qui sans lui, se rétracte spontanément autour de son hile (pneumothorax).

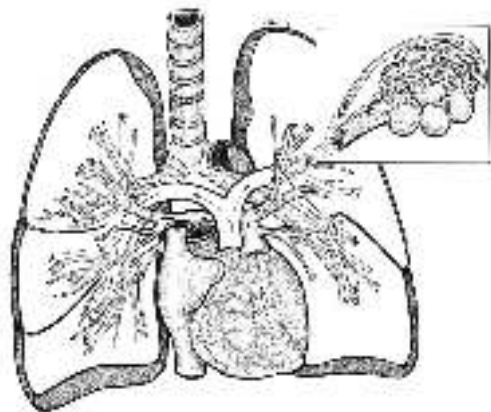
La plèvre se compose de deux feuillets réunis au niveau du hile pulmonaire.

Imaginons que nous fassions pénétrer le poing, fermé, à l'intérieur d'un ballon souple en repoussant sa paroi (méthode d'invagination) et nous avons les caractères descriptifs des feuillets pleuraux :

- La plèvre pulmonaire (feuillet viscéral) est adhérente à la surface du poumon (c'est la zone du ballon qui tapisse le poing). Elle s'enfonce dans la scissure interlobaire.
- la plèvre pariétale (feuillet pariétal) tapisse la paroi thoracique interne, c'est-à-dire le grill costal, la face supérieure de la coupole diaphragmatique et la face latérale du médiastin. Elle dépasse même en haut l'orifice supérieur du thorax et participe à la constitution du dôme pleural. Ce feuillet, en passant de la paroi costale à la face supérieure du diaphragme, dessine un profond cul-de-sac le recessus costo-diaphragmatique au fond duquel le poumon ne descend jamais, même dans les plus fortes inspirations.
- La limite entre le feuillet pariétal et le feuillet viscéral (située autour du poignet suivant notre comparaison) est disposée autour du pédicule pulmonaire, au niveau du hile. C'est la ligne de réflexion entre plèvre pulmonaire et plèvre pariétale n'est pas circulaire, mais en « raquette » à manche inférieur plongeant au contact du diaphragme : le ligament pulmonaire (ligament triangulaire).
- La cavité pleurale, ainsi délimitée par les deux feuillets d'une même séreuse, est un espace virtuel puisque ces deux feuillets sont au contact l'un de l'autre. Il s'agit plutôt d'un espace de délamination permettant au poumon de glisser sur la paroi thoracique aux différents temps du cycle ventilatoire.



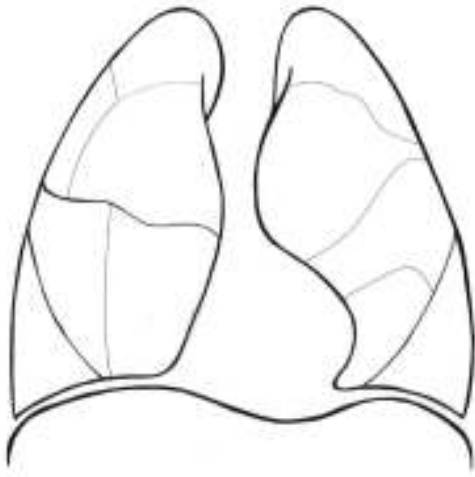
**Figure 1 : L'appareil respiratoire. Mise en place.**



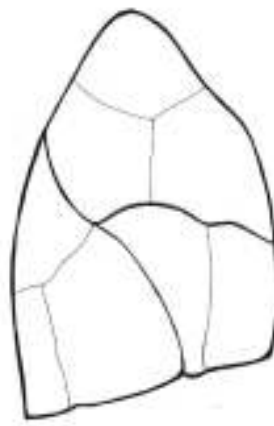
**Figure 2 : Schéma de la petite circulation.**

Contrairement à la circulation systémique, les artères véhiculent le sang veineux. Les veines assurent le retour du sang artériel.

L'artère et la bronchiole ont une position centrale. La veine est située en périphérie du lobule pulmonaire. Elles sont communes à deux lobules voisins.



**Figure 3 :**  
**Segmentation pulmonaire.**

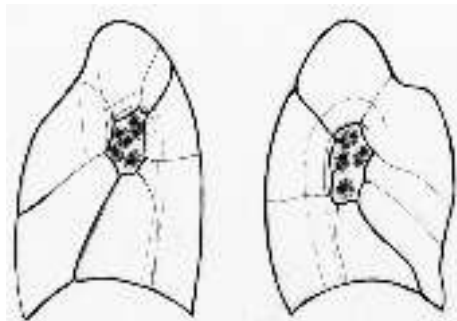


**Figure 4 :**  
**Segmentation pulmonaire**  
**du poumon droit**



**Figure 5 :**  
**Segmentation pulmonaire**  
**du poumon gauche**

Le poumon droit se divise en trois lobes. Le poumon gauche se divise en deux lobes. Ces divisions se font par des scissures. Chaque poumon a dix segments.

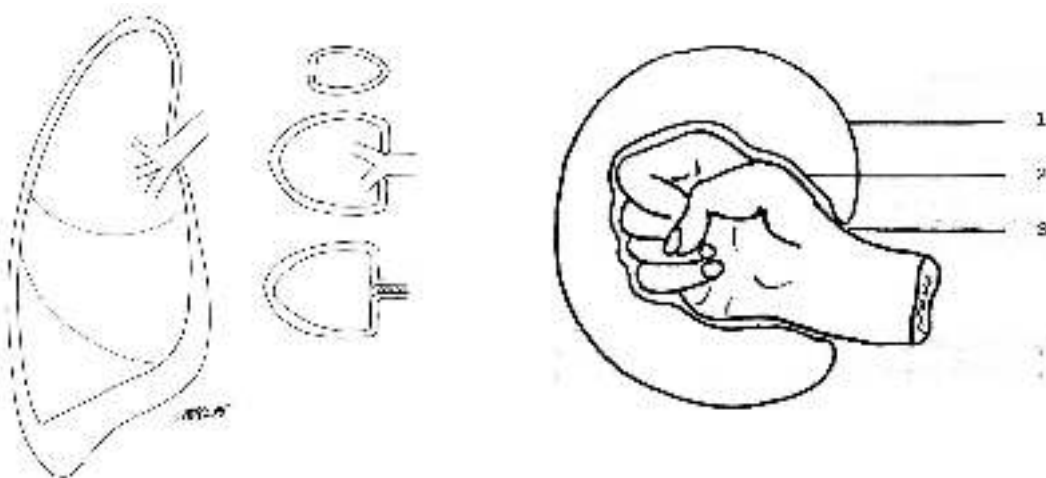


**Figure 6 : Hile pulmonaire droit**

**Figure 7 : Hile pulmonaire gauche**

Le pédicule pulmonaire est composé par l'ensemble des éléments qui entrent ou qui sortent du poumon. Il est composé par une bronche principale, une artère pulmonaire et deux veines pulmonaires.

La plaque des entrées et des sorties s'appelle le hile.



**Figure 8 : la plèvre**

# APPAREIL DIGESTIF

L'appareil digestif comprend l'ensemble des viscères, qui sont destinés à la nutrition, qui rend les aliments assimilables.

Il se compose d'un tube musculo-membraneux, le tube digestif, qui depuis l'orifice buccal, traverse la face, le cou, le thorax et l'abdomen pour se terminer par l'anus. Au niveau de ce tube, on distingue les segments suivants : la bouche, le pharynx, l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle et le gros intestin.

Des glandes digestives : glandes salivaires, foie et pancréas sont annexés à ce tube digestif.

À partir de l'œsophage jusqu'au rectum, le tube digestif possède une paroi organisée en tuniques concentriques qui sont de l'intérieur vers l'extérieur :

- Une tunique interne ou muqueuse, qui comporte un épithélium, une lamina propria (chorion), une muscularis mucosae et des glandes.
- Une tunique sous muqueuse.
- Une tunique musculaire ou musculeuse, formée de deux ou trois couches de fibres musculaires lisses.
- Une tunique externe :
  - soit une tunique fibreuse, l'adventice,
  - soit une tunique séreuse, le péritoine, formé par un mésothélium reposant sur un tissu conjonctif, lâche, la sous-séreuse.

## 1. LE PÉRITOINE

Est la membrane séreuse de la cavité abdominale. Il possède une importante faculté de résorption.

Il se divise en deux feuillets pariétaux, le péritoine pariétal, qui tapisse la surface des parois de la cavité abdominale et un feuillet viscéral, le péritoine viscéral, qui recouvrent partiellement ou complètement les viscères de l'abdomen. Ces deux feuillets sont en continuité l'un avec l'autre et délimitent une cavité. La cavité péritonéale qui contient un film liquidien mince qui humidifie sa surface.

Cette cavité est irrégulière et présente de nombreux recessus.

Des replis péritonéaux réunissent les viscères entre eux ou à la paroi, ce sont les mésos et les ligaments viscéraux, ou épiploons.

Le terme de méso est réservé aux replis péritonéaux qui apportent aux viscères leurs vaisseaux et nerfs (ex. : le mésocolon transverse).

La cavité péritonéale est divisée par le côlon transverse et son méso en deux régions, ou étages. L'une supra colique (sus mésocolique) et l'autre infracolique (sous mésocolique).

## 2. LE TUBE DIGESTIF

### 2.1. LA BOUCHE

**La bouche** est la portion initiale du tube digestif, elle est située à la partie inférieure de la face entre la cavité nasale en haut et le cou en bas. Elle constitue une cavité irrégulière. La cavité orale (cavité buccale) dont la capacité varie suivant son degré d'ouverture. La bouche permet la mastication, l'insalivation, la gustation et participe à la phonation.

**Les lèvres** supérieure et inférieure sont constituées essentiellement par le muscle orbiculaire de la bouche (m, orbiculaire des lèvres) recouvert par la peau en superficie et par la muqueuse buccale sur sa face profonde.

**Les joues** sont formées principalement par les muscles buccinateurs (et par différents muscles peauciers de la face) recouverts en superficie par la peau et en profondeur par la muqueuse buccale.

**La langue** est un organe musculo-membraneux recouvert dans sa partie libre par une muqueuse. Siège de l'organe du goût. Elle participe à la déglutition, à la mastication et à la phonation.

À la bouche sont annexées :

**Les tonsilles** (amygdales palatines) : formations lymphoïdes situées au niveau de l'isthme du gosier entre l'arc palato-glosses (pilier antérieur du voile du palais) en avant et l'arc palato-pharyngien (pilier postérieur du voile du palais) en arrière.

**Les dents** : 32 dents sont réparties par huit. Deux incisives, une canine, deux prémolaires et trois molaires- dans chaque demi-arcade dentaire (deux demi-arcades supérieures et deux demi-arcades inférieures).

Les dents coupent et broient les aliments pendant la mastication. Chaque dent est formée d'une couronne, d'un collet et d'une ou plusieurs racines dont l'extrémité est l'apex.

**Les gencives** (périodonte de protection) sont composées d'un tissu conjonctif dense, le chorion et la muqueuse. Elles recouvrent les rebords alvéolaires et les collets des dents.

**Les glandes salivaires** : (voir plus loin).

## 2.2. LE PHARYNX (VOIR COURS APPAREIL RESPIRATOIRE)

### 2.3. L'ŒSOPHAGE

C'est un conduit musculo-membraneux qui s'étend depuis le pharynx (bord inférieur du cartilage cricoïde et de C6) jusqu'à l'estomac avec lequel il communique par un orifice, le cardia à la hauteur de T10- T11).

C'est la voie de passage du bol alimentaire.

Il traverse la partie inférieure du cou (portion cervicale), le thorax (portion thoracique) et se termine dans la partie supérieure de l'abdomen (portion abdominale).

Il est situé en position médiane devant la colonne vertébrale, en arrière de la trachée puis de l'atrium gauche; sa portion abdominale, oblique à gauche, et en arrière du lobe gauche du foie.

**Dimensions** : 25 à 30 cm de long, 2 à 3 cm de diamètre. Il présente des rétrécissements : cricoïdien (bouche œsophagienne), Aorto- bronchique et diaphragmatique.

### 2.4. L'ESTOMAC

L'estomac est un réservoir musculeux interposé entre l'œsophage et l'intestin grêle, où le bol alimentaire, sous l'effet du suc gastrique et des contractions musculaires de l'estomac se transforme en un mélange liquide, le chyme.

Il est situé dans la partie supérieure de la cavité abdominale (épigastre et hypocondre gauche) dans l'étage supra-mésocolique, sous le diaphragme et au-dessus du côlon transverse et de son méso.

C'est un organe thoracoabdominal.

#### MORPHOLOGIE :

on peut lui décrire :

- une partie verticale : formée par le corps de l'estomac surmonté par le pôle supérieur ou fundus (grosse tubérosité) occupé par la poche à air gastrique.
- Une portion horizontale : la partie pylorique dont la portion dilatée, l'antrum pylorique, se poursuit par le canal pylorique et se termine par le pylore.
- Deux faces antérieure et postérieure.
- Deux bords ou courbures :
  - la petite courbure, droite, présente une portion et une portion horizontale, séparées par un angle : l'incisure angulaire.
  - La grande courbure à droite
- Deux orifices :
  - L'orifice supérieur œsophagien, ou cardia, est ovalaire, il est situé à droite et au-dessous du Fundus. Entre le bord gauche de l'œsophage abdominal et le fundus se place l'incisure cardiale (angle de His), et le repère le cardia, et forme à l'intérieur, une valvule, le pli cardial.
  - L'orifice inférieur duodénal, ou pylore est entouré par un sphincter, il est situé à la hauteur du flanc droit de L1.

La capacité moyenne de l'estomac est de 10000 à 1500 cm<sup>3</sup>.

Dimension : 20 à 25 cm de longueur, 10 à 12 cm de largeur, 8 à 9 cm d'épaisseur.

### 2.5. L'INTESTIN GRÊLE

C'est une portion longue et étroite du tube digestif qui s'étend de l'estomac au gros intestin.

À son niveau se fait la plus grande partie de la digestion, le chyme gastrique est transformé en chyle, et l'absorption des aliments.

L'intestin grêle comprend trois parties :

- L'une fixe : le duodénum
- Les deux autres mobiles : le jéjunum et l'iléon (iléon).

### 2.5.1. LE DUODÉNUM

C'est la portion initiale, fixe de l'intestin grêle, il s'étend du pylore (flanc droit de L1) à l'angle duodéno-jéjunal. Il est accolé profondément au plan postérieur, au plan postérieur, il se situe à droite et au-dessous de l'estomac, en avant et sur les côtés de la colonne vertébrale lombaire et des gros vaisseaux de l'abdomen (aorte et veine cave inférieure).

Il a la forme d'un cadre ou d'un anneau incomplet ouvert en haut à gauche, qui entoure les  $\frac{3}{4}$  de la tête du pancréas.

On lui décrit quatre parties :

- **la partie supérieure** (premier duodénum D1), fait suite au pylore, légèrement ascendante de gauche à droite, sa portion initiale dilatée est l'ampoule duodénale (bulbe duodénal), siège des ulcères.
- **La partie descendante** : (deuxième duodénum D2) reçoit l'abouchement des conduits biliaires et pancréatiques sur sa partie médiale au niveau des deux papilles duodénales. Elle est séparée de D1 par un angle supérieur (genu supérius) et de D3 par un angle inférieur (genu inferius)
- **La partie horizontale** (troisième duodénum D3), croise la colonne vertébrale à la hauteur de L4.
- **La partie ascendante** (quatrième duodénum D4), se termine au niveau de l'angle duodéno-jéjunal, à gauche de la colonne vertébrale (L2)

**Dimensions** : Il est long de 25 à 30 cm et son diamètre est de 3 à 4 cm

### 2.5.2. LE JÉJUNUM ET L'ILEUM

Représentent les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> parties mobiles de l'intestin grêle qui s'étendent de l'angle duodéno-jéjunal au cæcum (fosse iliaque droite).

Elles occupent l'étage inframésocolique de la cavité abdominale) le jéjuno-iléum forme des flexuosités, les anses intestinales (15 à 16).

Les premières anses, supérieures et gauches, sont horizontales, les dernières anses, inférieures et droites sont verticales. Le jéjuno-iléum est rattaché au plan postérieur par le mésentère qui détermine un bord mésentérique, un bord libre (antimésentérique) et deux faces.

**Dimension** longueur 6 à 7 m (2/5 pour le jéjunum, 3/5 pour l'iléum).

Largeur : 3 cm à son origine, 2 cm à la fin de l'iléum.

**Le mésentère** est une formation plissée qui relie le jéjuno-iléum au plan postérieur, on lui décrit une racine ou bord adhérent, qui mesure 15 à 20 cm, elle s'étend obliquement en bas et à droite de l'angle duodéno-jéjunal à l'angle iléo-cæcal ; un bord intestinal au niveau duquel les deux feuillets péritonéaux du mésentère s'écartent pour envelopper le jéjuno-iléum ; deux face l'une supérieure et droite, l'autre inférieure et gauche. Il contient les vaisseaux et nerfs mésentériques supérieurs.

### 2.6. LE GROS INTESTIN

Portion terminale du tube digestif qui s'étend de la fin de l'iléum à l'anus. Il est formé par le cæcum, le côlon ascendant, le côlon transverse, le côlon descendant, le côlon ilio-pelvien ou sigmoïde et le rectum.

Dans son ensemble il forme une boucle qui encadre les anses intestinales. Il contient les résidus alimentaires non absorbés au niveau du grêle. Dans sa portion initiale sont réabsorbés l'eau et les sels ; les résidus dégradés par des bactéries sont convertis en matières fécales évacuées au-dehors par les contractions du gros intestin.

#### MORPHOLOGIE :

Sa surface est irrégulière marquée par :

- des saillies, les bosselures (haustrations) limitées par les incisures qui font saillie dans la lumière intestinale et déterminent les plis semi-lunaires.
- Et les bandelettes de côlon (bandelettes longitudinales) : larges de 1 cm dont le nombre passe de 3 au niveau du cæcum à 2 au niveau du côlon ilio-pelvien pour disparaître au niveau du rectum.

Le long des bandelettes s'implantent des franges adipeuses, les appendices épiploïques dont le nombre augmente de la droite vers la gauche.

**Dimensions** : sa longueur varie de 1,50 à 1,80 m. Son diamètre diminue depuis le cæcum (8 cm) jusqu'au côlon ilio-pelvien (3-4 cm). Il augmente au niveau du rectum (6 cm).

#### LES CARACTÈRES PARTICULIERS DES DIFFÉRENTS SEGMENTS DU GROS INTESTIN :

Le cæcum portion initiale du gros intestin. C'est un cul-de-sac situé au-dessous du plan passant par le bord supérieur de la jonction iléo-cæcale, il est situé dans la fosse iliaque droite.

Les trois bandelettes du côlon, une antérieure et deux postérieures se réunissent à la base de l'**appendice vermiforme** (vermiculaire) 2 à 3 cm au-dessous de l'orifice iléo-cæcal.

L'appendice long de 8 à 10 cm pour 4 à 8 mm de diamètre est situé le plus souvent, en dedans et en dessous du cæcum, mais son siège est assez variable.

Le cæcum présente deux orifices :

- l'orifice de l'appendice vermiforme.
- L'orifice iléo-cæcal (iléo colique) par lequel l'iléum s'abouche dans le gros intestin. Il est muni de la valve iléo-cæcale (valvule de BAUHIN) formée de deux lèvres supérieure et inférieure.

Cette valve s'oppose au reflux des liquides et des gaz du cæcum vers l'iléum. Le cæcum est le plus souvent enveloppé par le péritoine, il est mobile non accolé à la paroi.

### 3. LES GLANDES ANNEXES DU TUBE DIGESTIF

#### 3.1 LES GLANDES SALIVAIRES

Elles sont annexées à la cavité orale et sécrètent la salive qui facilite la déglutition et permet le début de la digestion. On distingue deux groupes :

**LES GLANDES SALIVAIRES MINEURES** : se sont de petites glandes disséminées dans la muqueuse de la cavité orale (muqueuse buccale). Elles comprennent les glandes labiales, buccales (jugales). Linguales, molaires et palatines.

#### LES GLANDES SALIVAIRES MAJEURES :

Plus volumineuses, paires et symétriques, elles s'ouvrent dans la cavité orale par un canal excréteur. Elles comprennent les glandes parotides, sublinguales et submandibulaires.

**La glande parotide** : est la plus volumineuse des glandes salivaires, elle pèse 25 à 30 g. Elle est située au-dessous du méat acoustique externe (conduit auditif externe), en arrière et en dehors de la branche (montante) de la mandibule et du muscle masseter. De sa partie antérieure se détache son canal excréteur (canal de STENON), long de 4 cm, qui aboutit dans la vestibule orale en regard de la couronne de la deuxième molaire supérieure (paille parotidienne).

**La Glande sublinguale** est la plus petite des glandes salivaires majeures, elle pèse 3 g. Elle est située sur le plancher oral entre la mandibule et la langue, de chaque côté du frein de la langue.

**La glande submandibulaire** : elle se situe en dedans et au-dessous du corps de la mandibule,

#### 3.2 LE FOIE

Le foie est la plus volumineuse glande de l'organisme. Indispensable à la vie, par ses fonctions métaboliques, il possède une fonction exocrine : la sécrétion de la bile, c'est un organe thoracoabdominal, situé sous le diaphragme, dans l'étage supra-mésocolique : l'hypocondre droit, l'épigastre et en partie, dans l'hypocondre gauche. Sa forme générale est celle d'un ovoïde aplati, disposé transversalement avec une grosse extrémité droite et une extrémité gauche effilée.

#### MORPHOLOGIE

On lui décrit :

Trois faces :

**Une face diaphragmatique** : convexe au contact du diaphragme. L'insertion du ligament falciforme sur la partie antéro-postérieure de cette face permet de distinguer un lobe droit et un lobe gauche du foie.

**Une face postérieure** concave transversalement, comprend une surface qui n'est pas recouverte de péritoine. Deux sillons verticaux : l'un droit, large, le sillon de la veine cave inférieure. L'autre gauche, étroit, la fissure du ligament veineux (sillon du canal) d'ARANTIIUS délimitent le lobe caudé (lobe de SPIEGEL).

**Une face viscérale** : inférieure légèrement concave, au contact des viscères sous-jacents. Elle présente deux sillons antéro-postérieurs : le sillon droit, large, est formé par la fosse de la vésicule biliaire le sillon gauche, étroit, est formé par la fissure du ligament rond (reliquat de la veine ombilicale), qui se poursuit en arrière par la fissure du ligament veineux.

Un sillon transverse les réunit, c'est le hile ou porte du foie.

En avant de ce hile se trouve délimité le lobe carré, en arrière le lobe caudé.

Il pèse de 1,5 à 2 kg. Ses dimensions moyennes sont de 28 cm dans le sens transversal, 15 cm dans le sens antéro-postérieur et 8 cm d'épaisseur maximale.



## VASCULARISATION :

Le foie reçoit une double vascularisation artérielle par l'artère hépatique propre et portale par la veine porte qui transporte le sang veineux du tube digestif. Ces vaisseaux vont se diviser ensemble dans le hile du foie et deux pédicules droit et gauche qui vascularisent respectivement le foie droit et le foie gauche. Leur division à l'intérieur du parenchyme hépatique entraîne une systématisation fonctionnelle du foie en segments et en secteurs.

### 3.3 LES VOIES BILIAIRES

La bile sécrétée par le foie rejoint le duodénum par les voies biliaires. On distingue les voies biliaires intrahépatiques et les voies biliaires extrahépatiques.

**LES VOIES BILIAIRES INTRA HÉPATIQUES :** La confluence des canalicules interlobulaires va former des conduits biliaires dont la taille augmente pour aboutir à la constitution d'un conduit (canal) hépatique droit et d'un conduit (canal) hépatique gauche qui draine respectivement la bile du foie droit et du foie gauche. Il quittent le parenchyme hépatique au niveau du hile du foie.

**LES VOIES BILIAIRES EXTRA HÉPATIQUES :** sont constituées par la portion extra hépatique des conduits hépatiques droit et gauche, la voie biliaire principale et la voie biliaire accessoire.

**La voie biliaire principale :** est formée par la réunion, au-dessous du hile du foie des conduits hépatiques droit et gauche, c'est le conduit (canal hépatique commun qui se réunit avec le conduit (canal) cystique pour former le conduit (canal) cholédoque. Longue de 10 à 12 cm, son diamètre est de 3 à 6 mm.

La voie biliaire principale est d'abord située en avant de la veine porte. Le conduit cholédoque passe en arrière du duodénum et de la tête du pancréas. Il traverse ensuite le pancréas et la paroi duodénale. La terminaison du conduit cholédoque est accompagnée par celle du conduit pancréatique principal. Ces deux conduits se réunissent pour former un canal commun, le plus souvent dilaté, l'ampoule hépatopancréatique (ampoule de VATER). Cette ampoule s'ouvre dans la partie descendante du duodénum par la papille duodénale majeure (glande caroncule)

**La voie biliaire accessoire :** est constituée par la vésicule biliaire, qui est logée sous la face viscérale du foie, et le conduit cystique qui la réunit à la voie biliaire principale.

La vésicule biliaire : est un réservoir de 30 à 50 ml qui se remplit de bile entre les digestions. Périforme, elle mesure 8 à 10 cm de longueur et 4 à 5 cm de largeur. On lui distingue un fond, un corps et un col qui relie le corps au conduit cystique.

### 3.4 LE PANCRÉAS

Le pancréas est une glande volumineuse, exocrine et endocrine, dont la sécrétion externe, le suc pancréatique contient des enzymes essentiels à la digestion. En relation étroite avec le duodénum. Il s'étend transversalement, au-devant de la colonne vertébrale lombaire, dont il épouse la saillie antérieure, et des gros vaisseaux de l'abdomen. IL est légèrement oblique en haut et à gauche

On lui décrit une tête, un corps et une queue.

**Ses dimensions :** longueur 18 cm; largeur 7 cm au niveau de la tête et 4 cm au niveau du corps, épaisseur 2 à 3 cm.

#### LES CONDUITS PANCRÉATIQUES :

**Le conduit (canal) pancréatique principale (de WIRSUNG)** parcourt toute la glande et se termine dans la partie descendante du duodénum, au niveau de l'ampoule hépatopancréatique qui s'ouvre dans l'intestin par la papille duodénale majeure.

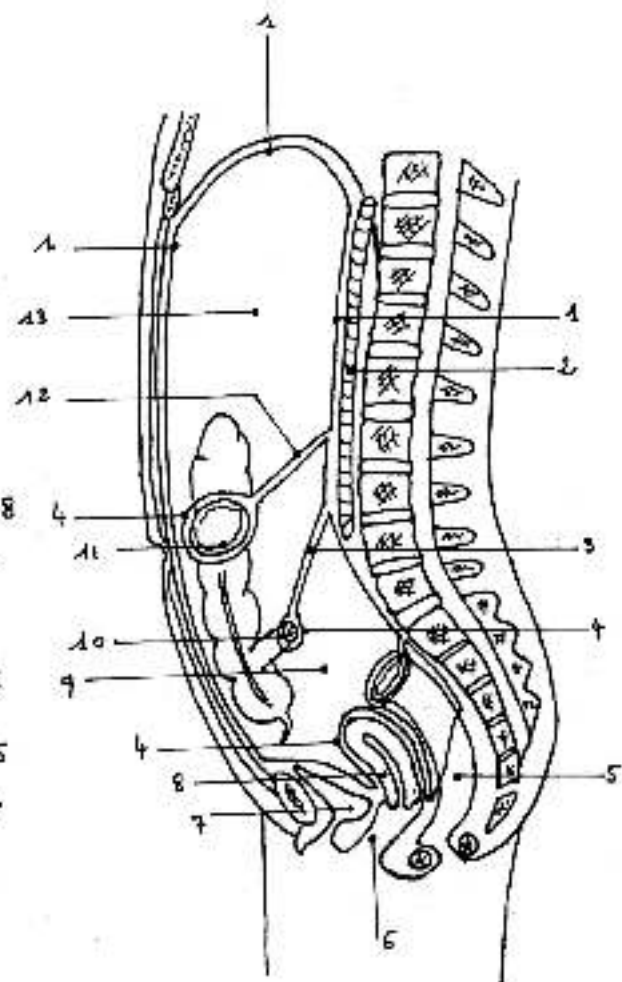
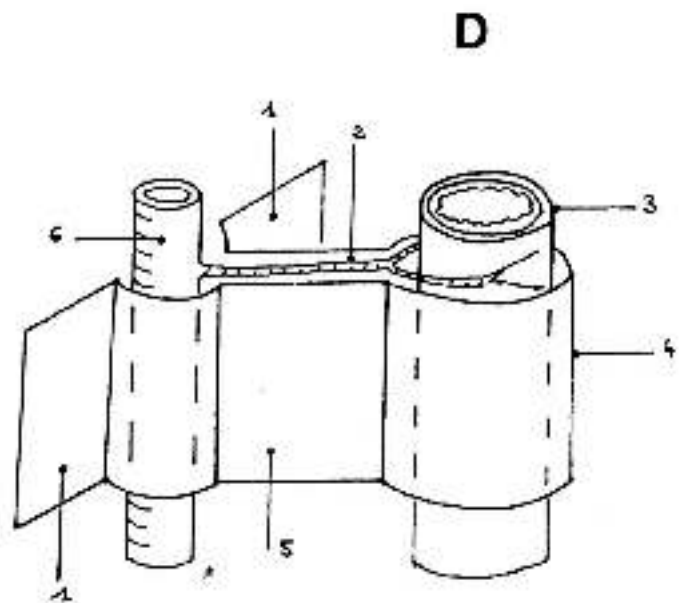
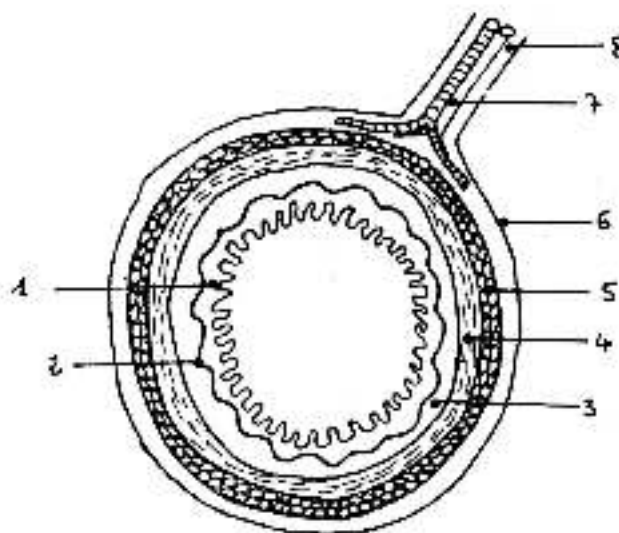
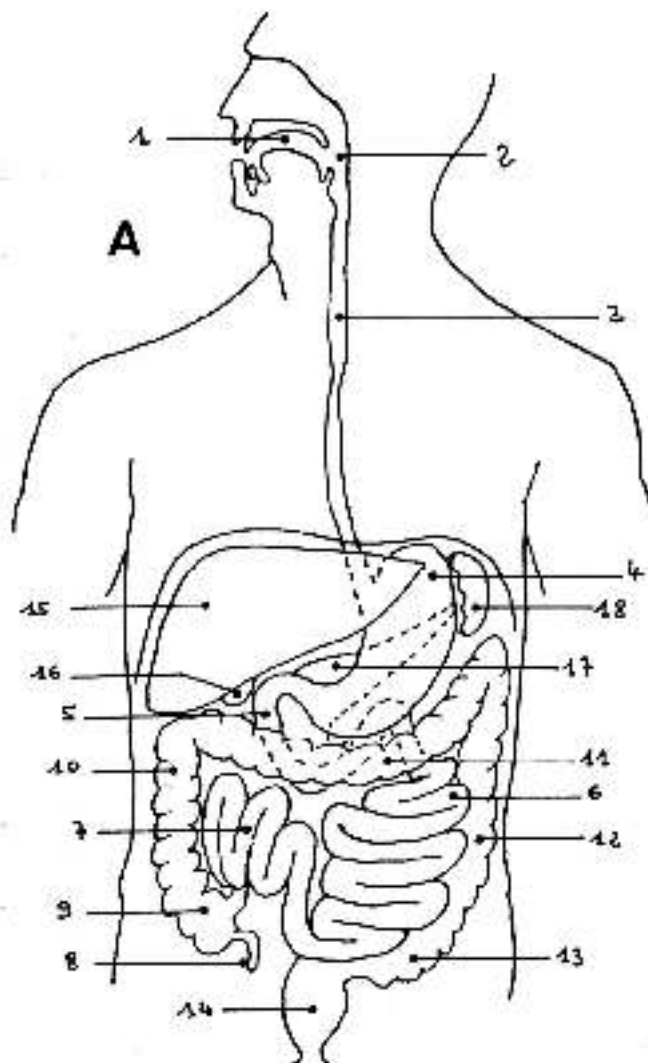
**Le conduit (canal) pancréatique accessoire (de SANTORINI)** draine la tête du pancréas et s'ouvre dans D2 au-dessus du conduit principal par la papille duodénale mineure (petite caroncule). Ces deux conduits sont en général réunis.

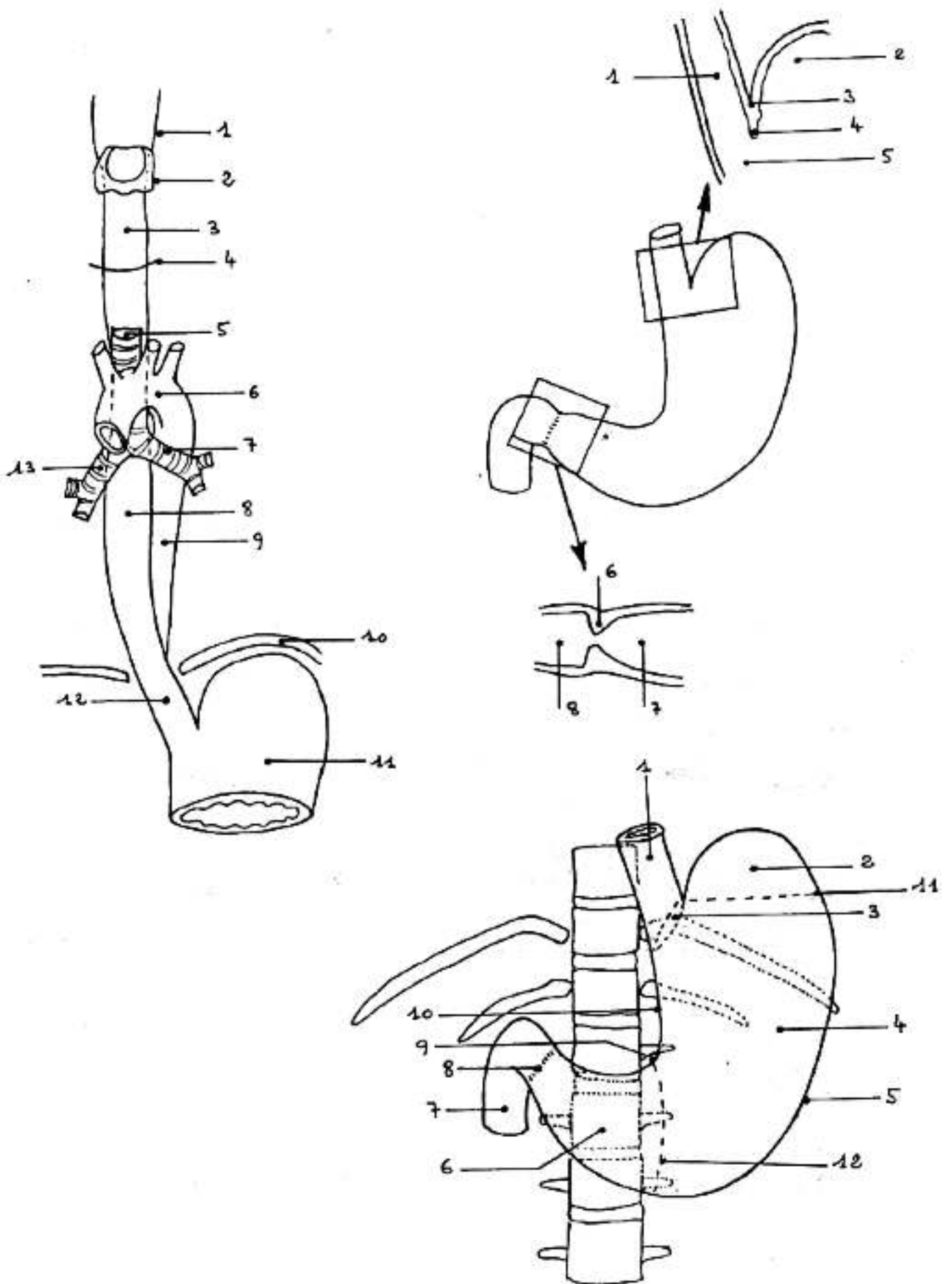
### 3.5 LES GLANDES DU TUBE DIGESTIF

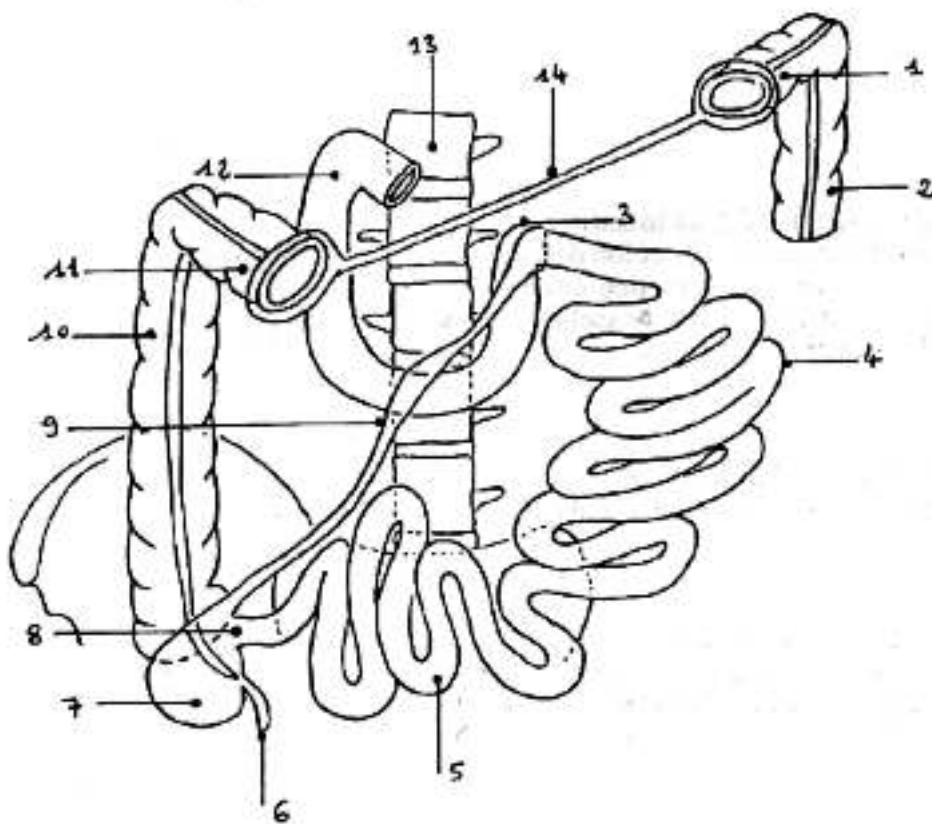
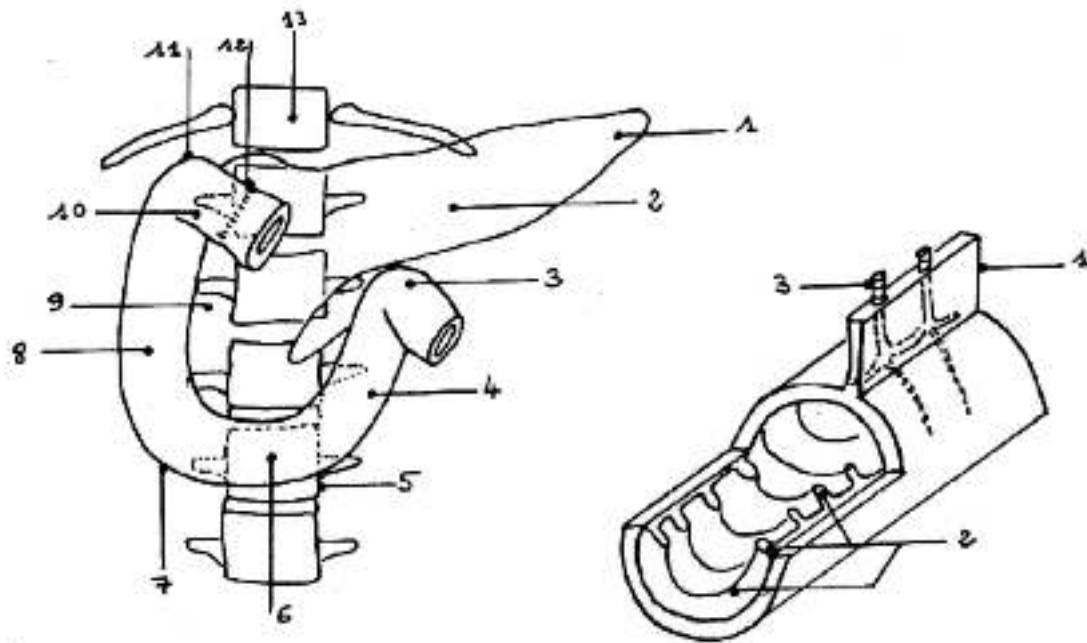
Un grand nombre de glandes microscopiques sont disséminées dans la muqueuse du tube digestif depuis le pharynx jusqu'au rectum, ce sont les glandes pharyngiennes, œsophagiennes, gastriques et intestinales (intestin grêle et gros intestin).

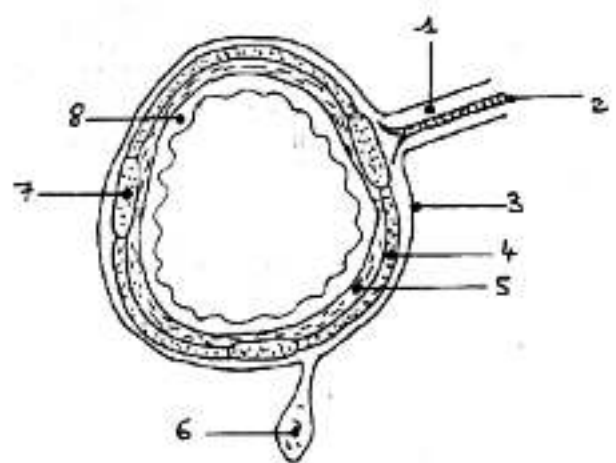
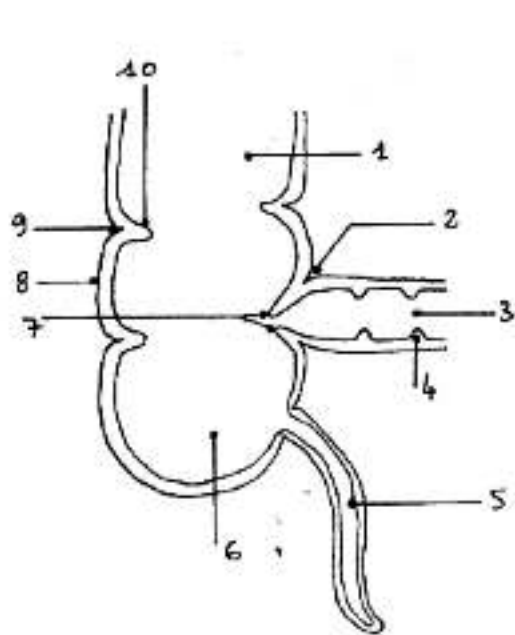
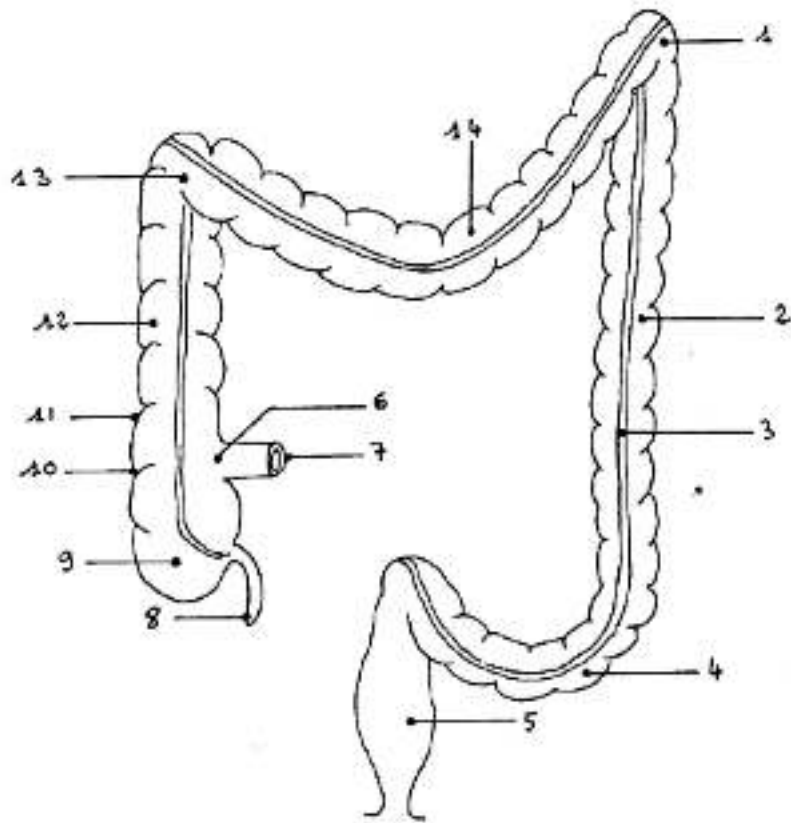
### 3.6 LA RATE

La rate (en latin lien et grec spleen, d'où les adjectifs liéal et splénique) est le plus volumineux des organes lymphoïdes. Ses fonctions sont nombreuses (filtration du sang, production de lymphocytes et d'anticorps et rôle dans la défense de l'organisme). Sa situation, sa situation, sa vascularisation et ses rapports entraînent sa description avec l'appareil digestif.

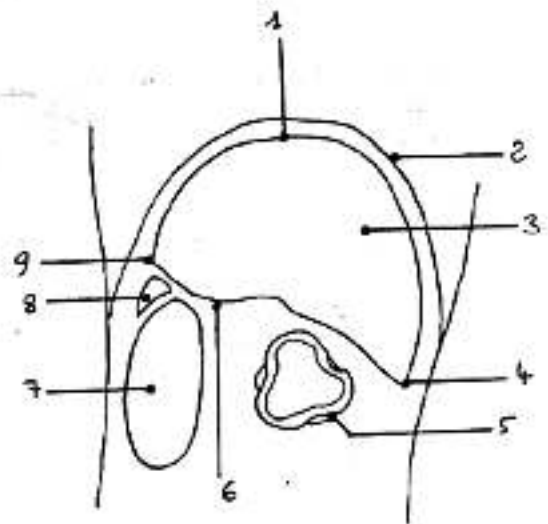
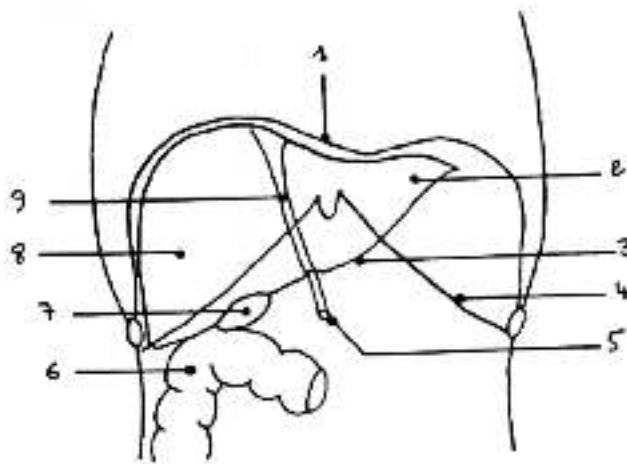
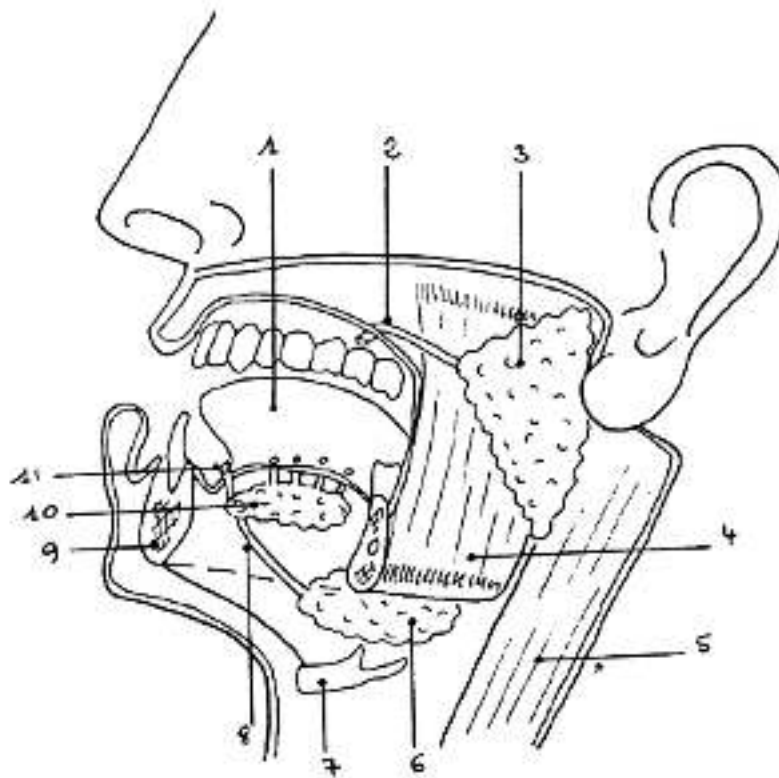




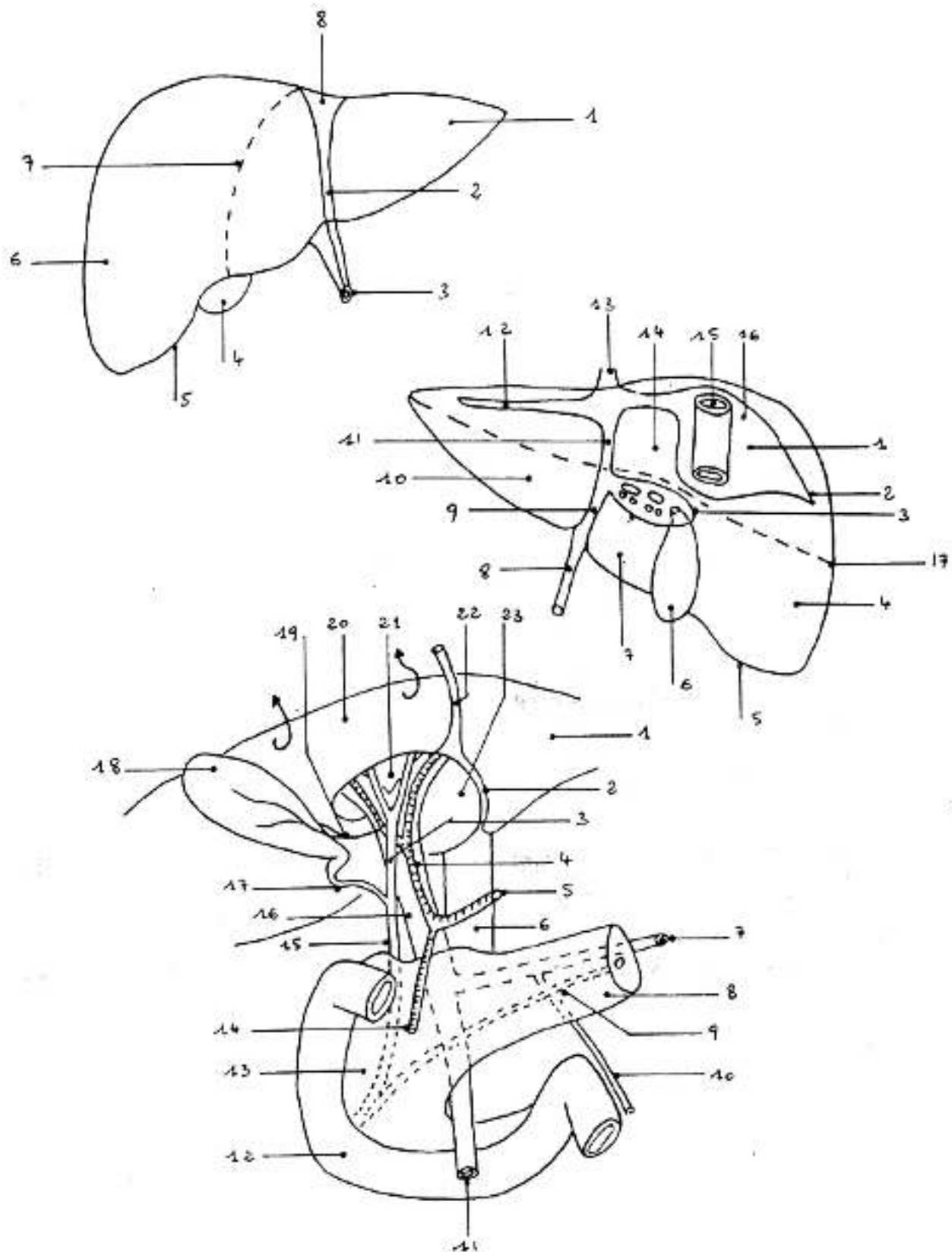


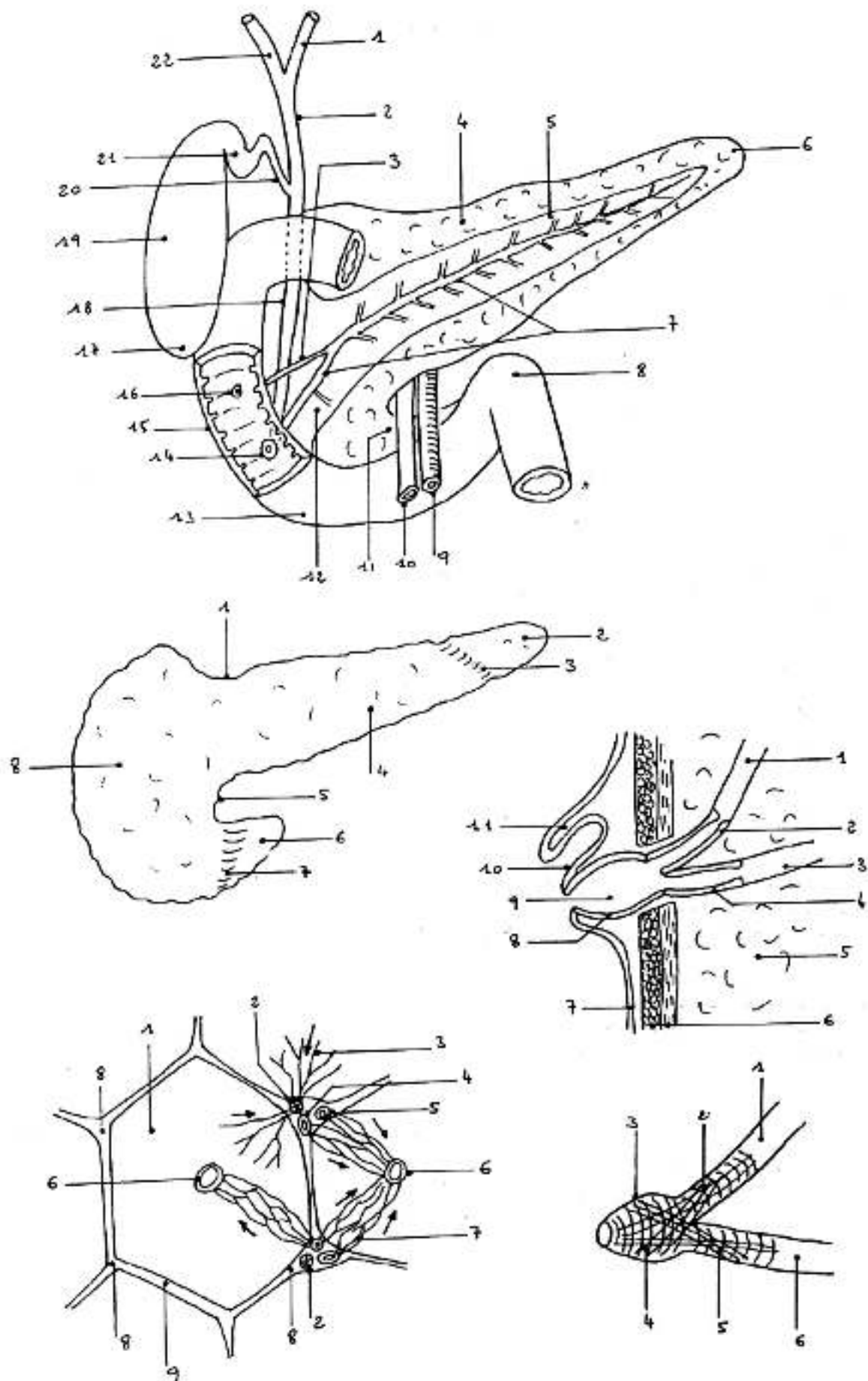


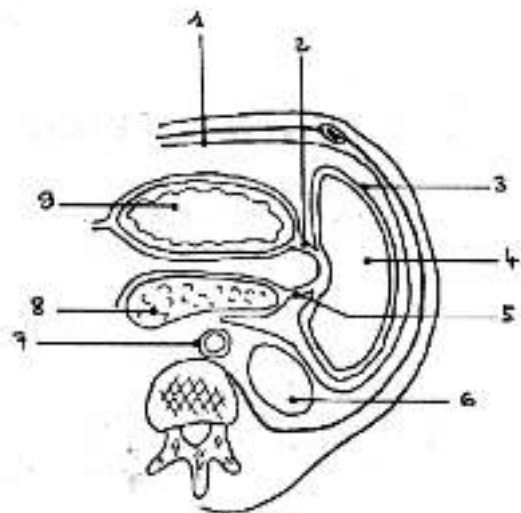
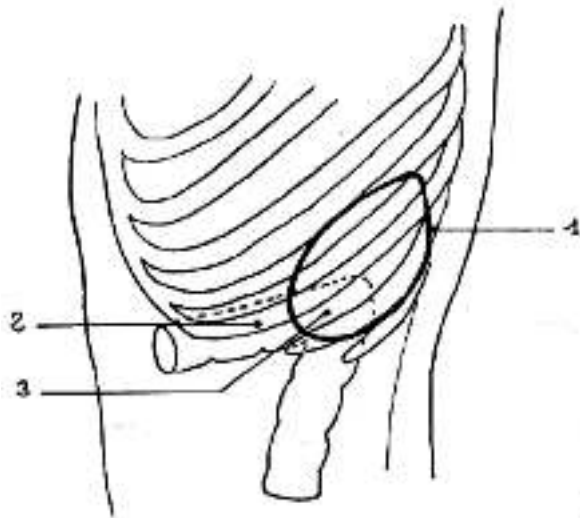
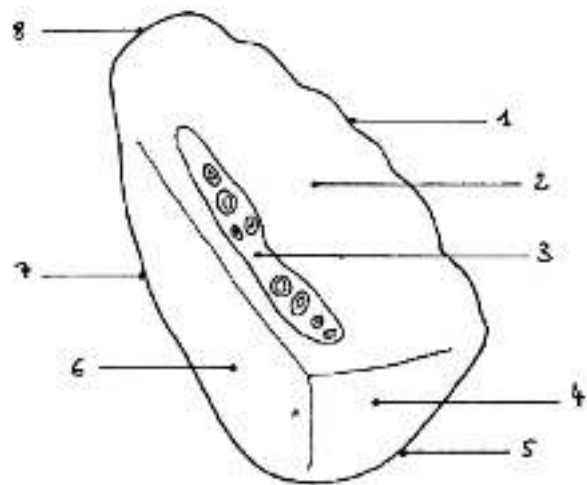












# L'APPAREIL URINAIRE

L'appareil urinaire est constitué de l'ensemble des viscères qui sécrètent l'urine et permettent son excrétion : les reins, les uretères, la vessie et l'uretère.

## 1. LES REINS.

Organes pairs, qui sécrètent l'urine, ils sont situés en position rétro péritonéale de part et d'autre de la colonne vertébrale lombaire à la hauteur de T11 à L2, le rein gauche est un peu plus haut que le droit.

### MORPHOLOGIE :

En forme de haricot, dont le grand axe est oblique en bas et en dehors, on décrit au rein :

- deux faces : antérieure et postérieure.
- Deux bords : Un latéral (externe) convexe, un médial (interne) dont la partie moyenne est échancrée par le hile de rein. Le sinus du rein et une cavité qui contient les calices rénaux. Le bassinet et les vaisseaux du rein.
- deux extrémités (pôles) : supérieure, sur laquelle repose la glande surrénale et inférieure.

De couleur rouge brun, le rein est de consistance ferme. Il pèse de 120 à 150 g.

**Ses dimensions** : longueurs 12 cm, largeur 6 cm, épaisseur 3 à 4 cm.

## 2. LES CONDUITES EXCRETEURS DU REIN

Les voies excrétrices du rein sont formées par les calices rénaux, le bassinet et l'uretère. Au niveau du sinus rénal, chaque papille est recouverte par un calice mineur. La confluence des **calices mineurs** constitue le calice majeur (grand calice).

On distingue en général trois calices majeurs : un supérieur, un moyen et un inférieur (variation de 2 à 5), la confluence des calices majeurs constitue le bassinet (pelvis rénal).

Le bassinet a la forme d'un entonnoir aplati.

L'uretère fait suite au bassinet et s'étend jusqu'à la vessie. En situation rétro péritonéale puis sous-péritonéale. On lui distingue deux parties : l'une abdominale, supérieure, qui descend verticalement contre la paroi postérieure de l'abdomen (m. ilio-psoas), l'autre pelvienne, inférieure, après le croisement des vaisseaux iliaques, elle décrit une courbe concave en dedans et en avant jusqu'à la vessie par un orifice, l'ostium de l'uretère (méat urétéral).

Il est long de 25 à 30 cm et son diamètre est de 3 à 5 mm.

## 3. LA VESSIE

C'est un réservoir musculo-membraneux dans lequel s'accumule l'urine entre les mictions. Elle est située dans le petit bassin, sous le péritoine, en arrière de la symphyse pubienne. Lorsqu'elle se remplit, elle monte progressivement dans l'abdomen.

**MORPHOLOGIE** : la vessie vide de l'adulte présente 3 faces

- Une face supérieure, le dôme vésical.
- Une face antéro-inférieure et une face postéro inférieure (fond ou base de la vessie) se rejoignent en avant et en haut, pour former l'apex (sommet) de la vessie qui se prolonge par le ligament ombilical médian (vestige de l'ouraque embryonnaire).

La réplétion vésicale modifie cette morphologie. Le corps de la vessie est la partie située entre, l'apex, en avant, et la base, en arrière.

Au niveau de la partie inférieure de la vessie, à la jonction de la base et de la face antéro-inférieure se retrouve une partie rétrécie, le col, auquel fait suit l'urètre.

La capacité physiologique qui correspond à l'apparition du besoin de miction est de 300 à 350 cc.

Ses dimensions varient en fonction de son état de réplétion.

## 4. L'URETÈRE

C'est un conduit musculo-membraneux qui permet l'excrétion de l'urine depuis la vessie vers l'extérieur.

### L'URETÈRE MASCULIN

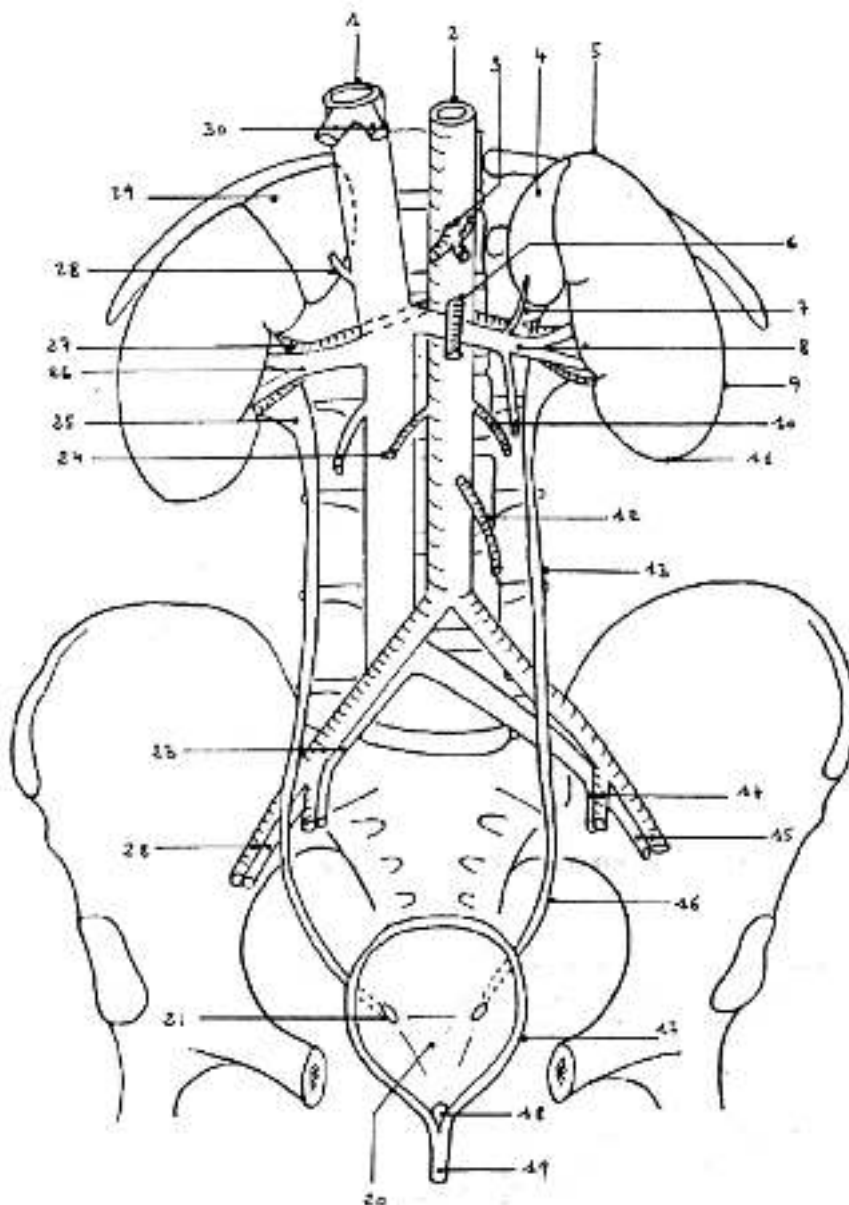
C'est un conduit urinaire et génital, il livre passage à l'urine et au sperme. Il s'étend du col vésical où se trouve l'ostium interne de l'urètre, entouré du sphincter lisse de l'urètre, jusqu'à l'extrémité du gland où il se termine par l'ostium externe de l'urètre (méat urinaire).

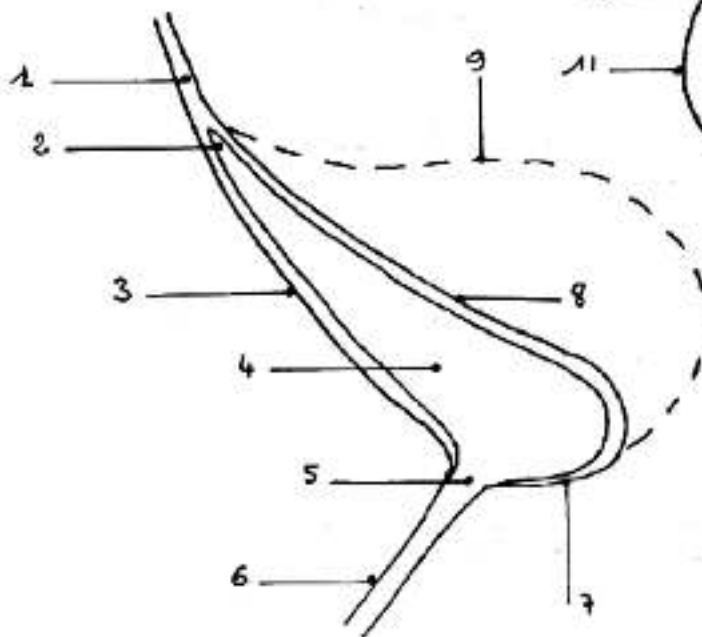
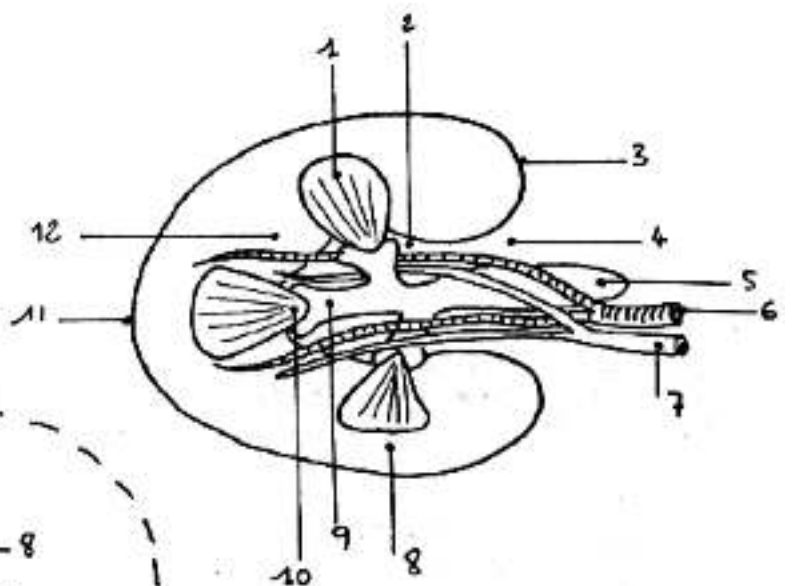
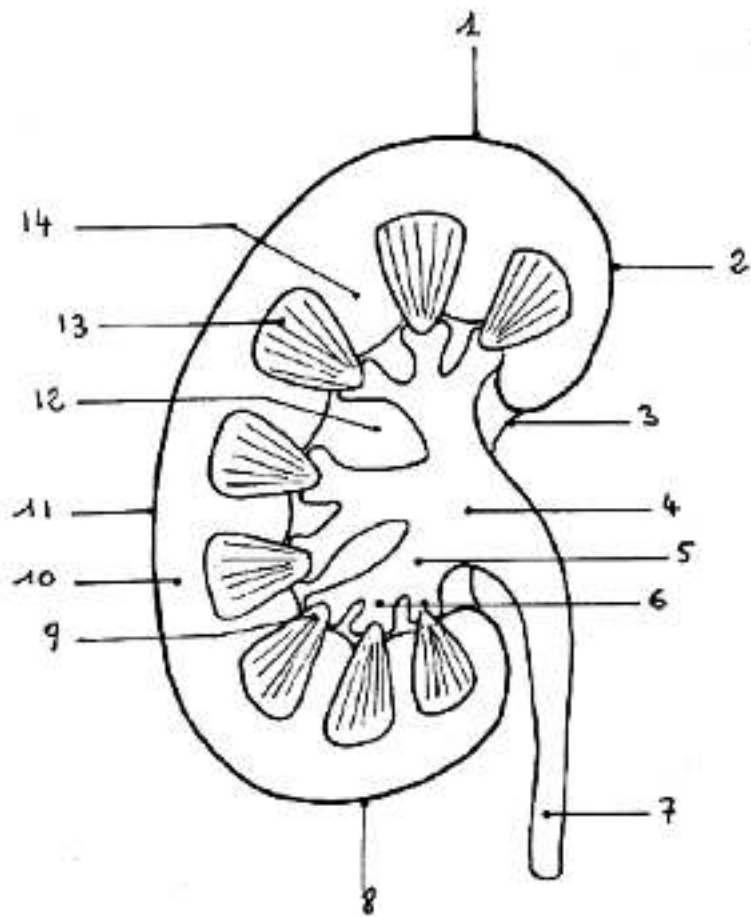
Depuis le col vésical, il traverse la prostate (partie prostatique), le diaphragme uro-génital (partie membranacée ou membraneuse) et le corps spongieux du pénis (partie spongieuse). La partie prostatique reçoit les conduits éjaculateurs. La partie membranacée est entourée du muscle sphincter de l'urètre (sphincter strié volontaire). La partie spongieuse présente une dilatation avant sa terminaison, la fossette naviculaire. L'urètre a une portion fixe, concave en haut et en avant qui correspond aux parties prostatique et membranacée, et une portion mobile, la partie spongieuse, dont le trajet varie selon l'état de la verge.

L'urètre masculin est long de 15 cm et son diamètre est de 7 mm.

### L'URETÈRE FEMIN

C'est un conduit urinaire qui s'étend du col vésical où se trouve l'ostium interne de l'urètre, entouré du sphincter lisse de l'urètre jusqu'à la vulve où il s'ouvre par l'ostium externe de l'urètre (méat urinaire) en avant de l'ouverture du vagin. Il est situé entre la symphyse pubienne et le vagin. Il traverse le diaphragme uro-génital et se trouve entouré par le muscle sphincter de l'urètre (sphincter strié volontaire). L'urètre féminin est long de 35 mm et son diamètre est de 7 mm.







# L'APPAREIL GÉNITAL

## 1. L'APPAREIL GÉNITAL MASCULIN

Il comprend :

**Les testicules**, glandes sexuelles à sécrétion mixte.

**Les voies spermatiques et glandes annexes**, prostate et glandes bulbo urétrales (glandes de Cowper) dont la sécrétion prend part à la constitution du sperme.

**Le pénis**, érectile, qui en devenant turgescent, permet la copulation.

Il faut y ajouter :

**L'urètre**, urinaire dans toute sa longueur et génital à partir du colliculus séminal (veru montanum).

**Les enveloppes du testicule et du pénis.**

### 1.1 LE TESTICULE

La gonade mâle est une glande paire et symétrique qui produit des spermatozoïdes (section externe) et une hormone mâle, la testostérone (sécrétion interne). Le testicule, de consistance ferme, est situé dans le scrotum, il a une forme ovoïde, est aplati transversalement, son grand axe est oblique en haut en avant. Il mesure en moyenne 4 cm de long, 3 cm de large, 2,5 cm d'épaisseur et pèse 20 gr. On lui décrit deux faces médiale et latérale, deux bords antérieur et postérieur. Deux extrémités supérieure et inférieure. Le testicule est suspendu au cordon spermatique (testiculaire) contenant canal déférent, vaisseaux et nerfs spermatiques (testiculaire); son extrémité inférieure est unie au fond du scrotum par le ligament scrotal.

### 1.2 L'ÉPIDIDYME

C'est un organe allongé d'avant en arrière, de 05 cm de long, 12 mm de large et 5 mm d'épaisseur, placé sur l'extrémité supérieure et le bord postérieur du testicule, débordant sur la partie adjacente de la face latérale.

L'épididyme comprend trois parties, la tête volumineuse, le corps ou partie moyenne, la queue ou extrémité postérieure de volume moindre. La tête est unie au testicule par les canalicules efférents provenant du rete testis. L'épididyme est constitué essentiellement par un conduit épидидymaire très contourné (6 mètres de long). qui fait suite au canalicule efférent le plus antérieur et reçoit les autres.

### 1.3 LE CANAL DÉFÉRENT

C'est un conduit musculo-membraneux qui commence au niveau de la queue de l'épididyme et se termine à la base de la prostate. À son origine, il forme avec l'épididyme un angle épидидymo-défférentiel très aigu, puis il monte oblique et haut et en avant croisant le bord postérieur du testicule, c'est la partie épидидymo-testiculaire du canal déférent, il est ensuite vertical dans le cordon spermatique segment funiculaire puis traverse le canal inguinal d'avant en arrière (partie inguinale) pour entrer dans le pelvis, au niveau de l'anneau inguinal profond, il se sépare des autres éléments du cordon spermatique, croise les vaisseaux iliaques externes et descend dans le pelvis pour passer sur la face latérale de la vessie, puis sur sa face postérieure : c'est la portion pelvienne avec un segment latéro-vésical et un segment postéro vésical. Il se termine sur la base de la prostate au niveau de sa jonction avec la vésicule séminale pour donner le canal éjaculateur. Le canal déférent est un conduit régulièrement cylindrique, dur au toucher, dont le diamètre externe est de 2 mm, le diamètre interne de 0,5 mm et la longueur de 40 cm environ, il présente une dilatation à son extrémité, l'ampoule du canal déférent.

### 1.4 LE CANAL ÉJACULATEUR

Il va de la terminaison du canal déférent et de l'origine de la vésicule séminale correspondante à la partie prostatique de l'urètre. Il mesure 20 mm de long pour un calibre de 1,5 mm à son origine

et de 0,5 mm à sa terminaison. Il s'ouvre dans la partie prostatique de l'urètre sur le colliculus séminal à côté de l'utricule prostatique.

### 1.5 LA VÉSICULE SÉMINALE

Il s'agit d'un réservoir membraneux dans lequel s'accumule le sperme dans l'intervalle des éjaculations, placé en dérivation sur les voies spermatiques au niveau de la terminaison du canal déférent et de l'origine du canal éjaculateur. C'est un or-

gane allongé, bosselé de 5 à 6 cm de long de 5 mm d'épaisseur, de 15 mm de large au maximum et d'un volume intérieur de 5 à 10 cm<sup>3</sup>, elle présente une extrémité antéro-interne le col, une partie moyenne le corps et un fond.

## 1.6 LA PROSTATE

C'est une masse glandulaire qui entoure, chez l'homme, la partie initiale de l'urètre. Elle est située dans la cavité pelvienne, au-dessous de la vessie, au-dessus du périnée, en avant du rectum, en arrière de la symphyse pubienne, autour du carrefour formé par l'urètre et les voies spermatiques. Elle a la forme d'un cône aplati d'avant en arrière, à base supérieure et à sommet inférieur, à grand axe oblique en bas et en avant. Sa consistance est ferme et élastique. Jusqu'à la puberté, elle a les dimensions d'une noisette. Chez l'adulte elle a une hauteur de 25 à 30 mm, les diamètres de sa base sont de 25 à 40 mm, son poids de 25gr; chez le sujet âgé, elle augmente de volume.

On lui décrit une face antérieure presque verticale, orientée en avant et un peu en haut, une face postérieure fortement inclinée en bas et en avant, convexe de haut en bas et dans la partie médiane déprimée en gouttière sépare deux lobes droit et gauche; deux faces latérales très inclinées en bas et en dedans, fortement convexes dans les deux sens, une base trapézoïdale à petit côté antérieur, divisée par un bourrelet transversal en un versant antérieur ou vésical, oblique en bas et en avant occupé par l'ostium interne de l'urètre et un versant postérieur ou séminal oblique en bas et en arrière où arrivent les canaux déférents et la vésicules séminales; un sommet ou apex moussu, orienté en bas et en avant.

## 1.7 LA GLANDE BULBO-URETRALE (DE COWPER).

De la grosseur d'un noyau de cerise, elle est située au niveau du périnée, près du bulbe du corps spongieux de l'urètre dans lequel elle se draine par un canal excréteur oblique en avant et en dedans.

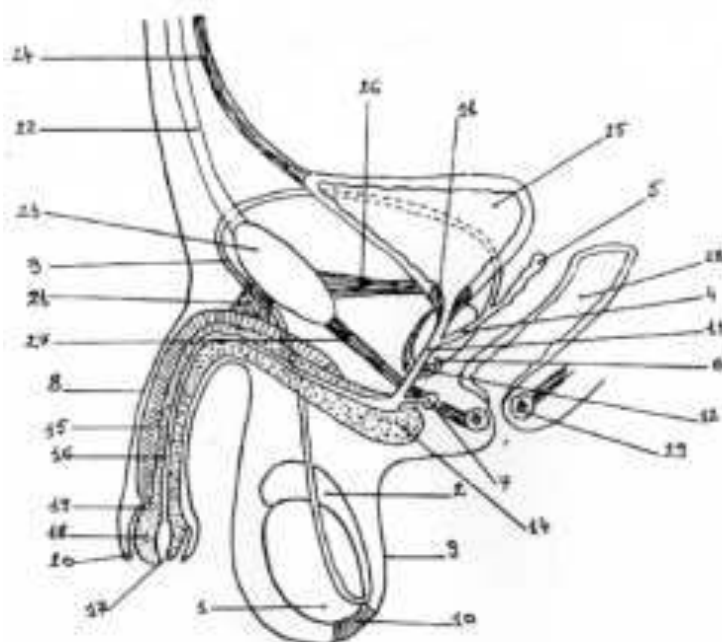
## 1.8 LE PÉNIS

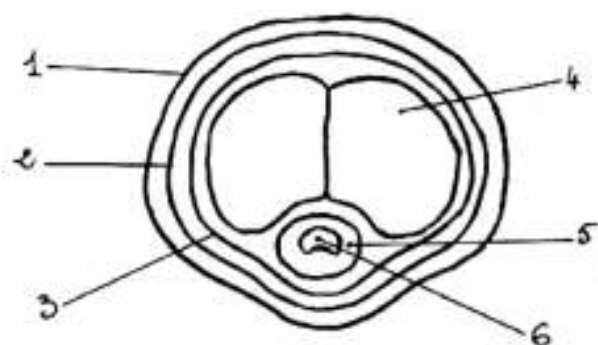
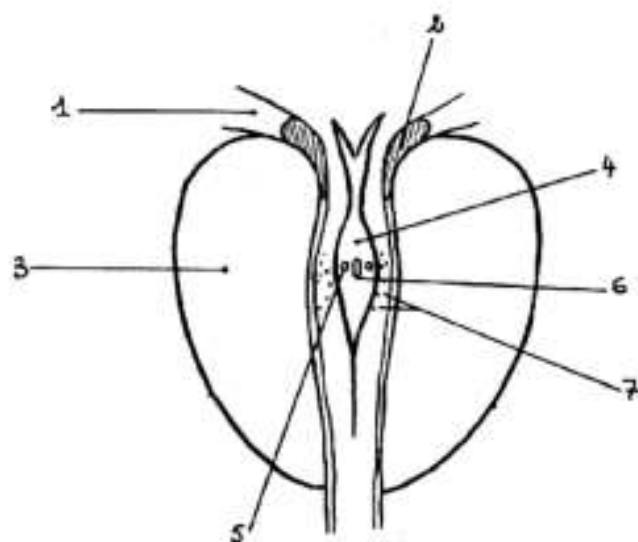
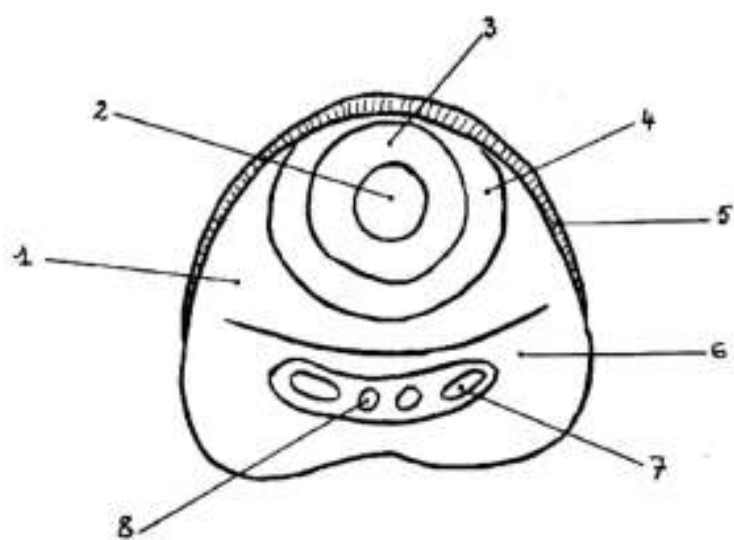
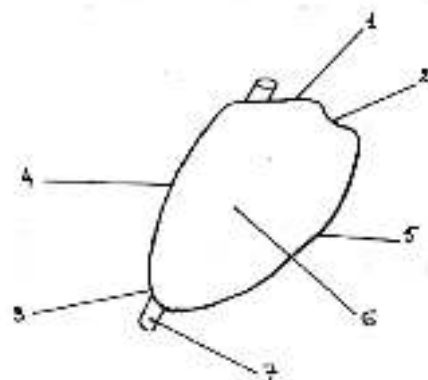
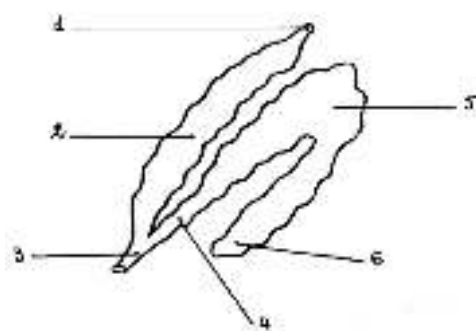
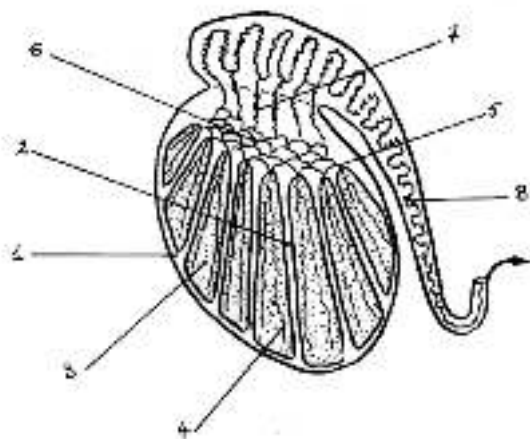
Organe de la copulation, situé à la partie antérieure du périnée.

Il comprend deux parties : l'une postérieure ou périnéale est fixée par le ligament suspenseur au pubis et par les corps caverneux aux branches ischio-pubiennes, elle est oblique en haut et en avant, l'autre antérieure libre, descend verticalement si le pénis est en état de flaccidité ou continue la direction de la partie périnéale s'il est en érection. Il est constitué de trois corps érectiles, les deux corps caverneux pairs et symétriques et le corps spongieux impair et médian entourant l'urètre jusqu'à son extrémité libre où il forme la plus grande partie du gland. Le col du gland (sillon balano-préputial) sépare le gland recouvert par le prépuce, du corps du pénis. Les corps érectiles du pénis sont entourés d'enveloppes en continuité avec celles formant le scrotum.

## 1.9 LE SCROTUM

Cloisonné en deux cavités droite et gauche par un septum médian. Il enferme testicules, épididymes et la portion initiale des deux canaux déférents. Il est constitué par un muscle peaucier le dartos et une série d'enveloppes continuant les différentes couches de la paroi abdominale.





## 2. L'APPAREIL GÉNITAL FEMIN

Il comprend :

**Les ovaires** glandes sexuelles à sécrétion mixte ;

**Les voies génitales**, trompes utérines et vagin formant les organes génitaux internes.

**La vulve** : formée par l'ensemble des organes externes. Il faut y ajouter les glandes vestibulaires majeures (glandes de Bartholin) et une annexe cutanée la glande mammaire.

### 2.1 L'OVAIRE :

La gonade femelle est une glande paire et symétrique qui produit des ovules (sécrétion externe) et des hormones femelles (sécrétion interne). La morphologie est variable avec l'âge : l'ovaire a la forme d'une lamelle aplatie à la naissance, il est ovalaire vers la deuxième année, à la période d'activité génitale, c'est un ovoïde légèrement aplati de 3 cm de long, 2 cm de large, 1 cm d'épaisseur et pesant environ 10 g auquel on distingue une face médiale, une face latérale, un bord libre (postérieur) un bord mésoovarien (antérieur), une extrémité tubaire (pôle supérieur) une extrémité utérine (pôle inférieur), après la ménopause, l'ovaire s'atrophie. L'ovaire est de couleur blanche rosée, de consistance ferme et irrégulière en surface durant la période d'activité génitale. Il devient plus dur et lisse après la ménopause. Organe mobile, l'ovaire présente une situation et une orientation très variables. Il est placé dans la cavité pelvienne contre la paroi latérale du pelvis, à la face dorsale du ligament large de l'utérus.

### 2.2 LA TROMPE UTÉRINE (TROMPE DE FOLLOPE)

Conduit musculo-muco-membraneux pair et symétrique qui s'étend de l'angle latéral de l'utérus à l'ovaire au voisinage duquel il s'ouvre dans la cavité péritonéale. C'est dans le tiers latéral de la trompe utérine qu'a lieu la fécondation de l'ovule. La trompe permet le cheminement de l'œuf jusqu'à la cavité utérine. Elle est située dans la partie supérieure du ligament large de l'utérus ou mésosalpinx, sa direction est transversale. Elle mesure à 14 cm de long. Son diamètre extérieur est de 3 mm à l'angle de l'utérus, de 7 à 8 mm à son extrémité latérale. Le canal tubaire a un calibre de 0,2 à 0,4 mm et montre de nombreux plis muqueux parallèles au grand axe de la trompe utérine. La trompe en continuité avec l'utérus est solidaire de l'ovaire par le ligament tubo-ovarien et recouverte par la partie la plus haute du ligament large. On lui distingue trois parties :

- La partie utérine située dans l'épaisseur du muscle utérin.
- Le corps ou partie moyenne avec deux segments : l'isthme, partie rétrécie, et l'ampoule dilatée.
- Enfin l'infundibulum (pavillon) en forme d'entonnoir évasé se terminant par les franges dont l'une plus longue que les autres insérées au ligament tubo-ovarien se porte vers l'extrémité tubaire de l'ovaire, c'est la frange ovarique. L'infundibulum s'ouvre dans la cavité péritonéale au niveau de l'ostium abdominal de la trompe utérine.

### 2.3 L'UTÉRUS

C'est un organe musculaire creux destiné à contenir l'œuf fécondé

Pendant son développement, à l'expulser quand il est arrivé à la maturité. Organe impair. Il est situé au centre de la cavité pelvienne entre la vessie et le rectum. L'utérus non gravide a la forme d'un tronc de cône à sommet inférieur s'engageant plus ou moins dans le fornix (culs-de-sac) du vagin. Chez la nullipare, un léger étranglement, l'isthme le sépare en deux parties, au-dessus le corps, conoïde aplati d'avant en arrière, au-dessous le col cylindrique, l'isthme s'efface chez la multipare. L'utérus : mesure chez la nullipare, 6 cm de long, 4 de large et 2 d'épaisseur et chez la multipare 8 cm de long, 5 de large et 3 d'épaisseur. Le corps de l'utérus présente une face vésicale (face antéro-inférieure) orientée en bas et en avant, une face intestinale (postéro-supérieure) orientée en haut et en arrière, deux bords latéraux droit et gauche, un bord supérieur ou fundus légèrement convexe, deux angles latéraux ou cornes. Le col de l'utérus est divisé par l'insertion vaginale en deux parties : une portion supra-vaginale qui se continue avec le corps et une portion vaginale s'ouvrant dans le vagin par l'ostium externe du col. La cavité utérine est aplatie d'avant en arrière et divisée en deux parties, la cavité du corps, triangulaire et virtuelle et la cavité du col, fusiforme et réelle. Appelé le canal cervical, l'orifice situé entre les deux cavités est l'ostium interne de l'utérus.

L'utérus est constitué d'une musculature épaisse formée de trois couches distinctes le myomètre. Tapissé inférieurement d'une muqueuse l'endomètre et recouverte de péritoine.

### 2.4 LE VAGIN

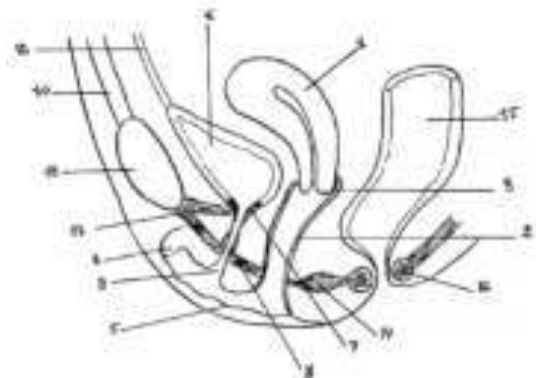
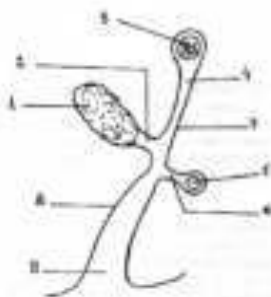
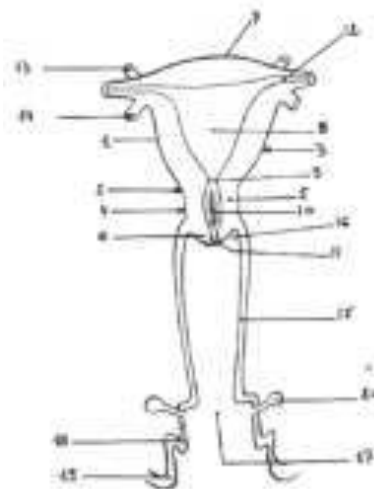
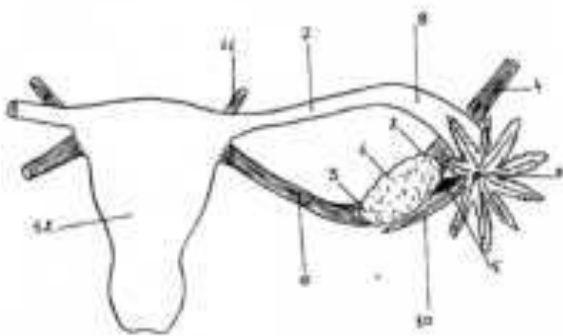
C'est un conduit musculo-muco-membraneux impair et médian s'étendant de l'utérus à la vulve. Il est situé en partie dans la cavité pelvienne et en partie dans l'épaisseur du périnée, entre en avant la vessie et l'uretère et en arrière le rectum. Il est incliné de 70° environ par rapport au plan horizontal. Il est aplati d'avant en arrière sur sa plus grande longueur, présentant ainsi deux faces antérieure et postérieure, mais cylindroïde au niveau de son extrémité supérieure, le fornix moulé sur le col de l'utérus, et aplati transversalement au niveau de son extrémité inférieure vulvaire. Sa longueur moyenne est de 8 cm

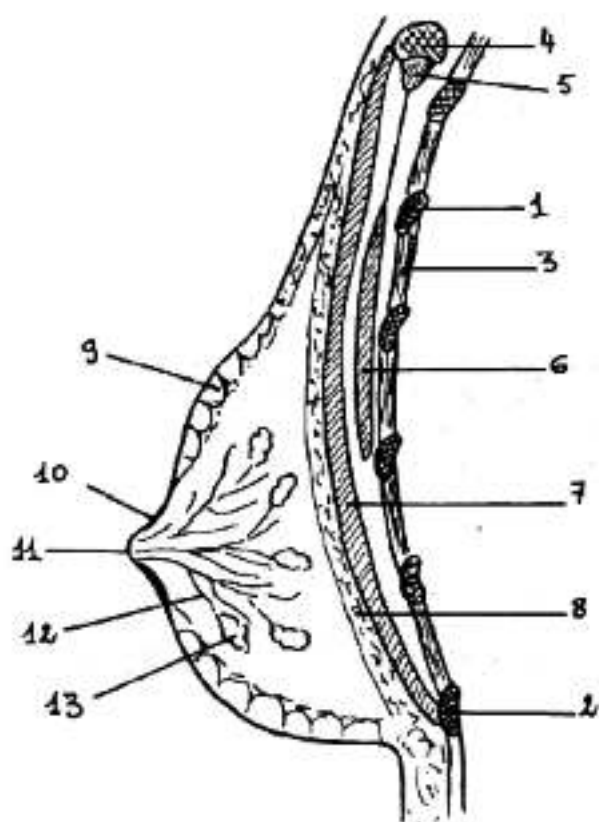
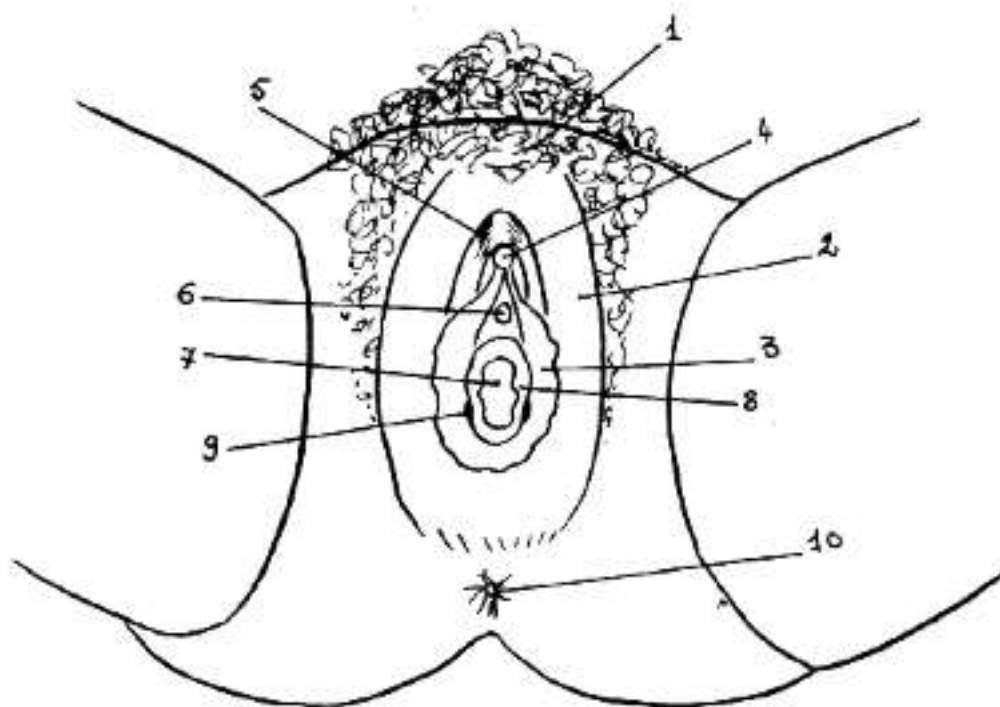
## 2.5 LA VULVE

On désigne sous ce terme l'ensemble des organes génitaux externes de la femme. Située entre les faces médiales des cuisses, elle s'étend dans le sens antéro-postérieur entre la région pubienne et un point situé 3 cm environ en avant de l'anus. Il s'agit d'une fente située entre deux plis cutanés latéraux, les grandes lèvres, épaisses, comportant une face interne glabre et une face externe recouverte de poils. En écartant les grandes lèvres, on découvre deux nouveaux replis les petites lèvres, minces et glabres, reliées par leur extrémité antérieure à un organe médian, le clitoris. Cette formation érectile est fixée aux branches ischis pubiennes par deux corps caverneux dont la réunion forme le corps du clitoris. Ce dernier se termine par le gland plus ou moins recouvert du prépuce. L'espace interlabial prend le nom de vestibule : à ce niveau se trouvent en avant l'ostium externe et l'urètre (méat urétral, en arrière l'ostium inférieur du vagin qui peut être partiellement obturé par l'hymen, et latéralement par rapport à ce dernier. La terminaison des conduits des glandes vestibulaires majeurs (glandes de Bartholin).

## 2.6 LA GLANDE MAMMAIRE

Cette glande cutanée constitue une annexe particulière de l'appareil génital féminin, étant destinée à sécréter un lait adapté à la nutrition du nouveau-né. Elle forme, avec la couche adipeuse qui l'entoure et son enveloppe cutanée, le sein ou mamelle. Au nombre de deux, les seins sont situés de chaque côté du sternum entre la 3<sup>ème</sup> et la 7<sup>ème</sup> côte. Leur face antérieure est convexe et montre un disque pigmenté, l'aréole centrée par le mamelon (1 cm de long sur 8 à 15 mm de diamètre à sa base). La glande mammaire est formée de lobules groupés en 15 à 20 lobes drainés chacun par un conduit lactifère (canal galactophore) s'ouvrant au sommet du mamelon après une portion élargie lactifère (sinus galactophore). La glande mammaire est entourée par une couche graisseuse pré et rétromammaire divisée par des éléments fibreux.







# L'APPAREIL ENDOCRINIEN

L'appareil endocrinien regroupe l'ensemble des organes qui sécrètent des substances indispensables à la vie se déversant directement sans canal excréteur dans le système vasculaire : les hormones.

Cet appareil, en relation étroite avec le système nerveux, joue un rôle de régulation et de coordination physiologiques.

On distingue plusieurs types d'organes à fonction endocrine :

**Les glandes endocrines compactes**, bien individualisées, dans lesquelles l'organe limité par une capsule propre exerce uniquement une fonction endocrine; par exemple : la glande thyroïde, les glandes surrénales.

**Les glandes endocrines disséminées** où des îlots de cellules endocrines sont répartis au sein d'organes qui assurent une autre fonction par exemple : les îlots pancréatiques (îlots de Langerhans) du pancréas.

**Le système endocrinien diffus** rassemble l'ensemble des cellules qui, isolées au sein d'un épithélium de revêtement ou d'une glande endocrine, sécrètent des hormones spécifiques.

**Les paraganglions.**

Les cellules neuro-sécrétrices du **cerveau**.

## 1. LES GLANDES ENDOCRINIENS COMPACTES

### 1.1 L'HYPOPHYSE.

L'hypophyse (glande pituitaire) est située dans la selle turcique creusée dans le sphénoïde, au niveau de l'étage moyen de la base du crâne. Elle est appendue à l'hypothalamus (à la base du cerveau) et résulte de l'union de deux parties ou lobes.

- Lobe antérieur ou adénohypophyse représente la plus grande partie de la glande, il se subdivise en trois :
  - La partie infundibulaire, ou tubérale, qui est accolée à la tige hypophysaire.
  - La partie intermédiaire au contact du lobe supérieur.
  - La partie distale, la plus volumineuse située en avant de la précédente.

Le lobe antérieur est uni à l'hypothalamus par un système vasculaire qui permet les relations neuro-hormonales. Sous l'action de l'hypothalamus, l'adénohypophyse sécrète de nombreuses hormones destinées, en particulier à la régulation des autres glandes endocrines (hormone somatotrope, H. corticotrope, H. Thyroïdienne...).

- Le lobe postérieur ou neurohypophyse est une dépendance du diencephale. Il est réuni à l'hypothalamus par la tige hypophysaire ou infundibulum, situé en arrière du chiasma des nerfs optiques. Il contient des neurofibres qui lui apportent les hormones hypothalamiques (neurosecrétion) qui sont emmagasinées dans le lobe postérieur (vasopressine et ocytocine).

**Dimension** : 6 mm dans le sens vertical, 15 mm dans le sens transversal et 08 mm dans le sens sagittal, elle pèse de 35 à 60 cg.

### 1.2 LA GLANDE PINÉALE :

La glande pinéale (épiphyse cérébrale) est reliée à l'hypothalamus, à la partie postérieure du toit du 3<sup>ème</sup> ventricule, elle se place au-dessus des colliculi supérieurs du mésencéphale. Elle sécréterait de la mélatonine et agirait sur la régulation de l'adénohypophyse. Elle mesure 10 mm de long sur 5 mm de large et pèse 20 cg.

### 1.3 LA GLANDE THYROÏDE :

La glande ou corps thyroïde est située à la partie antérieure du cou au contact de l'axe laryngo-trachéal auquel, elle adhère et dont elle est solidaire lors des mouvements de déglutition. Elle est formée de deux lobes droit et gauche unis par un isthme. Du bord supérieur de cet isthme s'élève souvent le lobe pyramidal (pyramide de LALOUETTE).

La glande est entourée par une capsule propre, conjonctive qui émet des prolongements à l'intérieur de la glande et la divise en lobules. Elle est entourée par une gaine musculo-aponévrotique qui constitue la loge thyroïdienne et qui renferme la glande thyroïde et les glandes parathyroïdes. Elle est en contact des paquets vasculaires jugulo-carotidiens et des nerfs laryngés récurrents. Elle sécrète la thyroxine (T4) la triiodothyronine (T3) et la calcitonine.

C'est la plus volumineuse des glandes endocrines, elle mesure 6 à 8 cm de hauteur au niveau d'un lobe. Elle pèse 20 à 30 cg.

## 1.4 LES GLANDES PARATHYROÏDES

Les glandes parathyroïdes sont de petites glandes situées dans la loge thyroïdienne. Elles sont en général au nombre de quatre, une supérieure et une inférieure de chaque côté, au contact de la face postérieure des lobes thyroïdiens.

Elles sont enveloppées par une capsule fibreuse mince. De forme allongée, ovulaire, de couleur brun jaune, chaque glande pèse 40 mg et mesure 5 mm de long, 3 mm de large et 1 mm d'épaisseur. Elle sécrète la parathormone (PTH) dont le rôle est primordial dans le métabolisme phosphocalcique.

## 1.5 LE THYMUS

C'est un organe lymphoïde situé en arrière du sternum dans le médiastin supérieur (loge thymique). Il est formé par deux lobes droit et gauche, réunis par leur bord médial. Il est entouré par une capsule fibreuse propre qui émet en profondeur des travées qui le divisent en lobe. Relativement volumineux chez le nouveau-né, il involue après la puberté et se charge de tissu graisseux. Centre de production de lymphocytes, son rôle est essentiel dans les réactions immunologiques. Il sécréterait une hormone : la thymosine.

## 1.6 LES GLANDES SURRÉNALES

Les glandes surrénales au nombre de deux sont situées sur le pôle supérieur des reins, dans l'espace rétropéritonéal.

La glande surrénale droite, triangulaire, est au contact de la face postérieure du foie, en partie en arrière de la veine cave inférieure.

La glande surrénale gauche est allongée, en arrière du corps de l'estomac. De couleur jaune orangé, chaque glande pèse 5g et mesure 5 cm de longueur, 3 cm de largeur et 8 à 10 mm d'épaisseur.

Chaque glande surrénale, entourée par une capsule fibreuse est constituée de deux parties correspondantes à deux organes endocrines différents par leur origine embryologique et leur fonction.

**o Une partie périphérique**, le cortex (corticosurrénale) d'origine mésoblastique, sécrète de nombreuses hormones, les corticostéroïdes (corticoïdes) qui agissent sur le métabolisme du glucose (glucocorticoïdes), du sodium et du potassium (minéralocorticoïdes) des androgènes (hormones mâles).

**o Une partie centrale**, la médullosurrénale, d'origine neuro-ectoblastique, dérive des sympathoblastes et constitue un ganglion sympathique. Elle produit des hormones, adrénaline, qui agissent sur l'appareil cardio-vasculaire. Elles correspondent aux médiateurs chimiques des neurones post-ganglionnaires (2<sup>ème</sup> neurone) du sympathique.

## 2. LES GLANDES ENDOCRINES

### 2.1 LE PANCRÉAS DISSÉMINÉ

À l'intérieur de cette glande du tube digestif se répartissent des amas de cellules endocrines : Les îlots pancréatiques.

Disséminés dans le pancréas, ils représentent dans leur ensemble une glande endocrine « l'organe insulaire ». Chaque îlot mesure de 100 à 300 microns et comporte trois types de cellules qui sécrètent du glucagon (cellules A), de l'insuline (cellule B) et de la somatostatine (cellule C).

### 2.2 LES OVAIRES

Le follicule ovarique mûr, possède une couche cellulaire la thèque interne qui produit les œstrogènes. Après la ponte ovulaire se forme le corps jaune qui sécrète la progestérone.

La thèque interne et le corps jaune sont des formations transitoires soumises au contrôle hypothalamo-hypophysaire (cycle menstruel).

### 2.3 LES TESTICULES

Les deux testicules sécrètent des hormones sexuelles. Dans le tissu conjonctif du testicule, sous l'albuginée, se groupent les cellules interstitielles (de LEYDIG) qui sécrètent l'hormone sexuelle mâle : la testostérone.

### 2.4 LES REINS

Organes de la sécrétion urinaire, ils comportent au niveau des corpuscules rénaux, un appareil juxta-glomérulaire sécrète une hormone, la rénine, dont l'action locale règle la pression artérielle

### 3. LE SYSTÈME ENDOCRINIEN DIFFUS

Des cellules glandulaires, isolées au sein d'épithélium de revêtement ou de parenchymes glandulaires, sécrètent des hormones tissulaires; on regroupe leur ensemble sous le terme de système endocrinien diffus (S.E.D). Au niveau du tube digestif, plusieurs hormones sont sécrétées, depuis la muqueuse gastrique (gastrine), la muqueuse intestinale (sécrétine, cholécystokinine).

Les cellules parafolliculaires de la glande thyroïde sécrètent une hormone, la thyrocalcitonine

### 4. LES PARAGANGLIONS

Ce sont des amas de cellules épithéliales d'origine neuro-ectodermique, disséminés dans l'organisme où sont proches des nerfs végétatifs.

**Certains sont formés de cellules chromaffines** (système chromaffine), ils forment les paraganglions sympathiques.

Les cellules chromaffines ont la valeur de neurones post-ganglionnaires, du deuxième neurone du sympathique, elles produisent de l'adrénaline et de la noradrénaline qui passent directement dans le sang et ont la valeur d'hormones, alors que dans la transmission synaptique, entre les neurones végétatifs, ces substances sont des médiateurs chimiques.

**Les glandes médullosurrénales** sont les plus volumineux des paraganglions.

**Le paraganglion aortique abdominal**, long de 1 cm, se place près de l'origine de l'artère mésentérique inférieure.

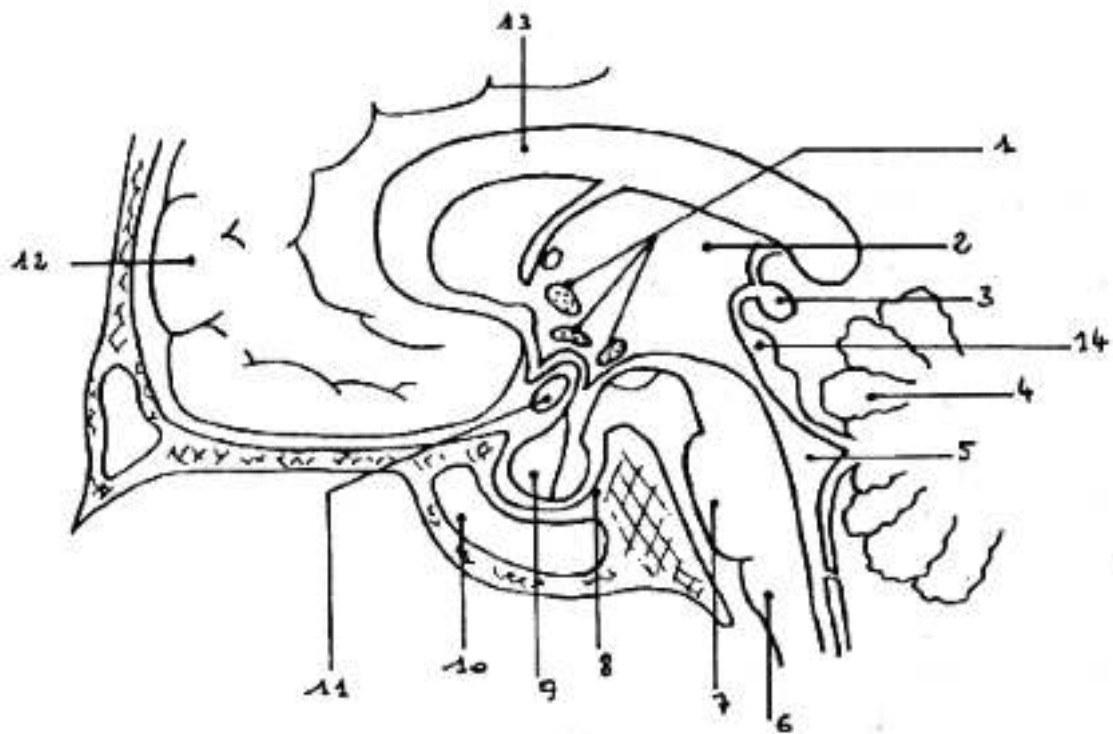
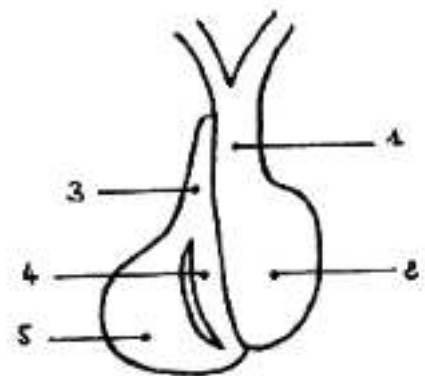
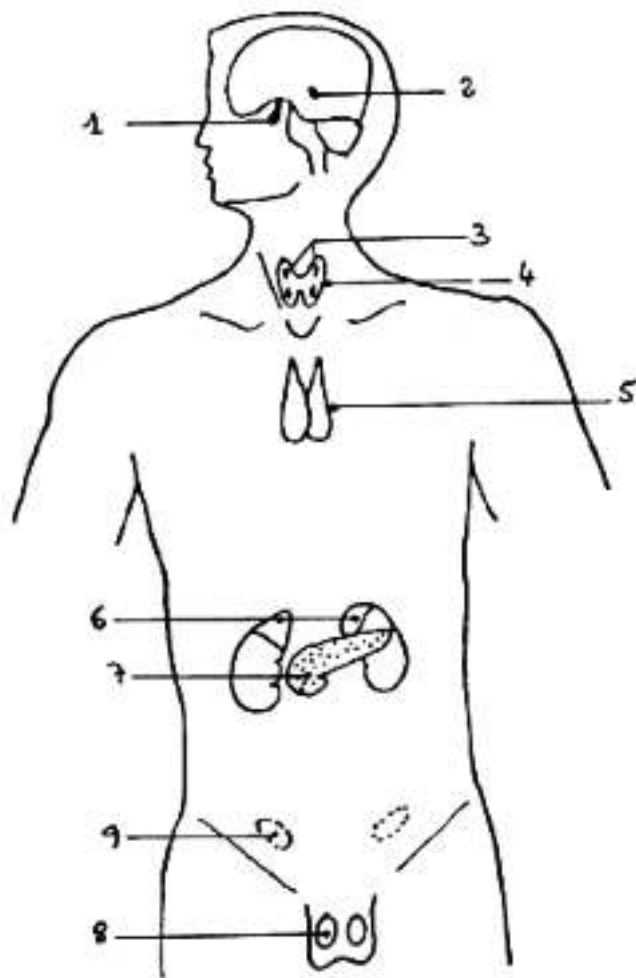
**Des paraganglions ne sont pas chromaffines**, ils semblent en relation avec le para sympathique, annexés aux nerfs qui comportent des fibres parasympathiques.

**Le glomus carotidien** au niveau de la bifurcation de l'artère carotide commune et le **glomus aortique**, sous la crosse de l'aorte sont des chémorécepteurs qui jouent un rôle dans la régulation de la respiration.

### 5. LE CERVEAU

Produit de nombreuses hormones à partir de certains neurones qui se groupent en amas, ou noyaux de cellules neurosécrétrices.

Le gyrus (circonvolutions) de la face médiale du cerveau et l'hypothalamus produisent des endorphines. L'hypothalamus produit les hormones qui stimulent ou inhibent l'adénohypophyse et les hormones de la neurohypophyse (neurosécrétion).



# APPAREIL DE L'INNERVATION

## 1. GÉNÉRALITÉS

Il comporte des neurones articulés entre eux et de la neurologie

### LES NEURONES

**Structure de neurones** : chaque neurone comprend un corps cellulaire (péricaryon) et des prolongements qui se distinguent en dendrites et axone.

**Le péricaryon** contenant un noyau et du cytoplasme dont lequel on observe des neurofibrilles et une substance chromophile formant les corps de NISSL;

**L'axone** (ou cylindraxe) est une unique. Il comporte souvent des collatérales. Dans l'axone comme dans les collatérales, le sens de propagation de l'influx est cellulifuge. Il est recouvert de neurolemnocytes (cellules de SCHWANN) qui sont indispensables aux phénomènes de régénération. Suivant les cas, l'axone est recouvert ou non de myéline (complexe lipoprotéique d'aspect blanchâtre). On distingue ainsi des fibres myélinisées (myéliniques) et des fibres amyélinisées (amyéliniques). La myélinisation débute au milieu de la vie fœtale et se poursuit durant la première année de la vie post natale.

**Les dendrites** sont en nombre variable pour chaque neurone. Dans les dendrites, l'influx est cellulipère.

**Les synapses.** Ce sont les articulations interneuronales. Très variées, elles sont le plus souvent axo-dentritiques

**Les « terminaisons nerveuses »** Elles sont situées à l'extrémité des fibres nerveuses. Elles sont destinées aux organes effecteurs pour les neurones moteurs (motoneurones). Elle siège au niveau des récepteurs pour les neurones sensitifs (esthésioneures) et sensoriels.

### LA NEUROGLIE (névroglie).

C'est le tissu de soutien qui entoure les neurones. Il est constitué par des cellules dites gliocytes (cellules gliales) situées aussi bien dans le système nerveux central que dans le système nerveux périphérique.

La neuroglie contribue aux processus de réparation, à la nutrition du tissu nerveux, à l'élimination des corps étrangers et du tissu nerveux détruit.

## 2. L'APPAREIL DE L'INNERVATION

On le divise en deux parties :

- Le système nerveux cérébro-spinal
- Le système nerveux autonome ou végétatif.

Chacun des deux systèmes comporte des centres nerveux et des prolongements qui sont les nerfs.

### 2.1 LE SYSTÈME NERVEUX CÉRÉBRO-SPINAL

On le divise en :

- système nerveux central (encéphale et moelle spinale), contenu dans la cavité crânienne et le canal vertébral.
- Système nerveux périphérique, formé par l'ensemble des prolongements de névraxe c'est-à-dire les nerfs.

#### 2.1.1 LE SYSTÈME NERVEUX CENTRAL (NÉVRAXE)

Il comprend deux parties : la moelle spinale (moelle épinière) et l'encéphale, entourés par des enveloppes protectrices : les méninges

##### 2.1.1.1. La moelle spinale

C'est un cordon nerveux blanchâtre de consistance molle, ayant la forme d'un cylindre légèrement aplati de 45 cm de long et de 1 cm de diamètre situé dans le canal vertébral depuis le niveau de l'atlas jusqu'au niveau de la 2<sup>ème</sup> vertèbre lombaire.\*Elle fait suite à la moelle allongée (bulbe rachidien) au niveau du foramen magnum (trou occipital). Elle se continue caudalement par le filum terminal, cordon grêle de 25 cm qui s'attache à la face dorsale du coccyx. Elle présente à décrire.

- la partie cervicale.
- Le renflement cervical.
- La partie thoracique.
- Le renflement lombaire
- Le cône médullaire.

La moelle peut être considérée comme un empilement de segments appelés myélomères. De chaque myélomère et de

chaque côté, se détache une paire de racines spinales (rachidiennes) :

- La partie cervicale correspond aux trois premiers myélomères cervicaux.
- Le renflement cervical (niveau C3 à T2) est celui des cinq derniers myélomères cervicaux (4<sup>ème</sup> au 8<sup>ème</sup>) et du premier myélomère thoracique.
- La partie thoracique correspond à la plupart des myélomères thoraciques (du 2<sup>ème</sup> au 12<sup>ème</sup>).
- Le renflement lombaire (niveau T9 à L1) correspond aux 5 myélomères lombaires et aux trois premiers myélomères sacrés
- Le cône médullaire (niveau L2), correspond aux 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> myélomères sacrés et au myélomère coccygien.

**Configuration externe** la moelle spinale présente à décrire des sillons longitudinaux :

- La fissure médiane (sillon médian antérieur). Profonde, elle est visible tout le long de la moelle.
- Le sillon médian (sillon médian postérieur) : c'est une simple dépression correspondant au septum dorsal médian (cloison névrologique sagittale).
- Le sillon latéral ventral (sillon collatéral antérieur) : c'est un pseudo-sillon correspondant à la ligne d'émergence des racines ventrales des nerfs spinaux
- Le sillon latéral dorsal (sillon collatéral postérieur) : c'est une véritable fente où s'abouchent les racines dorsales des nerfs spinaux
- Le sillon intermédiaire dorsal (paramédian postérieur) est la dépression divisant en deux parties chacun des deux cordons dorsaux (postérieur) de la moelle.
- Tous ces sillons délimitent des bandes de substance blanche : les cordons blancs.

**Configuration interne** la moelle est constituée par un axe gris entouré par un manchon blanc.

**La substance grise** : a une forme évoquant des ailes de papillon. Elle est en effet constituée par deux masses latérales ou colonnes, unies par une lame transversale. En son milieu se trouve le canal central (canal de l'épendyme) de 1/10 de mm de diamètre. La lame transversale constitue en avant du canal central, la commissure grise ventrale, en arrière du canal central, la commissure grise dorsale en arrière du canal central, la commissure grise dorsale. La substance grise qui est au contact du canal central est dite périépendymaire.

La substance grise de chaque colonne est divisée en une corne ventrale, une corne dorsale et une région intermédiaire et latérale. La corne ventrale, la plus volumineuse, est motrice et contient les corps cellulaires des neurones moteurs. Elle comprend une base et un apex (tête). La corne dorsale, sensitive, est étroite. Elle est constituée de trois parties : la base, l'isthme (col) et l'apex (tête). La région intermedio-latérale est la portion de substance grise située entre la base de la corne ventrale et la base de la corne dorsale de la moelle. La corne latérale est une simple saillie latérale de la région immédiate-latérale. Elle n'est bien individualisée qu'entre les myélomères C8 et L2 (voir système nerveux végétatif).

**La substance blanche** : Elle est constituée par les cordons blancs. On distingue

- deux cordons ventraux (antérieurs) entre la fissure médiane et le sillon latéral ventral.
- Deux cordons latéraux entre les deux sillons ventral et dorsal.
- Deux cordons dorsaux (postérieurs) entre les sillons médian et latéral dorsal.

### 2.1.1.2. L'encéphale

C'est une volumineuse masse enveloppée par les méninges et située dans la cavité crânienne. Il comprend le cerveau, le tronc cérébral et le cervelet.

#### 2.1.1.2.1. Le cerveau

C'est une masse ovoïde de 1370g en moyenne. Formée de deux parties :

- une partie supérieure composée de deux hémisphères symétriques, le cerveau hémisphérique ou **télencéphale**.
- Une partie impaire médiane et basale : le cerveau intermédiaire ou **diencephale**, située au-dessous de la précédente.

#### • Le télencéphale :

*o Configuration extérieure :*

Il est partagé en deux hémisphères symétriques, droit et gauche, par la fissure longitudinale (scissure interhémisphérique). Les deux hémisphères sont unis au niveau de leur face médiale par le diencephale et par les commissures interhémisphériques (la principale étant le corps calleux).

De couleur grisâtre, le télencéphale présente une surface irrégulière faite de sillons primaires délimitant des lobes ainsi : le sillon central (scissure de Rolando), le sillon latéral (scissure de Sylvius) et le sillon occipital transverse (scissure perpendiculaire) délimitent 4 lobes : frontal, pariétal, temporal, occipital. Le sillon latéral donne accès au lobe insulaire (insula).

La surface de chaque lobe est découpée par des dépressions plus ou moins profondes (dépression secondaire) délimitant la surface du cortex, les gyrus (circonvolutions).



*o Configuration interne :*

*Au niveau de chaque hémisphère cérébral, on trouve :*

- Une couche externe de substance grise : le cortex. Les sillons de gyri, visibles à la surface du cerveau, ont pour but d'augmenter la surface de ce cortex qui représente plus de 2 m<sup>2</sup>. L'épaisseur moyenne de cortex est de 2,5 mm.
- Des noyaux gris centraux, ou noyaux basaux
- De la substance blanche, disposée entre les noyaux basaux et le cortex. Elle est très abondante et constituée par des faisceaux et fibres myélinisées. Elle s'étale pour constituer le centre semi-ovale (centre ovale). Entre les noyaux gris basaux, elle forme les capsules :
- Un ventricule latéral. Les deux ventricules latéraux sont des dilatations de la cavité épendymaire communiquant avec le III<sup>ème</sup> ventricule par le foramen interventriculaire (trou de Monro).

*Entre les deux hémisphères, on trouve :*

- Des ponts de substance blanche : les commissures interhémisphériques :
  - Le corps calleux, épaisse lame blanche, convexe dans le sens antéro-postérieur, enroulé autour du diencephale,
  - Le fornix (trigone), mince, composé par un corps triangulaire, 2 colonnes (piliers antérieurs) et 2 piliers (piliers postérieurs);
  - La commissure antérieure (commissure blanche antérieure), petit cordon blanc qui passe en avant de la paroi du III<sup>ème</sup> ventricule.
- Les structures appartenant au diencephale

#### • Le diencephale

Il comprend le thalamus et l'hypothalamus disposés autour d'une cavité centrale, le ventricule moyen ou III<sup>ème</sup> ventricule. Le troisième ventricule est une dilatation de la cavité épendymaire. Impair et médian, il est très aplati transversalement. Il communique en arrière et en bas avec l'aqueduc du mésencéphale (aqueduc de Sylvius) et de chaque côté, avec les ventricules latéraux.

- Le thalamus est le plus volumineux des noyaux gris centraux. Ovoïde, grisâtre, de 3 cm de long, à grosse extrémité postérieure et grand axe oblique en avant et en dedans, sa face externe limite en dedans la capsule interne. Sa face interne constitue la partie supérieure de la paroi latérale du III<sup>ème</sup> ventricule. La face inférieure répond à l'hypothalamus.
- L'hypothalamus est appendu sous le thalamus. Son plancher situé entre les deux pédoncules cérébraux supporte la tige hypophysaire (tige pituitaire) et présente deux saillies les corps Mamillaires (tubercules mamillaires). C'est un organe neuroglandulaire. Les produits élaborés (produits dits de neurosécrétion) suivent les axones des neurones sécrétoires jusqu'à la neurohypophyse.
- La glande pinéale (épiphyse cérébrale) est aussi un organe glandulaire. Petite médiane, elle est située à la partie postérieure du toit du III<sup>ème</sup> ventricule.

#### 2.1.1.2.2. Le tronc cérébral

Il fait suite au diencephale et se présente comme un cordon vertical, de couleur blanche, formé de trois étages qui sont de haut en bas : le mésencéphale, le pont (protubérance annulaire) et la moelle allongée (bulbe rachidien).

C'est au niveau du tronc cérébral que se trouvent tous les noyaux des nerfs crâniens. Le tronc cérébral est occupé sur toute sa hauteur par la formation réticulaire (substance réticulée) qui s'étend de la moelle spinale au diencephale.

À la face dorsale du tronc cérébral est appendue une volumineuse masse : le cervelet.

#### Configuration externe

##### • Le mésencéphale

Encore appelé isthme de l'encéphale, est constitué en bas et en avant par deux cordons blancs cylindriques aplatis : les pédoncules cérébraux, obliques en haut et en dehors, semblant s'engager en avant sous les tractus optiques (bandelettes optiques)

Le mésencéphale est creusé d'un canal l'aqueduc du mésencéphale (aqueduc de Sylvius) qui relie les III<sup>ème</sup> et IV<sup>ème</sup> ventricules.. Les corps géniculés appartiennent au diencephale et constituent le métabolisme.

##### • Le pont

C'est une éminence transversale à concavité dorsale, reliée en arrière au cervelet. Il est séparé en haut, du mésencéphale, par le sillon ponto-mésencéphalique (ponto-pédonculaire) et en bas de la moelle allongée par le sillon bulbo-pontique (bulbo-protubérantielle).

##### • La moelle allongée

C'est un prolongement de la moelle spinale (un léger étranglement, le collet du bulbe, sépare moelle allongée et moelle spinale). C'est un « cône tronqué vertical » de 3 cm de haut et 3 cm de large.

## Configuration interne

Le tronc cérébral est constitué par de la substance blanche au sein de laquelle se trouvent des masses de substance grise.

### 2.1.1.2.3. Le quatrième ventricule

C'est une dilatation du canal épendymaire située entre moelle allongée et pont en avant, et cervelet en arrière. Il est encadré par les pédoncules cérébelleux.

On décrit au IV<sup>ème</sup> ventricule, un plancher, un toit quatre bords latéraux et quatre angles.

Il communique en haut avec le III<sup>ème</sup> ventricule par l'aqueduc du mésencéphale, en bas avec le canal central de la moelle spinale.

### 2.1.1.2.4. Le cervelet

## Configuration extérieure

C'est une masse de couleur grise très découpée par de nombreuses fissures, en lamelles. Il pèse 140gr et mesure 10 cm de large, 6 cm d'avant en arrière et 5 cm de hauteur. IL est situé en arrière de la moelle allongée et du pont.

Le cervelet est constitué par deux hémisphères latéraux et une partie médiane étroite : le vermis.

## Configuration interne

Il est constitué de deux parties, le cortex ou substance grise périphérique, le corps médullaire qui est essentiellement de la substance blanche, dessinant l'image classique de l'arbre de vie, mais comporte également des noyaux de substance grise disséminés, les noyaux du cervelet

### 2.1.1.3. Les méninges

Ce sont des membranes destinées à protéger le névraxe. Elles sont au nombre de trois de l'extérieur vers l'intérieur : la dure mère, l'arachnoïde et la pie mère.

Des espaces méningés sont ménagés respectivement entre les membranes et entre la dure —mère et l'étui osseux. La cavum subarachnoïdien sépare arachnoïde et pie-mère ; il contient le liquide cérébro-spinal : LCS (liquide céphalo-rachidien : LCR) matelas liquidien incompressible jouant un rôle protecteur non négligeable.

- **La dure-mère**, méninge épaisse ou pachyméninge, est une membrane fibreuse, blanc nacré, innervée et vascularisée. Elle peut adhérer à l'os ou en être séparée par le cavum épidual (espace extradural) (espace rempli de tissu adipeux, dans lequel circulent des vaisseaux). De sa face profonde naissent les septa « qui cloisonnent l'encéphale » :
  - Faux de cerveau (elle sépare les deux hémisphères cérébraux).
  - Tente du cervelet (elle sépare cerveau et cervelet).
- **L'arachnoïde** est une membrane transparente limitée vers l'extérieur par un mésothélium et l'intérieur par un épithélium cubique entre lesquels existe un espace de glissement. Elle est séparée de la pie-mère par le cavum subarachnoïdien et de la dure-mère, par le cavum subdural (espace sous dural). C'est une membrane avasculaire. Les granulations arachnoïdiennes. Les granulations arachnoïdiennes (granulations de PACCHION) pénètrent dans les sinus veineux et dans les os du crâne.
- **La pie-mère** est une membrane conjonctive mince, adhérant fortement au tissu nerveux dont elle épouse les contours. C'est une membrane porte-vasseaux jouant un grand rôle de nutrition du tissu nerveux.
- **Le liquide cérébro-spinal** transparent, eau de roche, circule dans le cavum subarachnoïdien. Il remplit aussi les cavités épendymaires intraneuraxiales (ventricules encéphaliques et canal central de la moelle spinale). La communication entre ces deux départements liquidiens intra et extra neuraxiaux se fait par l'ouverture médiane du IV<sup>ème</sup> ventricule.

Le L.C.S. est sécrété essentiellement par les plexus choroïdes, pelotons conjonctivo-vasculaires situés au niveau des membrana tectoria formées en particulier par les toiles choroïdiennes des ventricules. Il circule des ventricules latéraux jusqu'au III<sup>ème</sup> ventricule (passant par les forams interventriculaires, rejoint le IV<sup>ème</sup> ventricule en passant dans l'aqueduc du mésencéphale et s'échappe vers le cavum subarachnoïdien en traversant l'ouverture médiane du IV<sup>ème</sup> ventricule. Il est résorbé par voie veineuse, au niveau granulations arachnoïdiennes.

Outre son rôle de protection du système nerveux central, il joue un rôle de transport des éléments nutritifs des neurones et un rôle d'élimination de leurs produits d'excrétion.

## 2.1.2. LE SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE

Il met en relation le système nerveux central et les différents organes. Il est constitué par des nerfs moteurs centrifuges, des nerfs sensitifs centripètes et des nerfs mixtes, à la fois moteurs et sensitifs.

On distingue :

- Les nerfs spinaux qui naissent de la moelle spinale.
- Les nerfs crâniens qui naissent de l'encéphale.
- Les nerfs végétatifs plus spécialement destinés aux viscères sont étroitement liés aux deux catégories précédentes (voir chapitre : système nerveux végétatif).

### 2.1.2.1. Les nerfs spinaux

Ils sont formés par la réunion de deux racines (ventrale et dorsale) qui se détachent de la moelle spinale. Ils sortent de la colonne vertébrale par le foramen intervertébral (trou de conjugaison) et se divisent très vite en un rameau ventral et un rameau dorsal.

Nerfs mixtes, les nerfs spinaux comportent des fibres motrices et des fibres sensibles somatiques.

Ils comportent également des fibres végétatives viscérales.

#### Les racines

**La racine ventrale** se détache du sillon latéral ventral de la moelle par 4 ou 7 radicules. Elle constitue la racine motrice.

La racine dorsale se divise en 3 à 10 radicules avant de pénétrer dans le sillon latéral dorsal de la moelle. Elle constitue la racine sensitive.

**Cette racine dorsale** présente un renflement fusiforme. Le ganglion spinal qui contient les corps cellulaires des neurones sensitifs (cellules en T) qui est situé dans la partie médiale du foramen intervertébral.

Les deux racines convergent et fusionnent au niveau de la partie latérale du foramen intervertébral.

La longueur des racines spinales augmente considérablement de la partie craniale à la partie caudale de la colonne vertébrale (de quelques millimètres pour les premières à plusieurs centimètres pour les dernières).

#### Le nerf spinal

Il quitte le foramen intervertébral, entouré des méninges spinales (graines du nerf spinal) et se divise presque aussitôt en un rameau dorsal et un rameau ventral.

**Le rameau dorsal** assez grêle se porte en arrière passant entre les processus transverses adjacents et se distribue aux muscles et à la peau de la partie dorsale du tronc.

**Le rameau ventral** plus gros chemine dans la paroi latérale puis antérieure du tronc. Il peut demeurer isolé (ex. : cas des nerfs intercostaux) ou s'anastomoser avec ses homologues sus ou sous-jacents (ex. : cas des plexus brachial ou lombaire).

Il innerve la paroi antérolatérale du tronc que les membres. Il donne des rameaux communicants le reliant au tronc sympathique.

Il donne la racine spinale du nerf qui assure l'innervation des méninges spinales : le nerf méningé (nerf sinu-vertébral) (l'autre racine de ce nerf est végétative).

#### Distribution

Les nerfs spinaux et leurs rameaux dorsaux et ventraux contiennent des fibres somatiques motrices et sensibles ainsi que des fibres végétatives. (Seul le rameau dorsal du premier nerf spinal ne comporte pas de fibre sensitive).

**Les fibres somatiques motrices** sont efférentes centrifuges. Elles naissent des corps cellulaires de motoneurones (ou neurones moteurs) situés dans la corne ventrale de la substance grise de la moelle. Elles cheminent dans la racine ventrale puis dans les deux rameaux ventral et dorsal du nerf spinal. Elles aboutissent au niveau des fibres musculaires striées : la jonction axone-effecteur est appelée plaque motrice ou terminaison neuromusculaire.

Chaque motoneurone innerve une à 200 fibres musculaires, constituant une unité motrice.

Chaque muscle présente une innervation plurisegmentaire. C'est à dire qu'il reçoit son innervation de plusieurs nerfs spinaux, donc de plusieurs myélomères.

**Les fibres somatiques sensibles** sont afférentes, centripètes. Leur corps cellulaire est situé dans le ganglion spinal. L'influx nerveux sensitif naît au niveau des récepteurs périphériques (fuseau neuromusculaire) puis emprunte les dendrites sensitifs (jonction sensitivo-dendritique) qui vont cheminer dans les rameaux dorsal ou ventral du nerf spinal, puis dans le nerf lui-même, avant de s'engager dans sa racine dorsale jusqu'au ganglion spinal.

Du ganglion spinal, où se trouve le corps cellulaire des cellules sensibles, va partir l'axone sensible qui chemine dans la racine dorsale. Cet axone peut se terminer au niveau de la corne dorsale de la moelle ou continuer, vers des niveaux sus-jacents.

Les réceptions périphériques se distinguent en extérocepteurs.

Les extérocepteurs sont les récepteurs du revêtement cutané

Les propriocepteurs sont les récepteurs au niveau desquels prend naissance la sensibilité profonde (récepteurs de l'appareil locomoteur, sensibles aux variations de pression, à la douleur, à l'étirement et à la tension).

## Classification

On compte 31 paires de nerfs spinaux.

- 8 paires de nerfs cervicaux (le plus proximal étant C1, le plus distal C8)
- 12 paires de nerfs thoraciques (le plus proximal étant T1, le plus distal T12).
- 5 paires de nerfs lombaires (le plus proximal étant L1, le plus distal L5)
- 5 paires de nerfs sacrés (le plus proximal étant S1, le plus distal S5).
- 1 paire de nerfs coccygiens.

## Les Plexus

Ils résultent d'anastomoses entre les rameaux ventraux des nerfs spinaux (à l'exception des nerfs thoraciques T2 à T12 qui demeurent isolés et constituent les nerfs intercostaux) et forment :

- au niveau du cou : les plexus cervical et brachial
- au niveau de l'abdomen et du pelvis : les plexus lombaire, sacré, honteux et coccygien.
- Le plexus cervical est formé par les rameaux ventraux des nerfs cervicaux C1, C2, C3, et C4. Il donne notamment le nerf phrénique issu de C4.
- Le plexus brachial est formé par les rameaux ventraux des nerfs cervicaux C5, C6, C7, C8 et de T1 (en partie seulement pour T1). Ses branches terminales essentielles sont les nerfs musculo-cutané, médian, ulnaire (cubital), radial et axillaire (circonflexe).
- Le plexus lombaire est formé par les rameaux ventraux des nerfs lombaires L1, L2, L3, L4.

Ses branches terminales les plus importantes sont le nerf obturateur et le nerf fémoral.

- Le plexus sacré est formé par les rameaux ventraux des nerfs lombaires L4, L5 et des nerfs sacrés S1, S2, et S3. Sa branche terminale essentielle est le nerf sciatique.
- Le plexus honteux est formé par les rameaux ventraux des nerfs sacrés S2, S3 et S4. Sa branche terminale est le nerf honteux (nerf honteux interne).
- Le plexus coccygien est formé par les rameaux ventraux des nerfs sacrés S4, S5 et du nerf coccygien C0. Il donne les nerfs ano-coccygiens.

## Structure schématique du nerf périphérique type (branche terminale d'un plexus)

Chaque nerf est formé de fibres nerveuses et de tissu conjonctif.

- les fibres nerveuses se regroupent en faisceaux : les fascicules du nerf.
- Le tissu conjonctif constitue l'endonèvre, le périnèvre et l'épinèvre.

L'endonèvre est situé entre les fibres nerveuses, à l'intérieur des fascicules.

Le périnèvre constitue l'enveloppe conjonctive de chaque fascicule.

L'épinèvre est le tissu conjonctif dans lequel cheminent les fascicules

C'est dans l'épinèvre que cheminent les vaisseaux du nerf : ce sont les « vasa nervorum ». Ils naissent des artères de voisinage ou se rendent aux veines de voisinage et constituent le long du nerf, de riches arcades anastomotiques.

### 2.1.2.2. Les nerfs crâniens

#### Définition

Ce sont les nerfs qui se détachent de l'encéphale.

#### Classification

Il en existe 12 paires :

- I : nerf olfactif \*
- II : nerf optique\*
- III : nerf oculomoteur (nerf moteur oculaire commun).  
\* I et II sont en fait de véritables prolongements de l'encéphale.
- IV : Nerf trochléaire
- V : nerf trijumeau
- VI : nerf abducens (nerf moteur oculaire externe).
- VII : nerf facial (et VII Bis : nerf intermédiaire).
- VIII : nerf vestibulo-cochléaire (nerf auditif).
- IX : nerf glosso-pharyngien.
- X : nerf vague (nerf pneumogastrique)
- XI : nerf accessoire\* (nerf spinal)
- XII : nerf hypoglosse (nerf grand hypoglosse).

On distingue des nerfs crâniens moteurs, des nerfs crâniens sensoriels et des nerfs mixtes.

**Les nerfs crâniens moteurs** ne comportent que des fibres afférentes : III, IV, VI, XI et XII

**Les nerfs crâniens sensoriels** ne comportent que de fibres afférentes : I, II et VIII.

**Les nerfs mixtes** : comportent à la fois des fibres afférentes : V, VII, IX et X.

### *Description*

Tout nerf crânien présente à décrire une origine réelle, une origine apparente, un trajet intra puis extra-crânien, une terminaison avec un territoire de distribution périphérique.

**L'origine réelle** correspond au noyau du nerf crânien étudié c'est-à-dire au centre encéphalique de ce nerf.

Au niveau du noyau d'un nerf crânien moteur se trouvent les corps cellulaires des motoneurones (on dit qu'il s'agit d'un noyau d'origine).

Au niveau du noyau d'un nerf crânien sensoriel ou sensitif, se trouvent les terminaisons des fibres sensorielles ou sensibles (on dit qu'il s'agit d'un noyau de terminaison).

**L'origine apparente** (ou émergence) correspond au point où le nerf se détache de l'encéphale.

Ce point d'émergence peut être antérieur (III, VI, VII, XII) ou latéral (V, VIII, IX, X, XI). Il peut être situé à divers niveaux :

- Au niveau de la moelle allongée : IX, X. Racine bulbaire du XI, XII
- au niveau du sillon bulbo-pontique : VI, VII et VIII.
- à l'étage pontique : V
- à l'étage mésencéphalique : III et IV\*\*

Les nerfs mixtes naissent comme les nerfs spinaux, par deux racines, l'une motrice, l'autre sensitive (celle-ci présente d'ailleurs sur son trajet un ganglion nerveux, contenant les corps cellulaires des fibres sensibles).

**Le trajet** : le nerf chemine d'abord à l'intérieur de la cavité crânienne (trajet intracrânien) entouré par les enveloppes méningées.

Il traverse ensuite la base du crâne au niveau d'un foramen ou d'un canal de cette base.

Il se retrouve à l'extérieur du crâne et décrit alors un trajet extra-crânien plus ou moins long qui peut lui faire traverser plusieurs régions différentes pour l'amener à son territoire de distribution.

**Terminaison et territoire de distribution périphérique** : le nerf se termine soit au niveau de la face, soit au niveau du thorax, soit enfin au niveau de l'abdomen ou pelvis.

