

UNITE D'ENSEIGNEMENT FONDAMENTAL II (UEFII)

BIOLOGIE ANIMALE

Première Partie : Embryologie

Deuxième Partie : Histologie

Première Partie : Embryologie

- I. Introduction
- II. Gamétogenèse
- III. Fécondation
- IV. Segmentation
- V. Gastrulation
- VI. Neurulation : devenir des feuillets
- VII Délimitation — annexes des oiseaux
- VIII. Particularités de l'embryologie humaine - Cycle, nidation, évolution annexes, placenta

Introduction

Une propriété fondamentale des organismes vivants est leur capacité de se reproduire et d'assurer ainsi la continuité de la vie. La reproduction consiste en la création de nouveaux individus. On distingue classiquement deux grands groupes de reproduction :

- **La reproduction sexuée** implique la participation de deux gamètes mâle et femelle de la même espèce.

Ce mode de reproduction implique l'union des deux gamètes haploïdes (n chromosomes), mâle (spermatozoïde) et femelle (ovule).

➤ **Chez les espèces gonochoriques**, les sexes sont complètement séparés, la spermatogenèse et l'ovogenèse se déroulent chez deux individus différents : (mâle et femelle). Le sexe de ces individus est déterminé génétiquement par la nature des chromosomes sexuels : chromosomes X et Y chez les mammifères et Z et W chez les oiseaux.

- a) L'un des deux sexes est **hétérogamétique** et forme deux catégories de gamètes différents par la nature du chromosome sexuel : le mâle (XY) chez les mammifères et la femelle (ZW) chez les oiseaux.
- b) L'autre sexe est **homogamétique** et ne forme qu'une seule catégorie de gamètes : la femelle (XX) chez les mammifères et le mâle (ZZ) chez les oiseaux.

➤ **Chez les espèces hermaphrodites**, l'individu est morphologiquement mâle et femelle, soit alternativement soit simultanément (un même individu porte les deux types de gonades : mâle et femelle). Ex. les invertébrés

- *Hermaphrodite simultané* : un même individu peut produire simultanément des gamètes mâle et femelle (autofécondation). Les gonades mâles et femelles peuvent être bien différenciés dans deux organes différents, ou mélangés dans une même glande : *l'ovotestis*. Ex. ver de terre, escargot.
- *Hermaphrodite successif ou séquentiel* : un même individu peut produire successivement les gamètes mâles puis femelles (*hermaphrodisme protérandrique*) ou moins souvent d'abord femelle, puis mâle (*hermaphrodisme protéogynique*). Ex. certains mollusques.

- **La reproduction asexuée** consiste à produire un ou plusieurs nouveaux individus à partir d'un seul parent. Les descendants sont identiques sur le plan génétique avec leur unique parent. Ce mode de reproduction existe chez les bactéries et les organismes unicellulaires sous la forme d'une division binaire (une cellule mère donne deux cellules filles) mais aussi chez les organismes pluricellulaires.

- **La parthénogenèse** est un mode de reproduction asexué qui désigne l'ensemble des phénomènes permettant le développement d'un nouvel organisme à partir d'un ovocyte, sans participation du spermatozoïde (sans fécondation).

Le terme "**embryologie**" signifie l'étude de la formation et du développement des êtres vivants pluricellulaires, résultant de la reproduction sexuée de leurs parents.

I. La gamétogenèse

Les gamètes dérivent des cellules germinales primordiales (CGP), qui se forment au niveau de l'épiblaste pendant la deuxième semaine, puis elles migrent vers la paroi du sac vitellin. Pendant la quatrième semaine ces cellules commencent à migrer vers les gonades en développement.

La différenciation des cellules germinales ou **gamètes** est la **gamétogenèse**. Le gamète mâle, petit et mobile est appelé **spermatozoïde**, le gamète femelle, gros et immobile est appelé **ovule (ou oeuf)**.

Leur formation, **spermatogenèse** ou **ovogenèse** se déroule dans des organes spécialisés, les gonades : **testicules** (gonades mâles) ou **ovaires** (gonades femelles).

La différenciation des gamètes (gamétogenèse) présente une certaine uniformité dans le règne animal, elle se déroule en trois phases :

- ✓ **Phase de multiplication**, durant laquelle les cellules germinales primordiales diploïdes se divisent par des mitoses normales et augmentent leur nombre en donnant des **gonies** : **ovogonies** chez la femelle, **spermatogonies** chez le mâle.
- ✓ **Phase d'accroissement**, les **gonies** cessent de se multiplier par mitoses et augmentent de volume par accroissement du cytoplasme en accumulant des réserves vitellines (vitlogenèse). Cette phase est plus importante chez la femelle que chez le mâle. A la fin de cette phase, les gonies prennent le nom d'**auxocytes primaires** : **ovocytes I** ou **spermatoctyes I**. Les auxocytes I entrent en prophase de la première division méiotique et répliquent leur ADN.
- ✓ **Phase de maturation**, commence à la puberté. Durant laquelle les auxocytes I (diploïdes) subissent une méiose comportant deux divisions successives : La première division est réductionnelle aboutit à la formation d'**ovocytes II** ou de **spermatoctyes II** (haploïdes). La seconde division est équationnelle normale et donne des **spermatides** ou des **ovotides**.

A la fin de ces deux divisions, l'ovocyte I ne donne généralement qu'un seul gamète (ovule haploïde), alors que le spermatoctye I donne quatre gamètes mâles (spermatozoïdes).

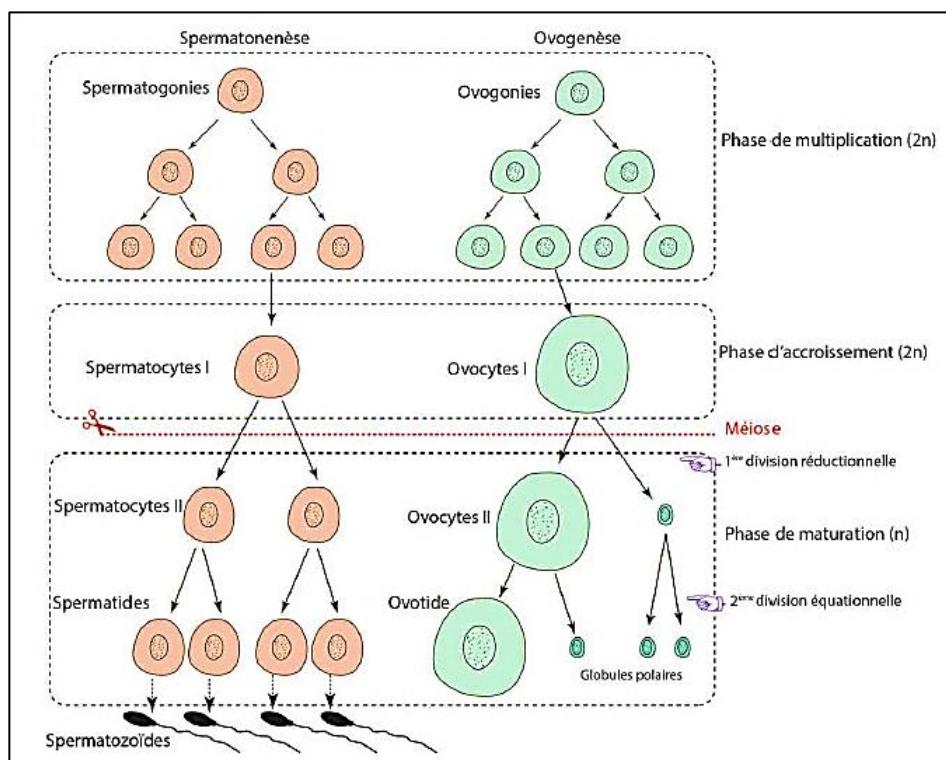


Figure 1 : Schéma représentant les différentes étapes de la gamétogenèse.

1.1. La spermatogenèse

La spermatogenèse est la formation des cellules reproductrices mâles ou spermatozoïdes. Elle se déroule dans les tubes séminifères du testicule. Elle est déclenchée à la puberté par les hormones hypophysaires. C'est un processus permanent et non cyclique comme l'ovogenèse.

1.1.1. Structure du testicule des mammifères

Les testicules sont des organes pairs suspendus avec l'épididyme dans le scrotome par le cordon spermatique qui contient le canal déférent et l'artère spermatique. Le testicule est enveloppé d'une tunique, l'**albuginée**, qui s'épaissit pour former le médiastin du testicule. Des septa fibreux du médiastin divise le testicule en 250 à 300 lobules. Chaque lobule contient jusqu'à quatre tubes séminifères. Les tubes séminifères sont des structures contournées, qui se jettent à ses deux extrémités dans le rete testis, un canal anastomosé situé au pôle vasculaire du testicule et bordé par un épithélium cuboïde.

Le testicule est composé de deux compartiments : le **compartiment tubulaire** et le **compartiment interstitiel** :

1.1.1.1. Le compartiment interstitiel :

Les cellules les plus importantes de ce compartiment sont les cellules de **Leydig**. Ces cellules sont la source de la testostérone et de l'insuline-like facteur 3. Le compartiment interstitiel contient aussi des cellules immunitaires, des vaisseaux sanguins et lymphatiques, des nerfs, les fibroblastes et un tissu conjonctif lâche. Ce compartiment correspond à environ 2,6% du volume testiculaire total.

1.1.1.2. Le compartiment tubulaire : dans lequel se déroule la spermatogenèse. Il est formé par de nombreux tubes séminifères bordés par un épithélium composé de cellules germinales et deux types différents de cellules somatiques ; les cellules péri-tubulaires (myofibroblastes) et les cellules de **Sertoli** :

a) Les cellules péri-tubulaires sont alignées autour des tubules et forment des couches concentriques qui sont séparées par des couches de collagènes. Ces cellules produisent plusieurs facteurs qui sont impliqués dans la contractilité cellulaire comme la panactine et la desmine.

b) Les cellules de Sertoli sont des cellules somatiques ayant un rôle de soutien des cellules germinales situées dans l'épithélium germinatif. À l'âge adulte, ces cellules sont mitotiquement inactives. Ces cellules sont situées sur la membrane basale et s'étendent vers la lumière des tubes séminifères et sont reliées entre elles par des jonctions serrées qui forment une barrière hemato-tubulaire. Le long du corps cellulaire ; qui s'étend sur toute la hauteur de l'épithélium germinal, se déroulent la différenciation morphologique et physiologique et la mutation des cellules germinales.

Les cellules de Sertoli synthétisent et sécrètent une grande variété de facteurs : les protéines, les cytokines, les facteurs de croissance, les opioïdes, les stéroïdes, les prostaglandines, les modulateurs de la division cellulaire.

e) Les cellules germinales : les cellules de la lignée germinale (spermatique), à renouvellement continu et qui se différencient en spermatozoïdes qui seront largués dans la lumière du tubule.

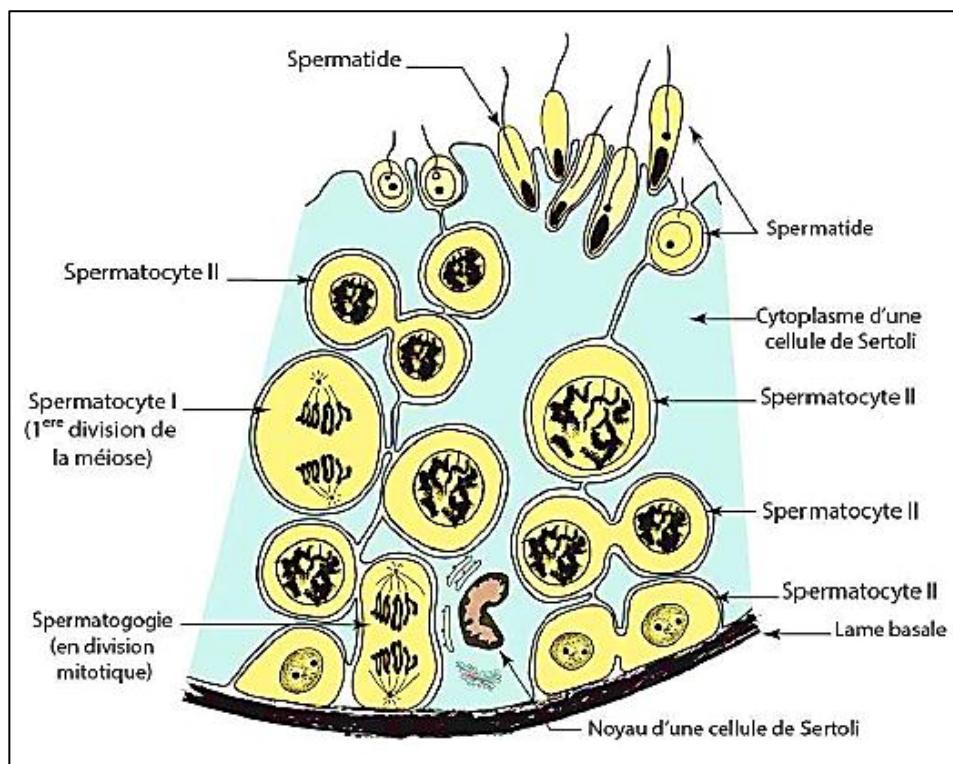


Figure 2 : Schéma représentant la structure d'un tube séminifère de mammifère.

- **Les spermatogonies :** Sont des cellules dipolides directement en contact avec la lame basale. Elles se développent à partir des cellules germinales primordiales qui migrent dans les testicules dès le début de l'embryogenèse.
- **Les spermatocytes :** Pendant la phase de multiplication et après avoir subi plusieurs divisions, les spermatogonies augmentent légèrement de taille et deviennent des **spermatocytes I** (spermatocytes de premier ordre). Pendant la phase de maturation, la première division de la méiose réductionnelle donne des **spermatocytes II** (spermatocytes de deuxième ordre) avec n chromosomes.
- **Les spermatides :** sont le produit de la deuxième division équationnelle de la méiose et sont dépourvues de la capacité à se diviser. Les spermatides subissent une étape supplémentaire de différenciation (la spermiogenèse) pour donner des **spermatozoïdes** mobiles.

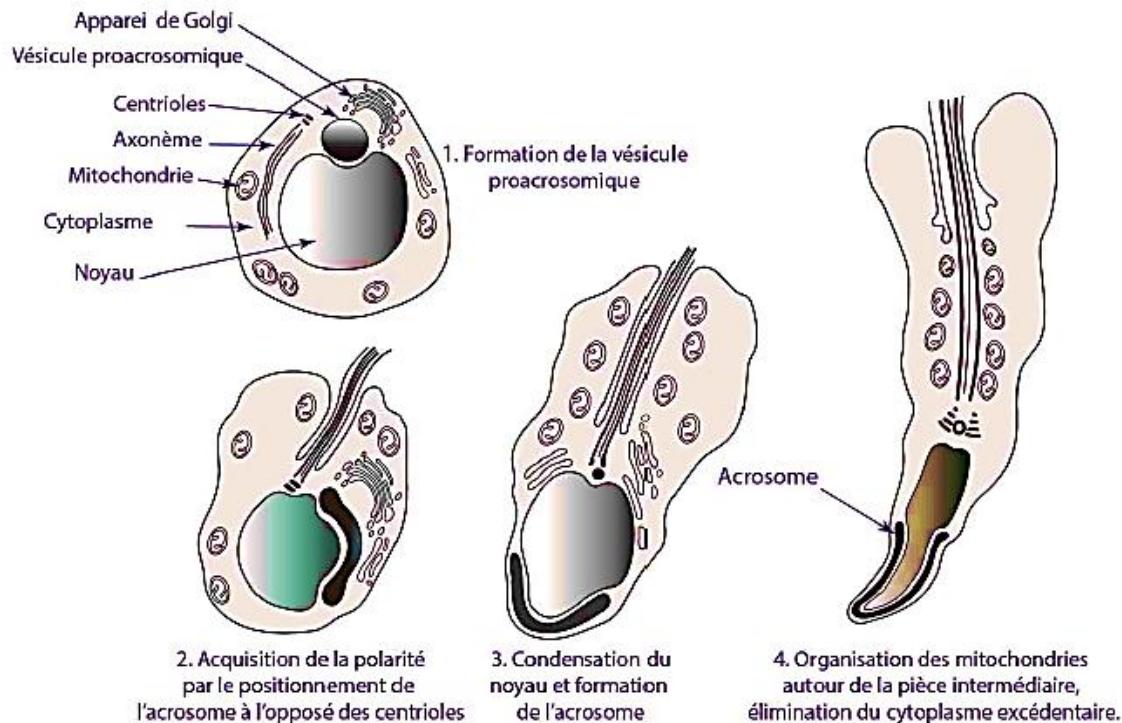
1.1.2. La spermiogénèse : C'est la différenciation des spermatides en spermatozoïdes est appelée **spermiogénèse**. Elle comprend les étapes successives suivantes qui peuvent se dérouler de manière synchrone :

- **Condensation du noyau :** compaction et condensation du contenu du noyau à un volume minimal. Les histones sont remplacées par des protamines, molécules riches en cystéine et en arginine.
- **Formation de l'acrosome :** formation d'un capuchon céphalique (acrosome) contenant des enzymes qui jouent un rôle important dans la pénétration de la zone pellucide de l'ovocyte. L'acrosome ainsi formé contient de nombreuses enzymes permettant, lors de la fécondation, le déroulement de la réaction acrosomale.
- **Formation du flagelle et réduction du cytoplasme :** Les deux centrioles (distal et proximal) migrent vers le pôle cellulaire opposé à l'acrosome. Le centriole distal, forme le corpuscule basal, ou cinétosome, à l'origine du flagelle. La membrane plasmique, connectée au flagelle par l'*annulus*, ou anneau de Jensen,

formé à partir des ribosomes, se déforme au fur et à mesure de la croissance du flagelle. La membrane nucléaire au contact des centrioles constitue la plaque basale. Les mitochondries se regroupent le long du flagelle ce qui forme le manchon mitochondrial de la pièce intermédiaire.

Un cycle spermatogénique est la durée nécessaire à la différenciation d'une spermatogonie en spermatozoïde mature, incluant la spermiogenèse.

Le processus de libération des spermatozoïdes par la cellule de Sertoli est appelé la **spermiation**.



1.1.3. Structure du spermatozoïde

Chez la plupart des espèces animales, le spermatozoïde est composé de trois parties :

- La tête : sa forme est composée essentiellement par le noyau qui contient l'information génétique. L'acrosome située à l'extrémité antérieure de la tête est plein d'enzymes protéolytiques nécessaires pour la fécondation.
- La pièce intermédiaire : elle est séparée de la tête par le cou qui comporte le centriole proximal séparé du noyau par la plaque basale. Le point de départ de l'axonème du flagelle commence à partir du centriole distal. La pièce intermédiaire est formée de neuf (9) faisceaux de fibres denses et des mitochondries qui entourent l'axonème (l'axonème est formé de neuf (9) doublets de microtubules périphériques avec une paire centrale).
- La queue : elle est longue et ne comprend pas des mitochondries. Elle contient des faisceaux de fibres denses et une gaine fibreuse qui entoure l'axonème.

Chez certaines espèces, les spermatozoïdes sont immobiles et se déplacent par des mouvements amiboides (certaines crustacés et insectes et chez les nématodes).

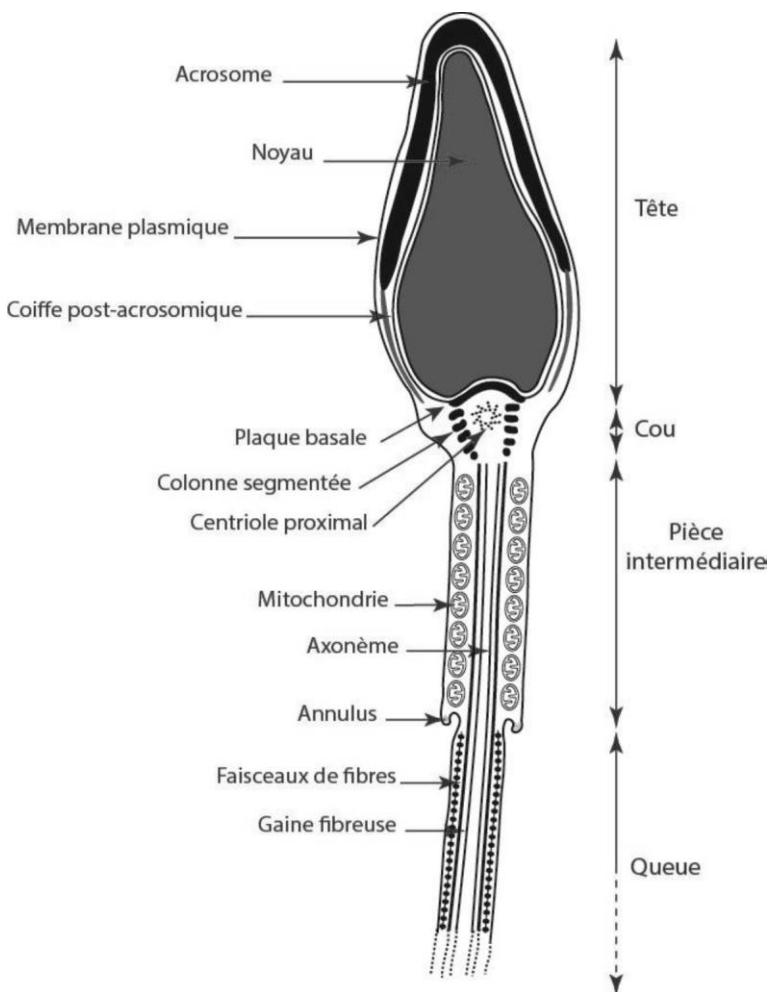


Figure 4 : Structure d'un spermatozoïde de mammifère.

1.1.4. La capacitation

Elle correspond à un ensemble de modifications membranaires et intracellulaires du spermatozoïde dans les voies génitales femelles qui provoquent sa maturation pour pouvoir se fixer à la zone pellucide et opérer sa réaction acrosomique pour féconder l'ovocyte.

Pendant la capacitation, le plasma séminal sécrété par les glandes annexes et les protéines stabilisantes déposées dans les voies mâles vont être éliminés. Les sites récepteurs membranaires permettant la reconnaissance de la zone pellucide sont démasqués par l'action d'enzymes protéolytiques contenus dans les sécrétions utérines. Ces récepteurs se regroupent sur la région antérieure de la tête du spermatozoïde.

1.2. L'ovogenèse

L'ovogenèse est l'ensemble des processus qui transforment la cellule germinale ou ovogonie, diploïde, en une cellule apte à être fécondée, l'ovocyte.

1.2.1. Les étapes de l'ovogenèse

- **Pendant la phase embryonnaire :** l'ovogenèse commence dans l'ovaire de l'embryon femelle, les cellules germinales diploïdes se différencient en ovogonies qui subissent une phase de multiplication pour atteindre un nombre de 7 millions dans les deux ovaires. Certaines ovogonies subissent la deuxième phase de la gaméto-génèse ; l'accroissement, et deviennent des **ovocytes I** (30 µm de diamètre). Ces ovocytes I entrent en prophase de la première division méiotique. Elles s'entourent d'une couche de cellules folliculeuses et forment les **follicules primordiaux** (50 µm de diamètre).

Le follicule primaire montre une apparition des granules corticaux, une synthèse d'ARNm et d'ARNr et début de sécrétion de la zone pellucide qui est constituée de glycoprotéines.

- Au cours de la période prénatale, de très nombreuses ovogonies dégénèrent et il persiste dans chaque ovaire 500000 follicules primordiaux.

- **A la naissance** : les ovocytes des follicules primordiaux sont tous bloqués en prophase I. La majorité d'entre eux dégénèrent au cours de l'enfance. Ceux qui échappent à l'atrésie (50000 à 70000) restent en réserve sous cette forme jusqu'à la puberté.

- Quelques rares follicules entament leur développement avant la puberté mais n'atteignent pas la maturité.

- **A partir de la puberté** (maturité sexuelle) : Certains follicules primordiaux entrent en phase de différenciation et de croissance ; la **folliculogenèse** qui désigne un processus de maturation des follicules primordiaux jusqu'à l'ovulation ou l'atrésie.

Les différents stades de la folliculogenèse sont :

- **Les follicules secondaires** entourés de plusieurs couches de cellules folliculeuses avec accumulation de réserves cytoplasmiques. Cette étape se caractérise par une accumulation de réserves cytoplasmiques et un début de constitution de la thèque interne.
- **Les follicules tertiaires ou cavitaire**s : un accroissement du nombre des couches cellulaires :
 - en dedans, les cellules de la granulosa qui sécrètent le liquide folliculaire riche en acide hyaluronique,
 - en dehors, la thèque folliculaire,
 - l'ovocyte est porté par un massif cellulaire : le cumulus oophorus.
- **Le Follicule de De Graaf** : la cavité ou *antrum* occupe presque tout le volume du follicule. Un massif cellulaire fait saillie dans cet antrum, le *cumulus oophorus*, constitué par l'ovocyte I entouré par la zone pellucide et les quelques couches de cellules folliculeuses dont celles de la *corona radiata*. La thèque externe à prédominance fibreuse est très mince. La thèque interne glandulaire stéroïdogène à prédominance cellulaire contient des capillaires.

À la maturation, la première division de méiose s'achève, avec émission du premier globule polaire ; l'ovocyte est devenu un ovocyte secondaire (ovocyte II). La seconde division de méiose s'arrête en métaphase II. C'est alors que se produit l'ovulation vers le 14^e jour du cycle oestrien chez la femme.

Chez les mammifères la fécondation entraîne l'achèvement de la méiose et l'émission du deuxième globule polaire.

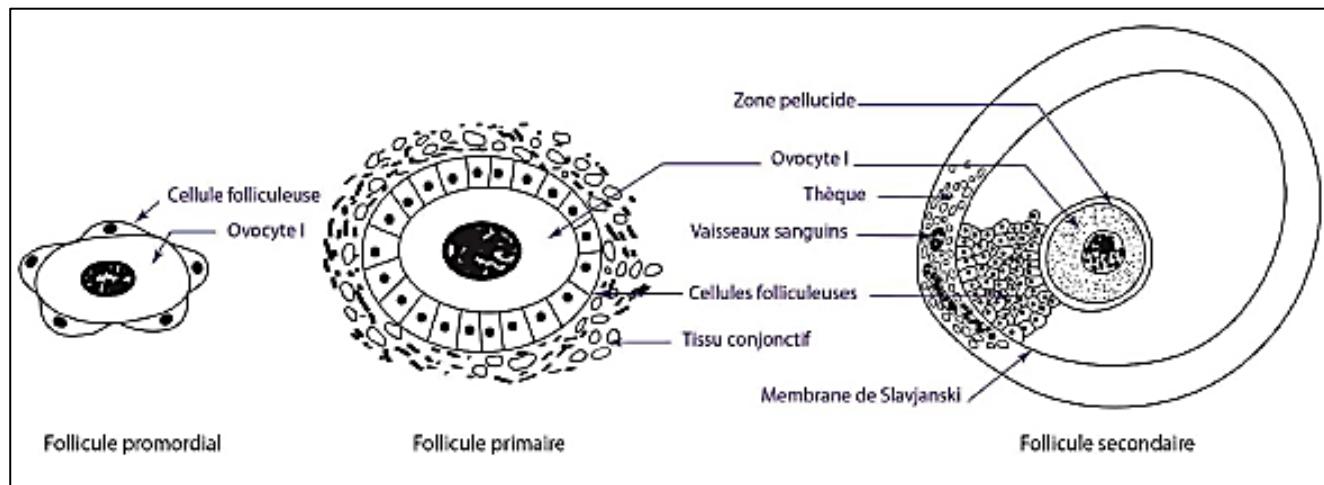


Figure 5 : Croissance d'un follicule ovarien de mammifères.

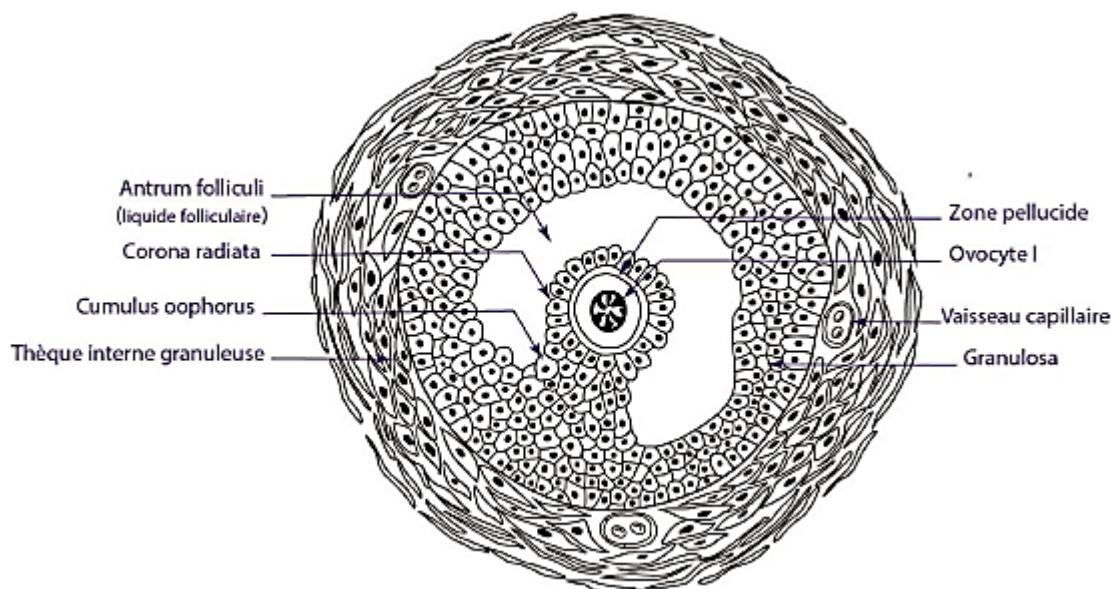


Figure 6 : Structure d'un follicule de mammifères.

1.2.2. La vitellogenèse

Pendant la deuxième phase de l'ovogenèse, la phase d'accroissement, l'augmentation de la taille de l'ovocyte repose d'une part sur la synthèse intracellulaire, d'autre part sur le stockage de réserves vitellines synthétisées hors de l'ovaire.

Le vitellus est organisé en inclusions, les plaquettes vitellines, formées de deux types de protéines : la **phosvitine**, protéine hautement phosphorylée, et la **lipovitelline**, contenant une forte proportion de lipides liés. Ces deux protéines sont dérivées d'un précurseur commun, la **vitellogénine**. Le vitellus contient aussi des réserves lipidiques et glycogéniques.

Les protéines et les phosphoprotéines du vitellus sont synthétisées dans le corps gras (ou foie maternel). Elles sont transportées par l'hémolymphé (ou circulation sanguine), et sont intégrées à l'ovocyte par endocytose et stockées dans l'ovocyte sous forme de granules vitellins (ou plaquettes vitellines).

1.3. La différence entre la spermatogenèse et l'ovogenèse

- **La durée du cycle** : La spermatogenèse est de plus courte durée que l'ovogenèse. Chez les Vertébrés supérieurs, un cycle ovogénétique peut s'étendre sur toute la vie sexuelle de la femelle, un cycle spermatogénétique ne dure que quelques semaines (74 jours chez l'Homme).

- **Localisation temporelle de la période de multiplication** : Chez le mâle, elle dure depuis la maturité sexuelle jusqu'à la sénescence. Chez les femelles des vertébrés supérieurs ou amniotes (Reptiles, Oiseaux, Mammifères), la multiplication des ovogonies est restreinte à la vie foetale ou périnatale de la jeune femelle.

Chez les femelles de Vertébrés inférieurs ou anamniotes (Poissons Téléostéens et Amphibiens) il existe une vague de mitoses qui suit une période de ponte, et dont les produits sont à l'origine de la ponte suivante.

- **Importance de la période d'accroissement** : L'augmentation du volume des spermatogonies pendant cette phase est moins importante. L'accroissement du volume des ovocytes I est considérable à cause de l'accumulation des réserves vitellines.

- **Résultats de la méiose** : Après la méiose, un spermatocyte I donne naissance à 4 spermatozoïdes fonctionnels. Un ovocyte I ne donne qu'un seul ovule fonctionnel et deux globules polaires non fonctionnels.

II. La fécondation

La fécondation est le résultat de la fusion d'un spermatozoïde avec un ovule, suivie de la fusion des noyaux de ces deux gamètes ou **amphimixie**. Il se forme ainsi un œuf fécondé ou : **zygote**.

L'amphimixie (ou caryogamie) après l'activation du métabolisme du gamète femelle.

Chez les espèces à fécondation externe (ex. Oursin), un peptide de 14 acides aminés, le **résact**, sécrété par la gangue gélatineuse de l'œuf est responsable de l'attraction des spermatozoïdes (chimiotactisme).

Chez les animaux à fécondation interne, le mécanisme d'attraction des spermatozoïdes vers les ovules est mal connu.

2.1. Les étapes de la fécondation

a) Reconnaissance et adhérence des gamètes

Chez la souris, l'interaction spermatozoïde - zone pellucide est de type ligand-récepteur. Les glycoprotéines de la zone pellucide (ZP1, ZP2, ZP3) interagissent spécifiquement avec les protéines de la membrane plasmique du spermatozoïde. Dans un premier temps, la fixation spécifique du spermatozoïde s'effectue au niveau de **ZP3**.

b) Réaction acrosomique

Les liaisons entre **ZP3** et les protéines transmembranaires provoquent la libération de Ca^{++} intracellulaire, ce qui favorise alors indirectement des fusions entre la membrane externe de l'acrosome et la membrane plasmique de la tête spermatique. Ceci entraîne la formation de pores membranaires par lesquels sont libérées les enzymes protéolytiques contenues dans l'acrosome (Hyaluronidase, neuraminidase, acrosine,...), ce qui digère localement la zone de contact avec le spermatozoïde.

La digestion locale de la zone pellucide permet d'aider la pénétration de ce dernier, celle-ci s'effectue principalement par des mouvements mécaniques. La fixation de la tête spermatique à la zone pellucide est alors assurée par un second type de liaison s'établissant entre **ZP2** et un récepteur porté par la membrane interne de l'acrosome.

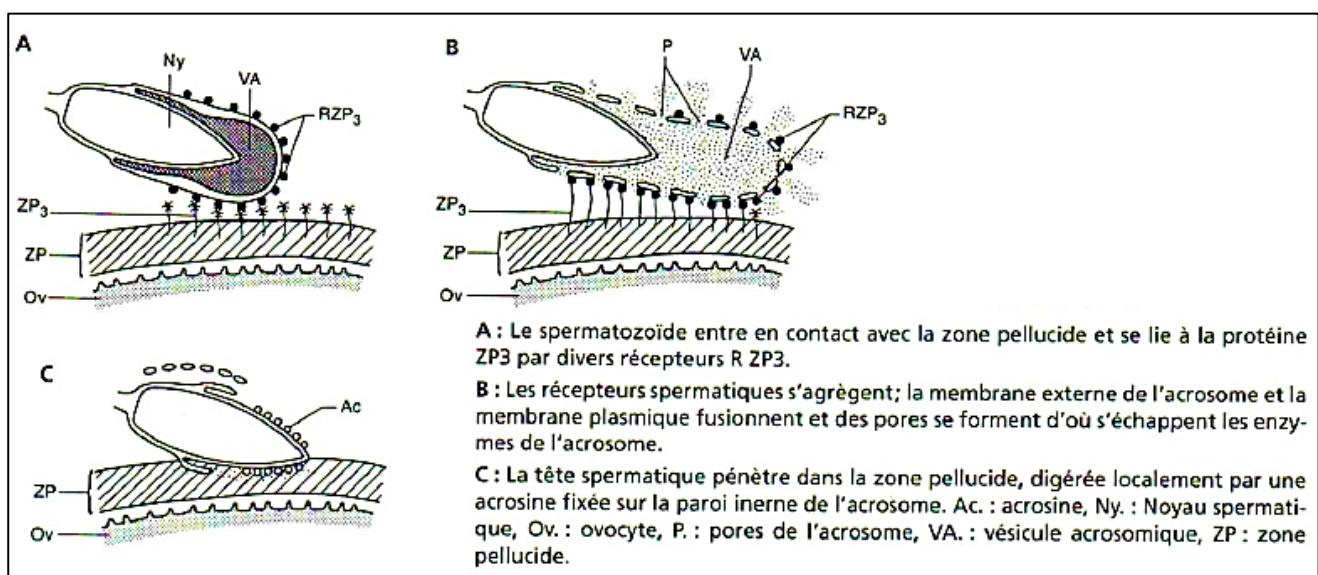


Figure 7 : Réaction acrosomique au cours de la fécondation chez un mammifère.

c) Fusion des membranes plasmiques et réaction corticale

Chez les Mammifères, les **fertilines**, protéines de la membrane interne de l'acrosome se lient aux **intégrines** de la membrane de l'ovocyte et sont directement impliquées dans le processus de fusion.

La fusion a lieu entre la membrane latérale du spermatozoïde et celle des villosités de l'ovocyte. Le cytoplasme ovocytaire entoure le noyau spermatique qui pénètre tangentially dans l'ovocyte.

Au moment de la fusion des membranes se produit simultanément la formation de la membrane de fécondation. Les **granules corticaux** d'origine golgienne localisées sous la membrane ovocytaire se fusionnent avec lui et libèrent leurs contenus (riche en protéases et des protoglycannes) entre la membrane plasmique et l'enveloppe vitelline (ou la zone pellucide chez les mammifères).

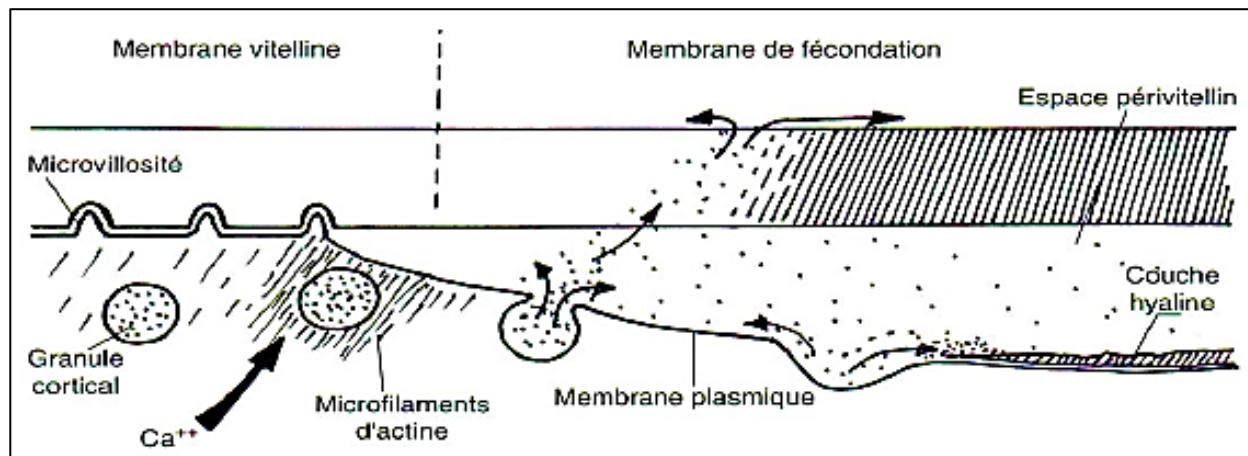


Figure 8 : Formation d'une membrane de fécondation.

d) Fusion des noyaux, ou amphimixie

Dans les œufs sans vitellus (Oursins ou des Mammifères), les deux noyaux migrent vers le centre de l'œuf. Dans les œufs riches en vitellus (oiseaux, reptiles, insectes) la fusion des noyaux se fait au centre de l'aire de cytoplasme actif, au pôle animal.

Les deux noyaux fusionnent avec formation d'une enveloppe nucléaire unique. Les chromosomes paternels et maternels s'individualisent à nouveau, ils s'apparentent et s'organisent à l'équateur du fuseau achromatique au moment de la première division de segmentation.

III. La Segmentation

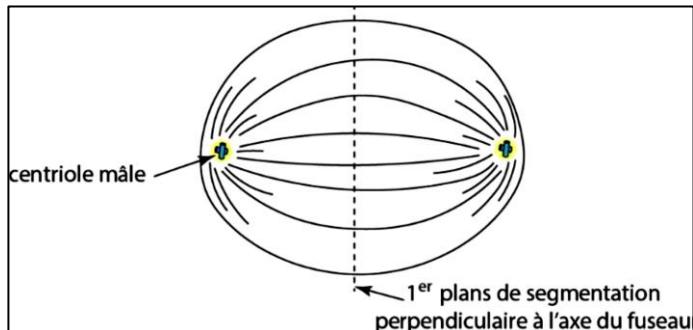
L'embryon qui se segmente est une **blastula**. Elle est le siège d'une activité mitotique intense pour former un organisme multicellulaire sans accroissement de volume par rapport à l'œuf. Au sein de la blastula apparaît une cavité de segmentation ou **blastocèle** (ou blastocôle), remplie de fluide.

La segmentation est le résultat de deux processus coordonnés :

- **caryocinèse** : division mitotique du noyau, dont l'agent mécanique est le fuseau mitotique avec ses microtubules composés de tubuline.
- **cytocinèse** : division de la cellule entière, dont l'agent mécanique est l'anneau contractile de microfilaments composés d'actine.

Les plans de segmentations du zygote sont affectés par plusieurs facteurs :

- le point d'entrée du spermatozoïde dans l'œuf : le premier plan de clivage est spécifié par le point d'entrée du spermatozoïde dans l'œuf. Le centriole mâle agit comme centre organisateur et il a une influence directe sur le premier plan de segmentation du zygote (les asters du fuseau mitotique déterminent le plan de division cellulaire).



- les **facteurs cytoplasmiques** de l'œuf peuvent influencer le fuseau mitotique,

- la **quantité et la répartition du vitellus** dans le cytoplasme : Les divisions sont rapides au pôle animal pauvre en vitellus, qu'au pôle végétatif riche en vitellus. Ainsi on distingue plusieurs types d'œufs

3.1. Les différents types des œufs

La nature des œufs détermine le type de segmentation : le mode de segmentation est fonction de la quantité et la répartition des réserves en vitellus que l'œuf. On distingue ainsi plusieurs types d'œufs :

- a) **Les œufs alécithes** (du grec, *lecithos* = jaune d'œuf et *a* = sans) sans réserves vitellines (*Mammifères supérieurs*). A la fin de la segmentation aboutit à la formation d'une *cæloblastula* : composée d'une seule couche de cellules qui entourent le blastocône.
- b) **Les œufs oligolécithes** (du grec, *lecithos* = jaune d'œuf et *oligos* = peu), ce type d'œuf contient de très faibles réserves vitellines (*Oursins*). La segmentation aboutit à la formation d'une *cæloblastula*
- c) **Les œufs hétérolécithes** (du grec, *lecithos* = jaune d'œuf et *heteros* = inégal, moyen), possèdent un vitellus moyennement abondant à distribution hétérogène situé au pôle végétatif, le noyau est excentré au pôle animal. Cette quantité de vitellus n'empêche pas une segmentation totale (*Amphibiens, Annélides, nombreux mollusques*). Ce type d'œufs aboutit à la formation d'une *Sterroblastula (ou stéréoblastula)* : c'est une blastula sans blastocône. Elle se compose de grandes, mais peu de, blastomères disposées de manière compacte sans ou avec un très peu de blastocône.
- d) **Les œufs telolécithes** (du grec, *lecithos* = jaune d'œuf et *telos* = entier), possèdent un vitellus abondant à distribution homogène, formant une masse compacte : le noyau se trouve dans une portion réduite du cytoplasme (*Oiseaux et Reptiles, nombreux Poissons, Mollusques Céphalopodes*). Ce type d'œuf aboutit à la formation d'une *Discoblastula* : c'est une blastula avec un blastocône, formée par une coiffe peu étendue de blastocytes, appelée blastodisque, sur une masse de vitellus.
- e) **Les œufs centrolécithes** (du grec, *lecithos* = jaune d'œuf et *centros* = extrémité) propres aux Insectes, possèdent un vitellus abondant en position centrale et un cytoplasme périphérique dépourvu de vitellus (cortex ou périplasme). Ce type aboutit à la formation d'une *Périblastula* : à blastoderme d'abord syncytial (tous les noyaux sont contenus dans un même cytoplasme) puis cellulaire.

Certains auteurs utilisent les termes :

- **Isolécithes** qui regroupe les œufs alécithes et oligolécithes.
- **Mésolécithes** qui correspond aux hétérolécithes.

3.2. Les types de segmentation

On distingue deux types de segmentation : la **segmentation totale** ou **holoblastique** (du grec *holos* = complet) et la **segmentation partielle** ou **méroblastique** (du grec *meros* = partie).

3.2.1. La segmentation totale ou holoblastique (œufs alécithes, oligolécithes et hétérolécithes)

Selon la taille des blastomères on distingue :

A) **La segmentation totale égale** : donne des blastomères de même taille à la fin de la segmentation. Exemple : le synapte (Echinoderme) qui possède un œuf alécithe.

B) **La segmentation totale inégale** : les blastomères de l'hémisphère végétatif ou **macromères** sont plus volumineux car plus chargés en vitellus ; ceux de l'hémisphère animal sont des **micromères**. Exemple : les Amphibiens.

Les deux premiers plans de segmentation passent par les pôles animal et végétatif, et sont perpendiculaires entre eux ; le troisième plan, horizontal, délimite les blastomères des hémisphères animal et végétatif.

Selon la disposition des blastomères fils, on distingue :

- a) **La segmentation radiaire** : (Ex. : Amphibiens, Oursin) le premier sillon de segmentation est **méridien**, il passe directement au travers des pôles animal et végétatif et donne deux blastomères égaux. Le deuxième sillon est méridien perpendiculaire au premier et donne quatre blastomères égaux. Le troisième plan de segmentation est équatorial et divise l'embryon en huit blastomères égaux situés exactement les uns au-dessus des autres.

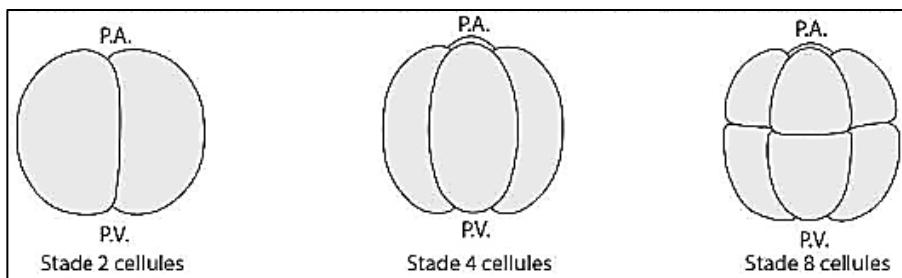


Figure 9 : La segmentation radiaire.

- b) **La segmentation spirale** : (Ex. : Annélides, Plathelminthes, nombreux mollusques). Les deux premières divisions sont à peu près méridionales et égales. Pour chaque division suivante, le plan de segmentation est oblique à l'axe animal-végétatif et perpendiculaire au plan de segmentation précédente. Chaque blastomère produit un micromère dans l'hémisphère animal et un macromère dans l'hémisphère végétatif. Durant ce type de segmentation spirale les blastomères-fils se décalent par rotation dans le sens des aiguilles d'une montre (spirale dextre) ou anti-horaire (spirale senestre).
- c) **La segmentation bilatérale** : (Ex. : ascidies) Ce type de segmentation donne des blastomères symétriques par rapport au plan de symétrie bilatéral (gauche droit), défini dès par la première division méridienne. La deuxième division méridienne ne passe pas par le centre de l'œuf et produit deux grands blastomères antérieurs (A et a) et deux plus petits blastomères postérieurs (B et b).

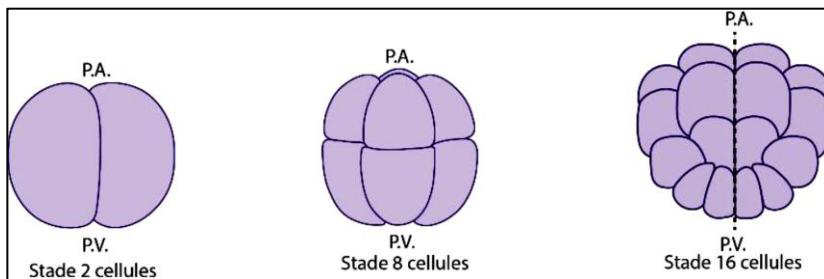


Figure 10 : La segmentation bilatérale.

- d) **La segmentation rotationnelle** : (Ex. mammifères placentaires). La première division est méridienne et égale. Durant la seconde division l'un des deux blastomères se divise selon un plan méridien, l'autre se divise selon un plan équatorial. C'est le clivage rotationnel.

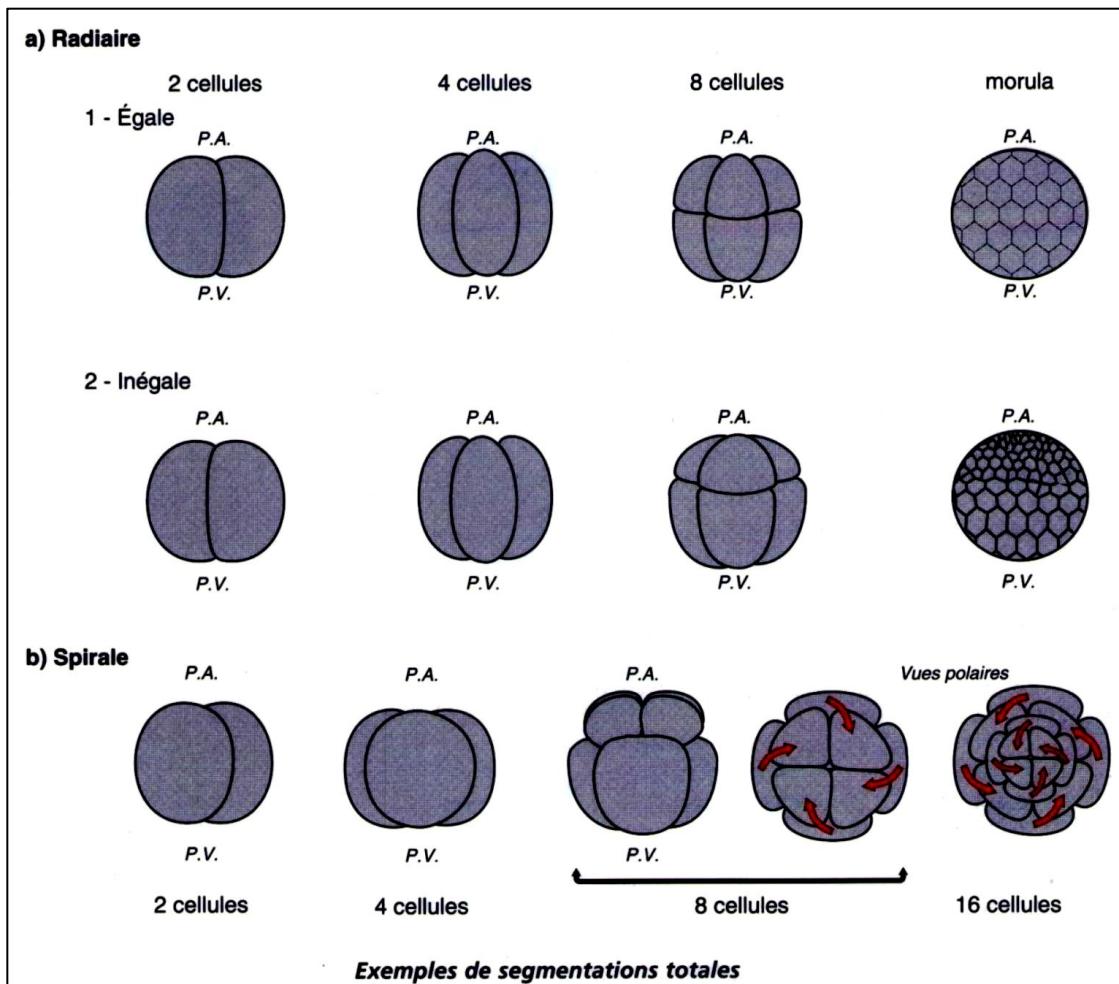
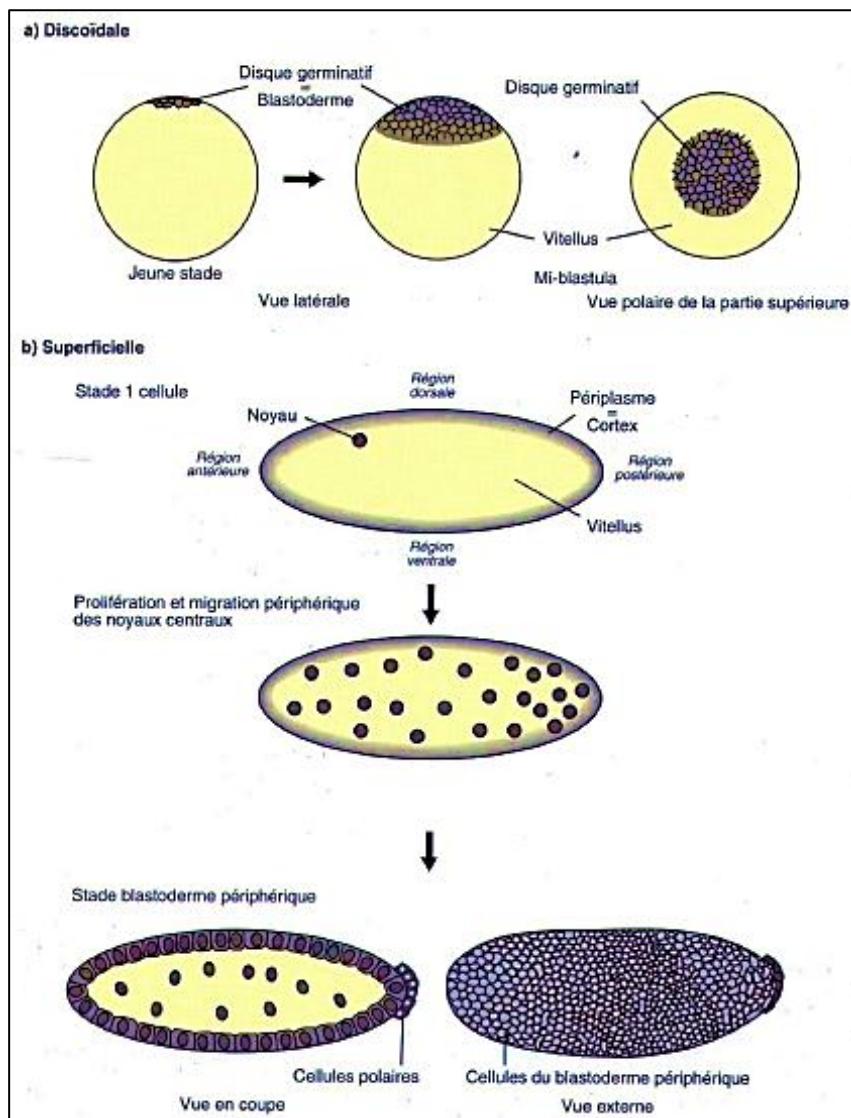
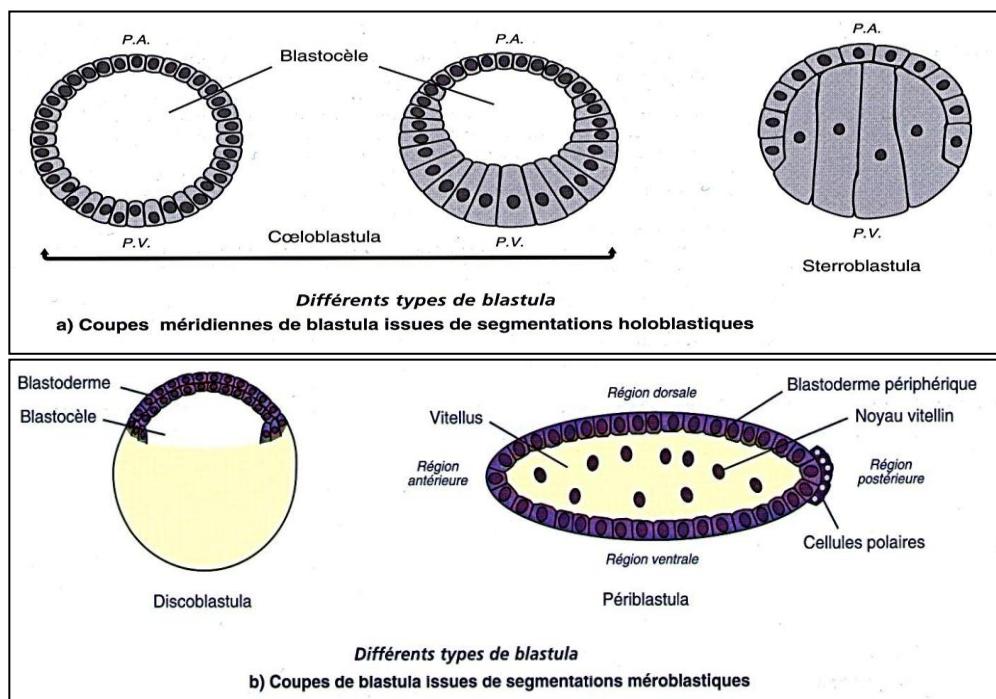


Figure 11 : Exemples de segmentations totales.

3.2.2. La segmentation partielle ou méroblastique (œufs télolécithes, centrolécithes).

Les œufs télolécithes des *Mollusques Céphalopodes*, des *Oiseaux* et des *Reptiles*. La segmentation n'intéresse qu'un disque de cytoplasme dépourvu de réserves, contenant le noyau de fécondation et situé au niveau du pôle animal : c'est le disque germinatif désigné sous le terme de blastoderme. La segmentation est **discoïdale** et aboutit à une blastula, dite **discoblastula**, constituée d'un feuillet cellulaire séparé du vitellus par une cavité, le blastocôle.

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

**Figure 12 :** Exemples de segmentations partielles**Figure 13 :** Différents types de blastula

IV. La gastrulation

C'est l'ensemble des mouvements morphogénétiques qui aboutissent à la mise en place des trois feuillets fondamentaux des Métazoaires dits *triploblastiques* : un feuillet externe, *l'ectoderme*, un feuillet profond, *l'endoderme* et un feuillet moyen, le *mésoderme*. Dans quelques embranchements primitifs il n'y a pas de mésoderme, mais seulement les deux autres feuillets ; c'est le cas des Métazoaires *diploblastiques* regroupant les Spongiaires et les *Cœlenterés*.

Suivant les modalités des mouvements morphogénétiques, on peut définir plusieurs types de gastrulation :

a. **La gastrulation par invagination (ou embolie)** : (ex. : Oursins, amphioxus) Elle concerne des embryons possédant un blastocôle développé et des cellules endodermiques peu chargées en réserves vitellines (peu volumineuses). Le feuillet constitué des cellules de l'hémisphère végétatif s'enfonce dans le blastocôle qui se réduit et tend à disparaître. Il délimite une seconde cavité emboîtée dans la première, *l'archentéron* ou intestin embryonnaire qui s'ouvre à l'extérieur par le *blastopore*. C'est la mise en place d'une ébauche de tube digestif.

b. **La gastrulation par épibolie** : Lorsque les blastomères végétatifs sont trop volumineux pour s'enfoncer à l'intérieur du blastocôle, les cellules de l'hémisphère végétatif deviennent internes de façon passive, par multiplication et intercalation des cellules de l'hémisphère animal formant un feuillet qui les enveloppe progressivement. C'est le phénomène *d'épibolie*. Ce mécanisme peut se combiner au précédent quand la charge vitelline est de moyenne importance. C'est le cas chez les Amphibiens.

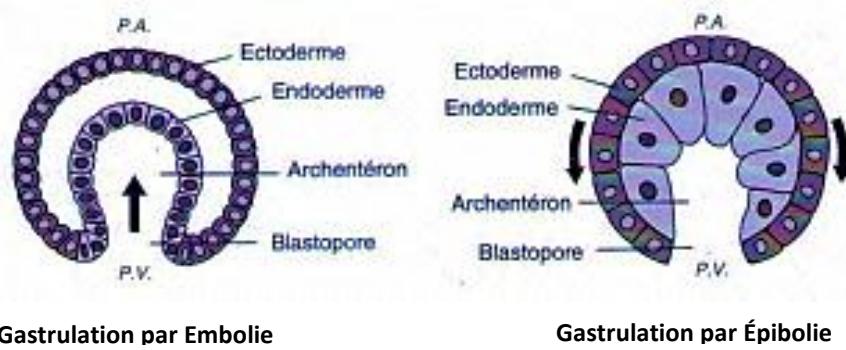


Figure 14 : Modalité de la gastrulation

c. **La gastrulation par délamination.**

Correspond à des multiplications cellulaires perpendiculaires à la couche cellulaire délimitante du blastocôle et qui aboutit à la libération de cellules filles s'agençant entre elles dans la cavité du germe.



Figure 15 : Gastrulation par délamination.

d. **La gastrulation par prolifération polaire.**

Consiste en la multiplication de cellules à l'un des pôles de la blastula. Les cellules filles issues de cette prolifération localisée forment les nouvelles structures internes.

e. La gastrulation par immigration. Elle se rencontre chez les Vertébrés supérieurs. Chez les Oiseaux par exemple, des cellules migrent activement du blastodisque dans le blastocôle ; elles y deviennent libres puis s'agencent pour constituer les feuillets internes, hypoblaste puis endoderme d'abord, mésoderme le long de la ligne primitive ensuite.

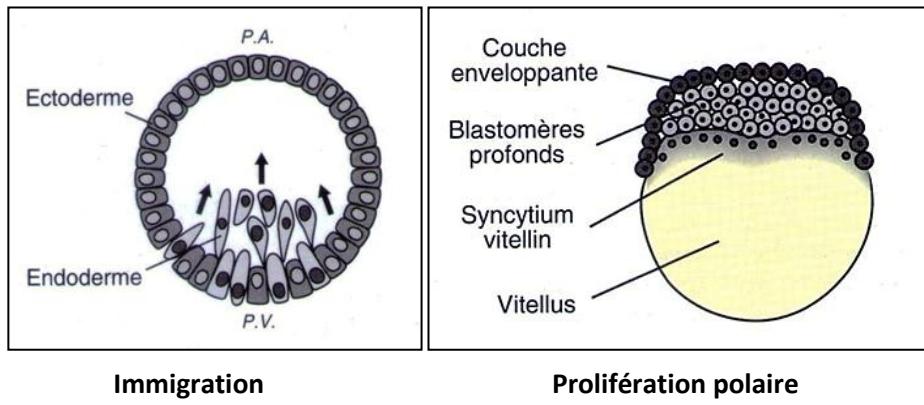


Figure 15 : Gastrulation par immigration et par prolifération polaire.

V. La neurulation

L'ectoderme dorsal, en contact étroit avec le mésoderme, se différencie en neurectoderme sous l'influence inductrice de ce dernier. Les bords latéraux de l'aire aplatie de la plaque neurale forment les **bourrelets médullaires**. La partie la plus externe du tube neural forme les **crêtes neurales**. La fusion des bourrelets dans le plan de symétrie de l'embryon isole un **tube nerveux** du restant de l'ectoderme. Celui-ci n'est plus alors constitué que par de l'épiderme qui recouvre la totalité de l'embryon et d'où s'isoleront plus tard des placodes sensorielles. Le tube nerveux est élargi vers l'avant en une **vésicule céphalique**, futur encéphale.

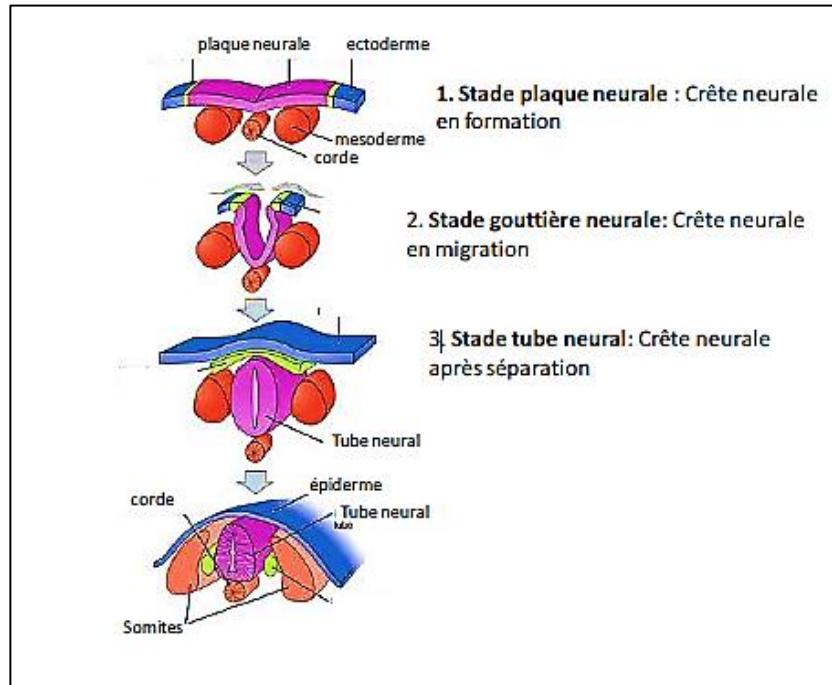


Figure 16 : Neurulation

Dans le **mésoderme**, les **somites** s'individualisent de part et d'autre de la **corde** qui est axiale. Les **lames latérales** se creusent d'une cavité ou **coelome** qui est à l'origine de la cavité générale. Le feuillet externe est la **somatopleure**, le feuillet interne la **splanchnopleure**. Entre les lames latérales et les somites, des zones d'étranglement constituent les **pièces intermédiaires** qui s'isoleront des somites mais restent en communication avec la cavité cœlomique.

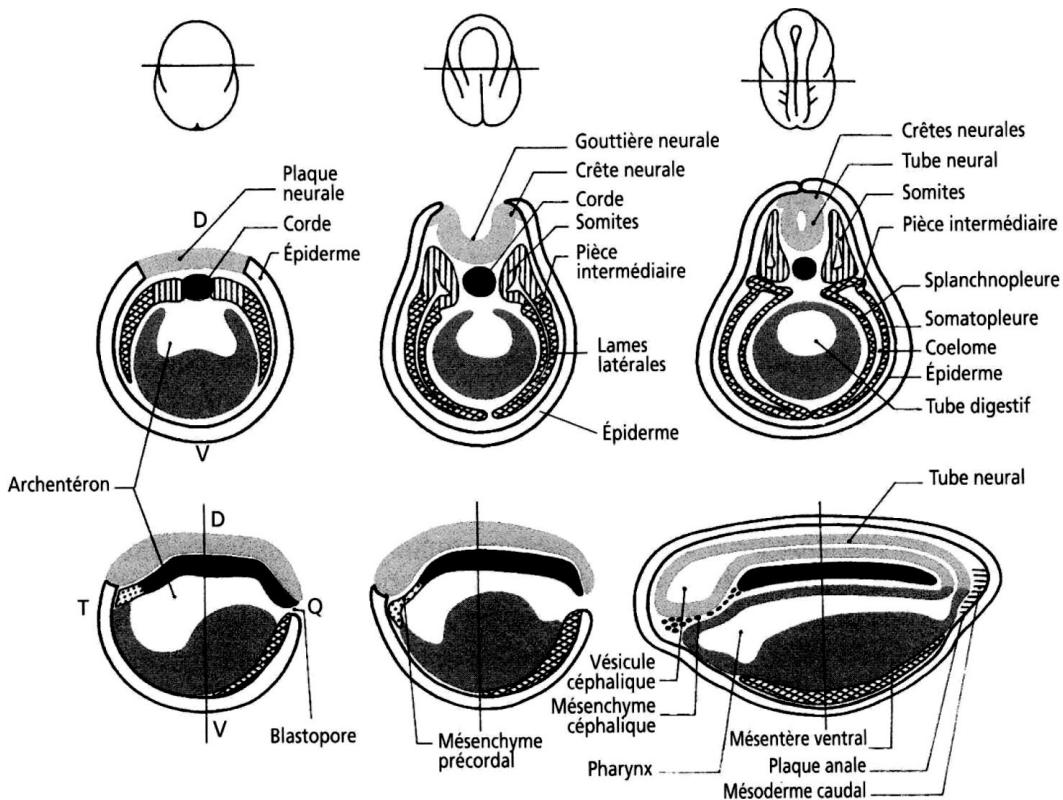


Fig. Neurulation d'embryon d'Amphibien.

VI. Évolution des feuillets après la neurulation

Ces données s'appliquent à tous les Vertébrés.

6.1. Ectoderme

Il comporte plusieurs territoires, *l'épidermique*, *le neuro-ectodermique* comprenant le neurodermique, et celui des crêtes neurales. Ce dernier sera étudié séparément compte tenu de la diversité et de l'importance de ses dérivés.

a) Territoire épidermique

Il se différencie en :

- *épiderme et phanères* : chez les Vertébrés supérieurs, les phanères se présentent sous la forme de structures variées : poils, plumes, écailles cornées, ongles et griffes, cornes ...
- *placodes sensorielles* : vésicules olfactives, cristallins, vésicules auditives.
- *placodes des lobes antérieur et intermédiaire de l'hypophyse et certains ganglions crâniens*.

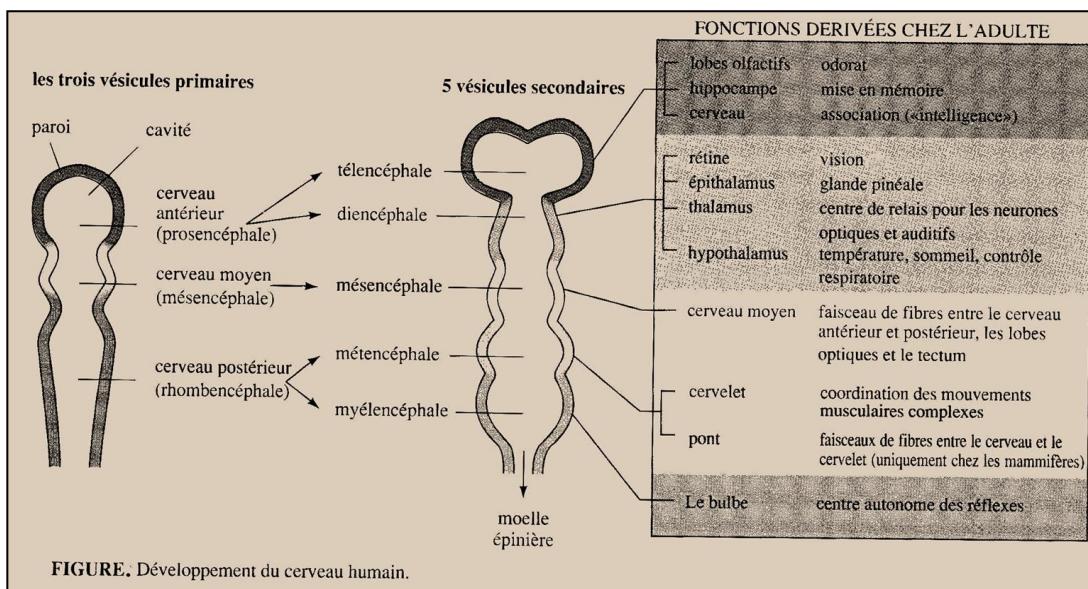
b) Territoire neurodermique

Il est à l'origine du système nerveux central avec :

— *la vésicule céphalique* : elle est formée d'abord de trois vésicules (le **prosencéphale**, le **mésencéphale**, le **rhombencéphale**). La première se divise en **télencéphale** (hémisphères cérébraux) et **diencéphale** (avec les vésicules optiques), la deuxième donne les lobes optiques et les pédoncules cérébraux, et la dernière forme le **métencéphale** (cervelet) suivi du **myélencéphale** (bulbe rachidien) ;

— *le tube nerveux* : il évoluera en moelle épinière.

— *Crêtes neurales*: ganglions nerveux crâniens et rachidiens, ganglions des systèmes sympathique et parasympathique, certains muscles lisses et striés de la tête et du cou, ...etc.



6.2. Mésoderme

Il se subdivise en quatre territoires.

a) Mésoderme cordal

Chez la quasi-totalité des Amphibiens la corde régresse et disparaît à l'état adulte. Le mésoderme précordal forme le mésenchyme céphalique d'où dérivent divers constituants de la tête et notamment une partie du squelette de la tête.

b) Mésoderme des somites

Il comprend deux régions : le **sclerotome** et le **dermomyotome**. La première est à l'origine des ébauches du squelette axial. La seconde est fugace et donne rapidement le **dermatome** formant le tissu mésenchymateux du derme dorsal, et le **myotome** à l'origine de toute la musculature squelettique striée à l'exception de certains muscles de la face.

c) Mésoderme des pièces intermédiaires

Restant provisoirement en communication avec le coelome des lames latérales situées du même côté, les pièces intermédiaires forment les blastèmes rénaux, la médulla des gonades et les conduits urinaires.

d) Mésoderme des lames latérales

Il est constitué de façon symétrique par deux feuillets séparés par la cavité coelomique et qui, en s'accordant ventralement puis dorsalement, forment les **mésentères** ventraux et dorsaux.

- La **splanchnopleure** (ou feuillet interne) est à l'origine du myocarde et de l'endocardie, des muscles lisses du tube digestif, de l'endothélium des vaisseaux sanguins, des cellules sanguines.
- La **somatopleure** (feuillet externe) donne la musculature viscérale de la tête, le péricarde, les structures conjonctives et squelettiques des membres, le cortex des gonades.

6.3. Endoderme

Ce feuillet constitue :

- Les épithéliums du tube digestif (cellules sécrétaires et cellules de soutien) et des glandes annexes (glandes salivaires, hépatocytes du foie, pancréas), des glandes de la cavité pharyngienne et de ses dérivés (thyroïde, parathyroïde, thymus),
- Les épithéliums du poumon et de la vessie.

VII. Annexes embryonnaires chez les oiseaux

Ce sont des formations d'origine ectodermique, mésodermique et endodermique qui se développent hors du corps de l'embryon proprement dit et qui assurent diverses fonctions : protection, utilisation des réserves, respiration et élimination des déchets. Sont chez les oiseaux : la **vésicule vitelline**, l'**amnios** et l'**allantoïde**, en plus le chorion chez les mammifères :

7. 1. L'amnios :

L'existence de cette annexe qu'on rencontre chez les reptiles, les oiseaux et les mammifères a conduit à désigner ces derniers sous le terme **d'amniotes**.

C'est une double membrane qui enveloppera l'embryon comme un sac, le séparant du milieu environnant. Entre l'amnios et l'embryon, la cavité amniotique est remplie de liquide amniotique.

7.2. La vésicule vitelline :

La vésicule vitelline définitive est un sac situé sous le ventre de l'embryon, dont la paroi est constituée par l'endoderme doublé extérieurement par la splanchnopleure extra-embryonnaire communiquant avec le tube digestif primitif par le canal vitellin. La vésicule vitelline a donc un rôle nutritif.

7.3. L'allantoïde :

C'est un diverticule se formant par évagination de l'endoderme en arrière de la membrane cloacale. L'épithélium de l'allantoïde est doublé par du mésoderme embryonnaire qui correspond à la splanchnopleure embryonnaire.

L'allantoïde a plusieurs fonctions :

- **Respiratoire** : Sa paroi mésodermique est bien vascularisée (voir plus haut), elle s'applique contre la séreuse ; c'est à ce niveau lorsque cette membrane est proche de la coquille que s'effectueront les échanges gazeux.

- **Nutritive** : Site d'absorption des sels de calcium de la coquille qui seront utilisés à la formation du squelette

- **Excrétrice** : accumule les déchets éliminés par les reins

7.4. Destinée des annexes après l'élosion : L'amnios, l'allantoïde et la séreuse (chorion) sont éliminés en même temps que la coquille. L'albumine a été totalement utilisée.

Il reste 1/3 à 1/5 du jaune. Il se rétracte à l'intérieur de la cavité abdominale de l'embryon et se trouve incorporé à l'intestin moyen ; il sera utilisé dans les deux premières journées de la vie libre.

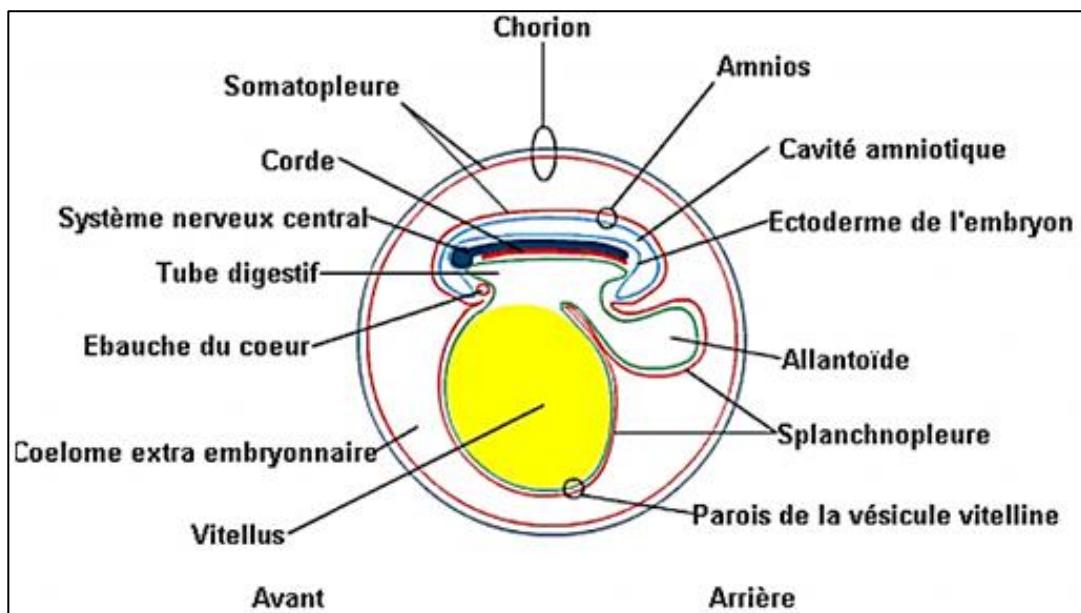


Figure : Embryon de poulet 4 jours (coupe sagittale) et ses annexes embryonnaires

VIII. Particularités de l'embryologie humaine

8.1. Le cycle ovarien

Le cycle ovarien ou cycle menstruel, qui est induit par des sécrétions hormonales de **l'hypophyse** et de **l'ovaire**, se manifeste par des modifications au niveau de l'ensemble de l'appareil génital féminin, et dure en moyenne 28 jours. Il débute à la puberté, et se répète inlassablement tout au long de la vie de la femme, et ceci, jusqu'à la ménopause.

Ce cycle débute et se termine par les menstruations (règles) et comporte 3 grandes phases distinctes :

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

a) La phase folliculaire :

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

Cette phase s'étend du 1^{er} jour du cycle (1^{er} jour des règles) jusqu'à l'ovulation qui a généralement lieu le 14^{ème} jour d'un cycle idéal de 28 jours.

Sous l'influence d'une hormone sécrétée par l'hypophyse, la **FSH**, les petits follicules disponibles dans les ovaires en début de cycle (les follicules préantraux) vont entamer leur croissance et leur développement.

Dès que les follicules sont assez gros, ils commencent à sécréter des **œstrogènes**, dont le taux va commencer à augmenter dès le 5^e jour du cycle.

Ces œstrogènes vont alors diminuer la synthèse de la FSH par l'hypophyse (rétrocontrôle négatif) et la plupart des follicules, qui ne sont plus stimulés par cette FSH vont commencer à dégénérer (l'atrésie folliculaire). Seul un follicule (en général), le plus sensible à la FSH, va poursuivre sa croissance et arriver à maturation à la fin de cette phase. C'est le **follicule dominant**, qui à maturité, portera le nom de follicule de Graaf.

Pendant ce temps, au niveau de l'utérus, sous l'influence des œstrogènes, **l'endomètre** qui avait été éliminé lors des règles, commence à se régénérer : c'est **la phase proliférative**.

b) L'ovulation :

Dès que le taux d'oestrogène atteint un seuil (généralement entre 300 et 350 pg/ml), il stimule la sécrétion de LH par l'hypophyse. Le taux de cette hormone augmente alors rapidement (c'est le pic de LH), et déclenche l'ovulation proprement dite, qui survient en moyenne 36 à 48h après le début de ce pic.

L'ovulation est une période de courte durée (en moyenne 48 heures) qui se caractérise par la libération de l'ovocyte mature par l'ovaire et sa captation par l'ampoule de la trompe de Fallope.

c) La phase lutéale :

Cette phase s'étend de l'ovulation à l'arrivée des règles.

Sa durée est relativement constante et peu variable, de 12 à 16 jours.

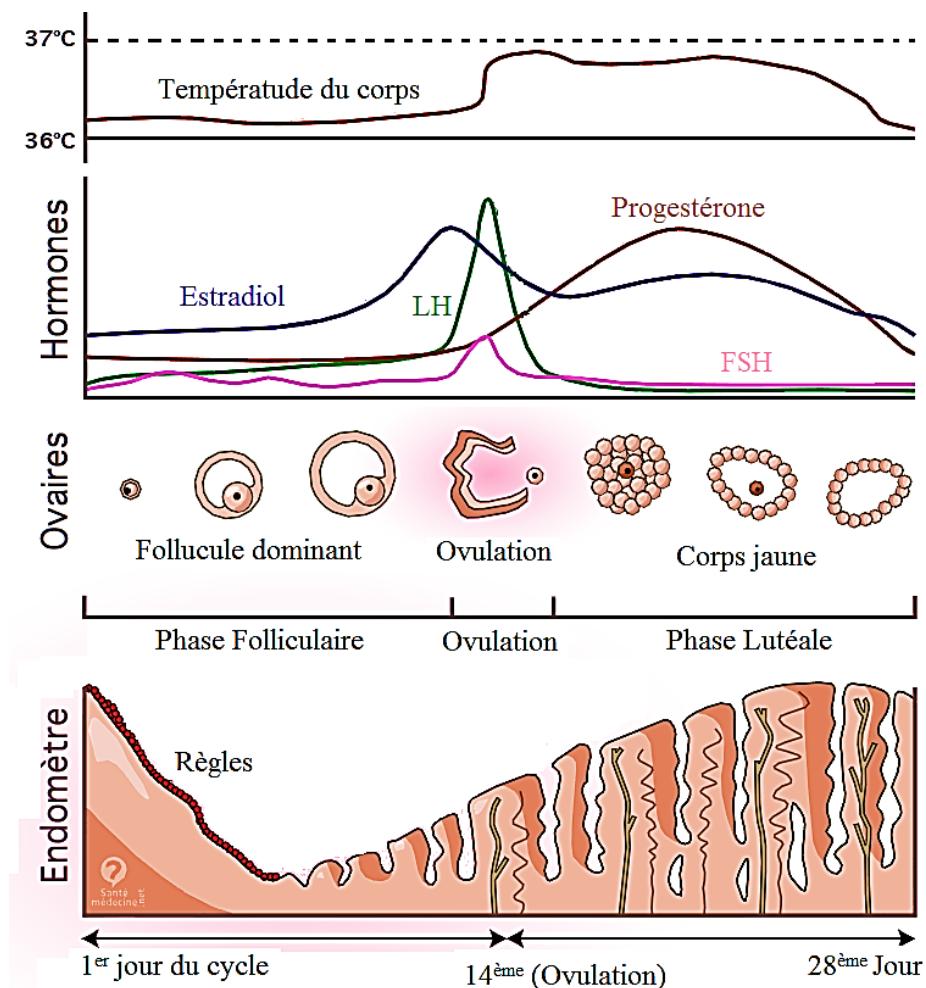
Elle est caractérisée par 2 phénomènes :

- La formation et ensuite la dégénérescence du corps jaune : le follicule de Graaf qui a libéré l'ovocyte mature va se remplir de sang (follicule hémorragique) et ses cellules vont se modifier. Il va dès lors sécréter principalement de la **progestérone** (et aussi un peu d'oestrogènes) qui atteint un pic maximal vers le 9^{ème} jour post-ovulatoire.

En l'absence de fécondation et nidation, le corps jaune va commencer à régresser dès le 9^e jour qui suit l'ovulation et le taux de progestérone et des oestrogènes vont diminuer.

- Le développement de l'endomètre qui se prépare à une éventuelle nidation : sous l'action de la progestérone, la paroi de l'endomètre s'épaissit et se vascularise (**phase sécrétatoire**).

En l'absence de nidation, suite à la chute de la progestérone, cette paroi va être éliminée en fin de cycle, ce qui déclenche des saignements : les **menstruations**.



8.2. La nidation

A la nidation, l'embryon s'implante au stade **blastocyste** dans la muqueuse utérine hypertrophiée et très vascularisée. Il est maintenu pendant la grossesse sous l'action de la progestérone sécrétée par le corps jaune. Cette muqueuse utérine forme la partie maternelle du placenta.

L'embryon s'implante par son pôle embryonnaire. Les cellules du **trophectoderme** prolifèrent. La partie la plus externe devient syncytiale, formant le **syncytiotrophoblaste**. Il s'enfonce dans la muqueuse utérine, par digestion plus ou moins poussée des tissus maternels, suivant le type de placenta. Chez la femme, la pénétration de l'embryon à l'intérieur de la muqueuse utérine est totale au 13^e jour de gestation.

Le trophoblaste est doublé par la somatopleure extra-embryonnaire, l'ensemble formant le **chorion** qui constitue la partie foetale du **placenta**. Le chorion développe des villosités vascularisées sur toute sa surface. C'est le chorion villosus. Plus tard, ces villosités ne se développeront plus que dans des régions déterminées qui dépendent du type de placentation. La vascularisation placentaire est celle qui s'est développée dans la splanchnopleure de la vésicule vitelline, ou celle de l'allantoïde assureraient les échanges maternels au début du développement.

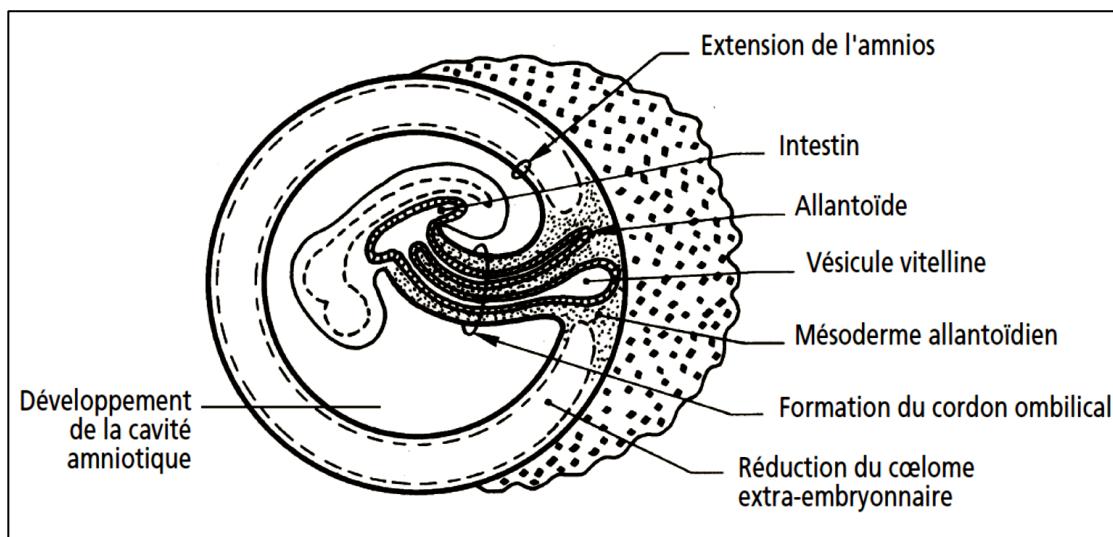


Figure : Formation des annexes embryonnaires chez un embryon de Mammifère à 8 semaines (homme).

8.3. Evolution des annexes, placenta

Chez les Mammifères supérieurs aux œufs dépourvus de réserves, les annexes embryonnaires permettent l'implantation de l'embryon dans la muqueuse utérine ou nidation, ce qui est indispensable à la survie et aux échanges. Ces annexes vont se développer avant la gastrulation ou en même temps.

a) Formation de l'amnios

Le trophoblaste s'étale sur toute la surface externe de l'embryon, y compris le bouton embryonnaire. Entre la zone la plus externe **cytotrophoblastique** et l'épiderme du bouton embryonnaire, des vacuoles se forment, confluent et donnent une cavité amniotique, vers le 8^e jour chez la femme.

Le mésoderme extra-embryonnaire, sous la forme d'un mésenchyme, tapisse le trophoblaste. On ignore s'il provient de la délamination du cytotrophoblaste ou de l'entoblaste. Ce mésenchyme se condense en une lame externe appliquée contre le cytotrophoblaste : la somatopleure extra-embryonnaire, et une lame interne appliquée contre l'entoblaste qui délimite le lécithocèle : la splanchnopleure extra-embryonnaire.

Ces deux feuillets se confondent au niveau du pédicule embryonnaire. Le cœlome extra-embryonnaire est la cavité délimitée par les feuillets mésodermiques.

b) Évolution de la vésicule vitelline

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

c) Évolution de l'allantoïde

Dans l'espèce humaine, son développement atteint son maximum au bout de 2 à 3 semaines de gestation, puis il y aura oblitération. Dans tous les cas se développent dans sa paroi splanchnopleurale, des vaisseaux allantoïdiens qui vont coloniser le chorion et le vasculariser. La participation de l'allantoïde à la formation du placenta constitue une caractéristique des Mammifères placentaires (placentation allantochorionique).

8.4. Développement du placenta

Le placenta est le lieu des échanges physiologiques entre la mère et le fœtus, c'est une annexe mixte constituée par :

- du tissu extra-embryonnaire (trophoblaste, mésoderme extra-embryonnaire, sang).
- du tissu maternel (décidue, sang maternel).

Ils sont variables suivant les espèces. Chez les primates (homme, singe) les rongeurs et les insectivores il est de type **hémo-chorial** : Les villosités choriales détruisent les parois des capillaires maternels. Il se forme des lacunes sanguines dans lesquelles elles baignent directement. Les villosités ne subsistent qu'en une aire discoïdale. C'est un placenta **discoïdal**.

Rôle du placenta :

- Le placenta est une zone d'échanges materno-foetaux : perméabilité sélective par diffusion et par transfert actif (oxygène, eau, sels, protéines, glucides, lipides, hormones vitamines, anticorps, certains médicaments et de nombreux virus), Le foetus élimine CO₂, eau et urée, des déchets et des hormones.
- Le placenta est aussi un organe endocrine (HCG, oestrogènes, progesterone, ...).

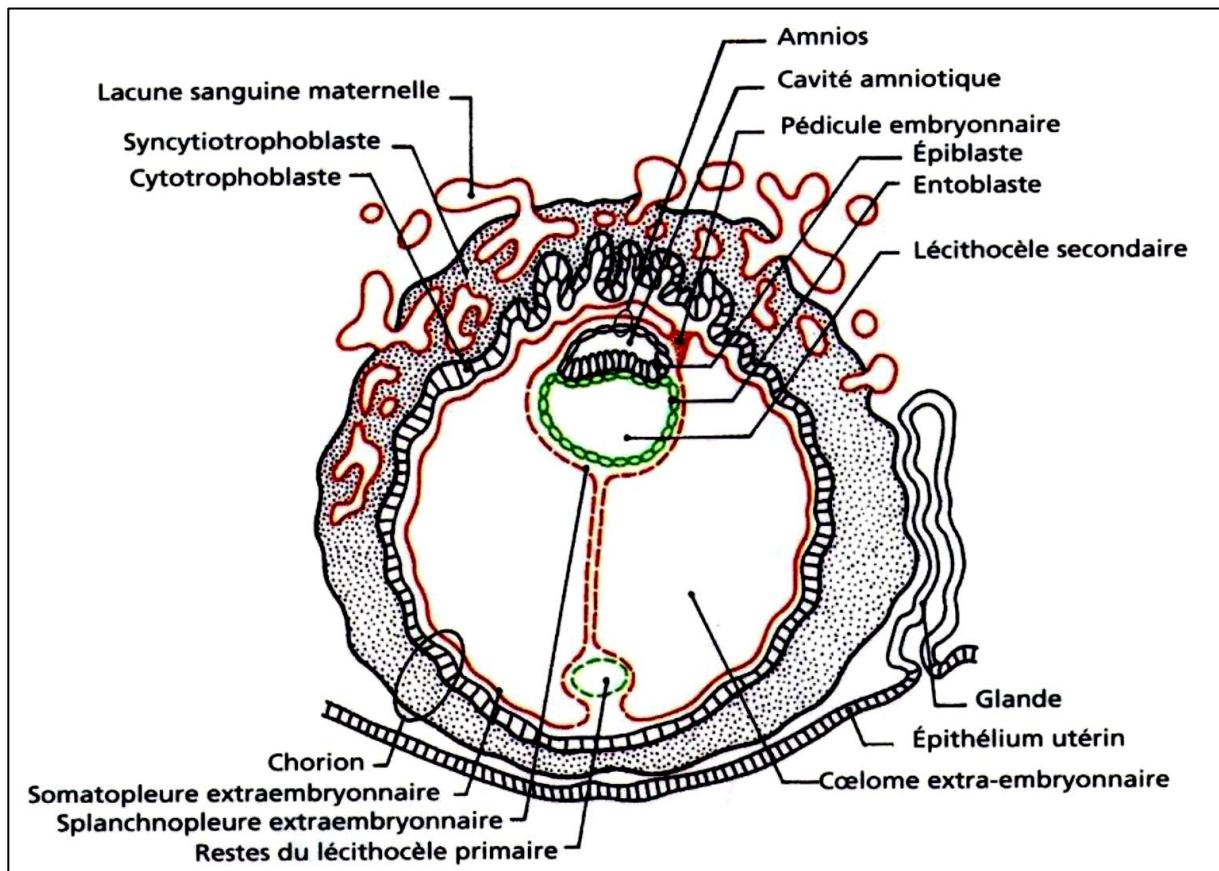


Figure : Formation de l'amnios chez l'embryon de mammifères.

Deuxième Partie : Histologie

- I. Introduction.
- II. Les épithéliums
- III. Les épithéliums de revêtement.
 - 3.1. Caractéristiques.
 - 3.2. Embryologie.
 - 3.3. Fonctions et propriétés.
 - 3.4. Classification.
 - 3.4.1. Le nombre de couches cellulaires.
 - 3.4.2. La forme des cellules.
 - 3.4.3. La différenciation des structures superficielles.
 - 3.5. Les différents types d'épithélium.
 - 3.5.1. Les épithéliums simples.
 - 3.5.2. Les épithéliums stratifiés.
 - 3.5.3. Les épithéliums pseudo-stratifiés.
- IV. Les épithéliums glandulaires.
 - 4.1. Les glandes exocrines.
 - 4.1.1. Les glandes exocrines intra-épithéliales.
 - 4.1.2. Les glandes exocrines situées dans le stroma conjonctif sous-jacent.
 - 4.2. Les glandes endocrines.
 - 4.3. Les glandes amphicrines

I. INTRODUCTION

Histologie : (du grec *histos* : un tissu, et *logos* : science ou discours),

L'histologie est l'étude de la structure microscopique et de la composition des tissus organiques, ainsi que des cellules qui les composent.

Hautement organisées, les cellules de l'organisme ne fonctionnent pas isolément ; elles sont regroupées en tissus. On distingue quatre grands groupes de tissus : le tissu épithéial, les tissus de soutien (tissu conjonctif, tissu cartilagineux et tissu osseux), le tissu musculaire et le tissu nerveux.

II. Les épithéliums

"Un épithélium est formé de cellules jointives, juxtaposées, solidaires les unes des autres par des systèmes de jonction et séparées du tissu conjonctif sous-jacent par une lame basale."

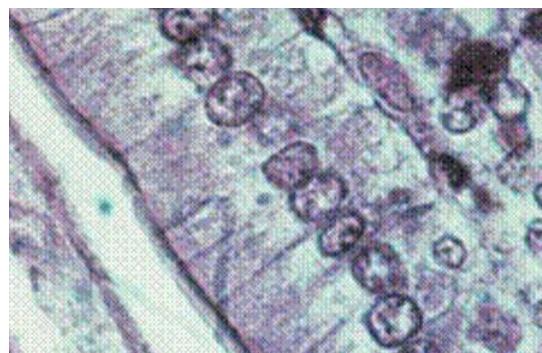


Figure 1 : Epithélium

Les systèmes de jonction permettent notamment la cohésion des cellules entre elles ainsi que la cohésion des cellules avec les constituants de la matrice extracellulaire sous-jacente.

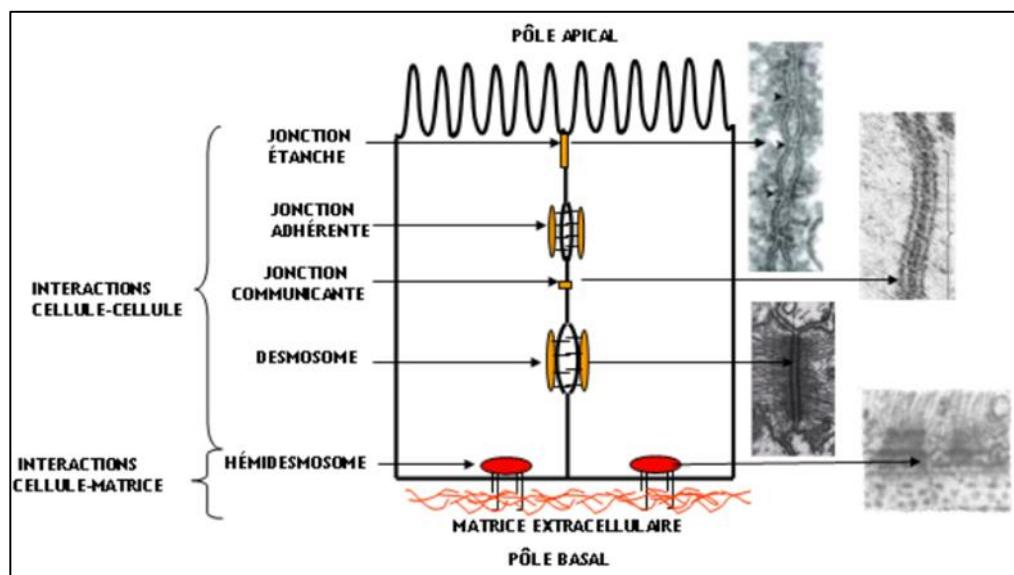


Figure 2 : Les différents types de jonctions cellulaires

1. Les jonctions cellulaires

a. Zonula occludens (jonctions serrées ou étanches, tight junctions)

Elles s'établissent **entre les cellules épithéliales** où elles déterminent une barrière physiologique entre les compartiments extérieur et intérieur de l'organisme.

Les membranes cytoplasmiques des cellules adjacentes fusionnent le long de crêtes (ou fibrilles) linéaires formées par une **succession de protéines** intra-membranaires engrenées les unes avec les autres à la façon d'une **fermeture éclair**.

Les **zonula occludens** sont constituées de plusieurs protéines transmembranaires dont (**occludine**) ou par des éléments du cytosquelette comme **l'actine**.

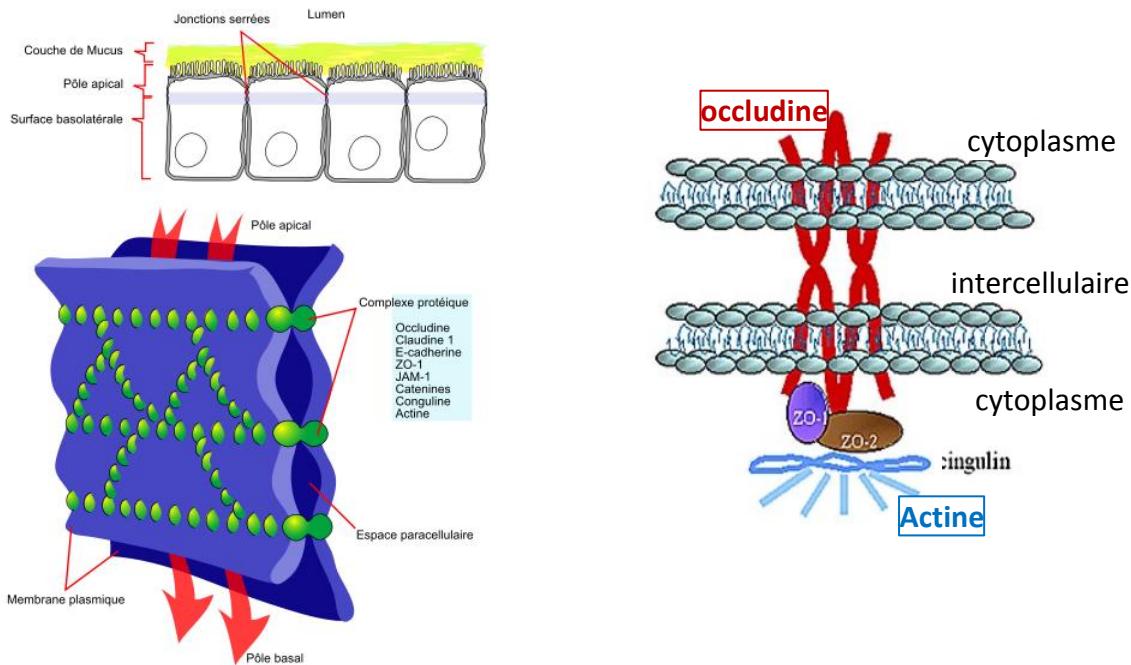


Figure 3 : Zonula occludens (jonctions serrées ou étanches, tight junctions)

b. Zonula adherens (belt desmosome)

formées de **glycoprotéines transmembranaires (cadhérines)** qui se lient dans l'espace intercellulaire et dont l'extrémité hyaloplasmique est liée à des **filaments d'actine** par l'intermédiaire de protéines de liaison du type **vinculine** ou **actinine**.

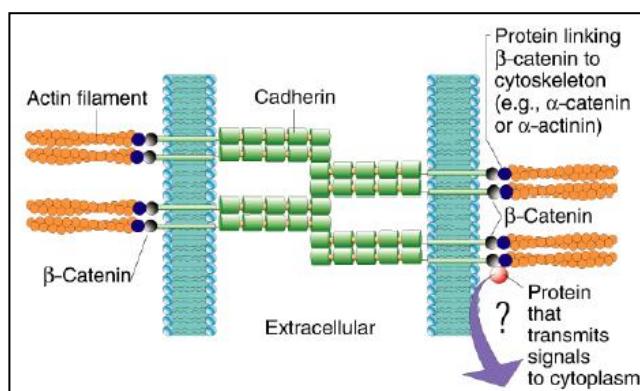


Figure 4 : Zonula adherens (belt desmosome)

c. Macula adherens (desmosomes ou spot desmosome)

Elles ont des structures en forme de disque d'environ 0,1 à 0,5 µm de diamètre et 100 nm d'épaisseur.

Les desmosomes assurent les liaisons intercellulaires par des molécules transmembranaires de la superfamille des **cadhérines** (**desmoglycines** et **desmocollines**).

Les *cadhérines* s'étendent depuis les plaques denses (**desmoglobine**) jusqu'au milieu de l'espace intercellulaire où elles se lient par leurs extrémités en formant un réseau.

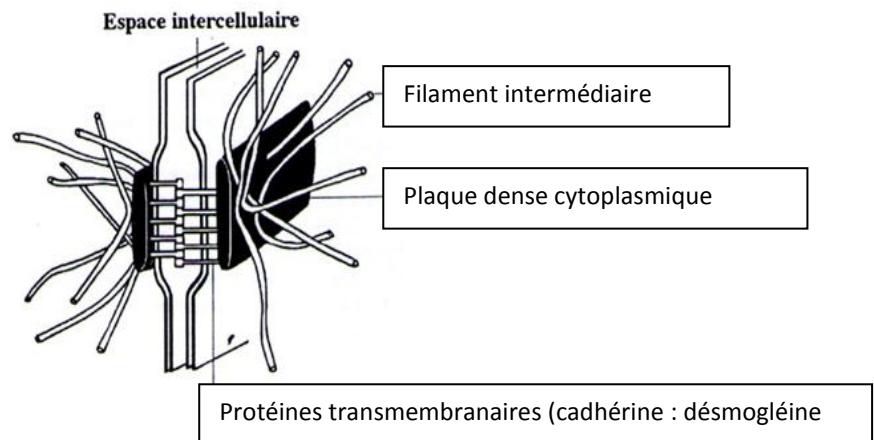


Figure 5 : Macula adherens (desmosomes : spot desmosome)

d. Jonctions de type gap (macula communicans : nexus)

La jonction communicante est un assemblage de quelques dizaines à quelques milliers de canaux (**connexines**) qui traversent les deux membranes cellulaires, en formant des plaques jonctionnelles. Chaque canal est formé de deux connexons, un par membrane cellulaire. Un connexon est un hexamère de 6 protéines transmembranaires appelées connexines.

Les jonctions communicantes se situent principalement dans le système nerveux central (SNC), le cœur, le foie, la rétine, les vaisseaux sanguins et les muscles lisses.

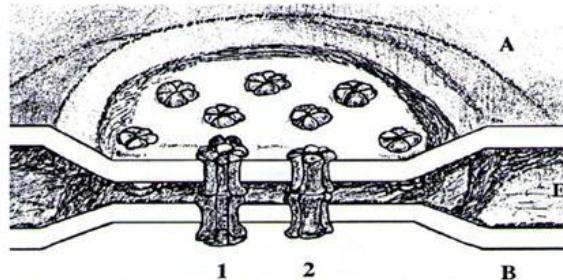


Figure 6 : Macula communicans : nexus.

Figure 6 : Macula communicans : nexus.

e. Les hémidesmosomes

Ils existent entre la cellule et la **matrice extracellulaire** (la lame basale) et se composent de :

1. protéines transmembranaires: intégrines.
2. **plaqué cytoplasmique**: protéines spécifiques d'attachement.
3. éléments du cytosquelette: cytokératines.

Les hémidesmosomes ont des rôles d'adhésion intercellulaire et de maintien de la forme.

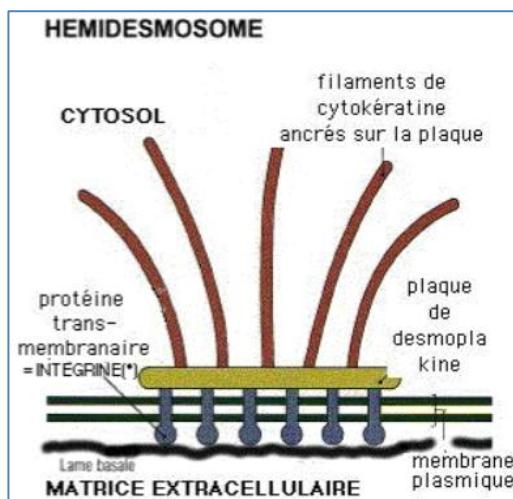


Figure 7 : Les hémidesmosomes.

2. La cellule épithéliale

Les cellules épithéliales possèdent des formes et des dimensions très variées. Les cellules épithéliales sont caractérisées par :

- a) leur **morphologie** : les cellules épithéliales prennent une forme pavimenteuse, cubique ou prismatique.
- b) l'existence d'**interactions cellule-cellule** (molécules d'adhérence cellulaire et des systèmes de jonction)
- c) leur **polarité** cellulaire très marquée ; (microvillosités apicales)
- d) la présence de filaments intermédiaires de **cytokératine** dans leur cytosquelette. Les filaments de kératine sont attachés aux **desmosomes** et aux **hémidesmosomes**

Les épithéliums sont de deux types :

- ils forment le revêtement des cavités de l'organisme ainsi que la surface du corps. Ce sont les **épithéliums de revêtement**.
- ils constituent des éléments glandulaires qui peuvent être soit regroupés en organes (glandes salivaires, foie, glandes endocrines), soit associés à un épithélium de revêtement (glandes de la muqueuse digestive ou respiratoire) soit éléments unicellulaires dans un épithélium de revêtement (cellules caliciformes). Ce sont les **épithéliums glandulaires**.

III. LES ÉPITHÉLIUMS DE REVÊTEMENT

"Le **tissu épithelial de revêtement** est formé de cellules étroitement juxtaposées et jointives recouvrant l'extérieur du corps et les cavités de l'organisme."

L'organisme est entièrement limité par le revêtement cutané (peau) qui constitue une interface entre le monde extérieur et le milieu intérieur. Cet épithélium de revêtement est l'*épiderme*.

Les cavités de l'organisme sont de différents types :

- Les cavités, prolongements de l'extérieur (voies aériennes, tube digestif, voies urinaires et voies génitales). Ces épithéliums de revêtement portent le nom d'*épithélium*
- Les cavités closes (cavités cardiaques et vasculaires) dont les épithéliums de revêtement sont des *endothéliums*

- Les cavités coelomiques (cavités pleurale, péritonéale et péricardique). Les épithéliums correspondants sont des *mésothéliums*

La **cellule épithéliale** constitue à la fois une barrière et un lieu d'échanges. C'est une cellule polarisée avec une répartition particulière des organites, un pôle apical tourné vers la lumière de la cavité et un pôle basal dirigé vers le tissu conjonctif sous-jacent et reposant sur une lame basale. Elle possède généralement un noyau unique qui peut être aplati (dans les cellules pavimenteuses), sphérique (dans les cellules cubiques) ou ovale (dans les cellules cylindriques). Le cytosquelette est souvent très développé du fait du développement des systèmes de jonction.

3.1. CARACTÉRISTIQUES

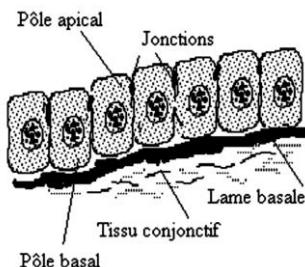


Figure 8 : Epithéliums : tissus non vascularisés

- Ce sont des tissus **non vascularisés** composés d'une ou plusieurs couches cellulaires, recouvrant et limitant une surface libre de l'organisme.
- La face profonde de l'épithélium repose sur une **lame basale** qui sépare les cellules épithéliales du **tissu conjonctif sous-jacent** (derme au niveau de la peau, chorion pour les épithéliums, couches sous endothéiale et sous mésothéiale).
- Les cellules formant un épithélium sont solidarisées par des **jonctions étanches** en anneau situé au niveau du pôle apical des cellules et par des **jonctions adhérentes** qui assurent la cohésion entre les cellules.

3.2. EMBRYOLOGIE

Les épithéliums de revêtement dérivent des trois feuillets primordiaux mis en place à la fin de la période de morphogenèse primordiale de l'embryon.

Ainsi, l'épiderme, l'épithélium de la cavité buccale... dérivent de l'ectoblaste ; l'épithélium du tube digestif,... dérive de l'entoblaste ; les épithéliums dérivant du mésoblaste constitués d'une seule assise de cellules pavimenteuses (*cf.note : cellules pavimenteuses*) sont essentiellement représentés par les mésothéliums et les endothéliums vasculaires.

3.3. FONCTIONS ET PROPRIÉTÉS

Leurs fonctions sont nombreuses :

- **Protection** vis à vis du milieu extérieur qui peut être mécanique grâce à la cohésion des cellules entre elles. Cette protection est accrue dans les épithéliums stratifiés surtout quand ils sont kératinisés. La protection peut également être chimique grâce au mucus synthétisé par les cellules épithéliales (estomac);
- **Absorption** notamment au niveau de l'intestin où les différenciations apicales augmentent la surface d'échange ;
- **Mouvements** des structures de surface grâce à la présence de cils vibratiles ;
- **Echanges** air / sang ; urine / sang...
- **Réception** de messages sensoriels par l'intermédiaire des différenciations apicales des cellules auditives, des cellules gustatives...

• **Renouvellement des épithéliums** grâce aux cellules souches caractérisées par leur état indifférencié, leur durée de vie longue et leur capacité de division.

Les cellules souches sont disposées de façon différente selon les épithéliums : soit isolées, intercalées entre les pôles basaux des cellules différencierées ; soit groupées en assises basales (épithéliums stratifiés) au contact direct de la membrane basale ; soit regroupées en zone germinative (épithélium intestinal) : il n'existe pas de cellules basales mais des régions particulières de l'épithélium qui sont le siège d'une intense activité mitotique.

3.4. CLASSIFICATION

Trois critères sont utilisés pour classer les différents épithéliums de revêtement :

- le nombre de couches cellulaires
- la forme des cellules superficielles
- la différenciation de certaines cellules

II.4.1. Le nombre de couches cellulaires

On distingue les *épithéliums simples* comportant une seule couche de cellules. Le pôle apical de chaque cellule est en contact avec la lumière de la cavité et le pôle basal repose sur la lame basale.



Figure 9 : Epithéliums simples

Les *épithéliums pseudostratifiés* paraissent posséder plusieurs couches de cellules mais en réalité, un prolongement de chaque cellule repose sur la lame basale. Par contre, le pôle apical n'atteint pas toujours la surface de l'épithélium.

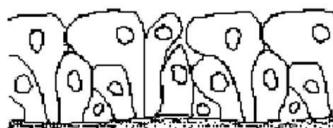


Figure 10 : Epithéliums pseudostratifiés

Les *épithéliums stratifiés* comportent plusieurs assises cellulaires superposées. Une seule couche repose sur la lame basale. Cette couche la plus profonde représente habituellement la couche germinative de régénération.

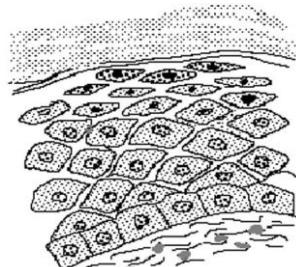


Figure 11 : Epithéliums stratifiés

3.4.2. La forme des cellules

Les cellules peuvent être aplatis, plus larges que hautes, le noyau bombant dans la lumière : on parle de *cellules pavimenteuses*.



Figure 12 : Cellules pavimenteuses

Les **cellules cubiques** apparaissent en coupe aussi hautes que larges. Elles ont un aspect quadrangulaire. Leurs noyaux sont généralement ronds.

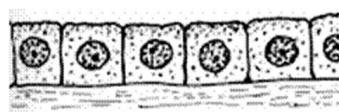


Figure 13 : Cellules cubiques

Les **cellules prismatiques ou cylindriques** apparaissent, en coupe, plus hautes que larges. Leurs noyaux sont habituellement ovoïdes, situés au tiers moyen ou au tiers inférieur de la cellule.

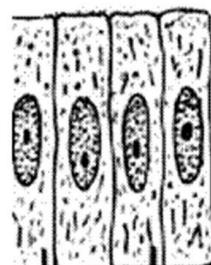


Figure 14 : Cellules prismatiques ou cylindriques

Vues par leur face apicale, elles prennent un aspect polygonal du fait des pressions réciproques.



Figure 15 : Aspect polygonal

3.4.3. La différenciation des structures superficielles

Ces différenciations sont de deux types :

- différenciations de la membrane plasmique au niveau du pôle apical (cils vibratiles, stéréocils (*cf.note* : stéréocils), microvillosités banales ou organisées en plateau strié ou bordure en brosse, cuticule...).
- accumulation dans les cellules superficielles de substances particulières comme la kératine stockées dans les cellules de l'épiderme.

3.5 Les différents types d'épithélium

3.5.1 Les épithéliums simples

- ***Epithélium pavimenteux simple***

Une seule couche de cellules aplatis. On rencontre ce type au niveau des endothéliums et des mésothéliums.

Exemple : capillaire en MET



Figure 16 : capillaire en MET

On observe souvent au niveau des cellules endothéliales la présence de vésicules de pinocytose traduisant les nombreux échanges entre le milieu sanguin et les tissus de l'organisme. On distingue trois types de capillaires : **capillaires continus** où les cellules endothéliales sont reliées les unes aux autres par des jonctions serrées et des desmosomes (figure 16) ; **capillaires fenêtrés** où les cellules endothéliales sont perforées par des pores ; **capillaires sinusoides** où il existe un espace entre les cellules endothéliales.

• **Epithélium cubique simple**

Une seule couche de cellules aussi hautes que larges. Ce type d'épithélium est rencontré, notamment, au niveau de l'épithélium ovarien, des plexus choroïdes ou des tubes rénaux embryonnaires (figure 17).

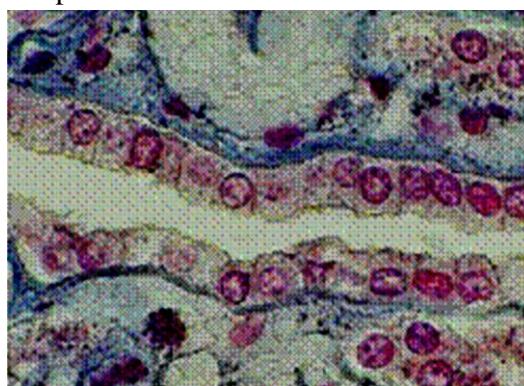


Figure 17 : Epithélium cubique simple

• **Epithéliums prismatiques simples**

On distingue plusieurs types en fonction de la présence ou non de différenciations apicales.

- **Les épithéliums simples prismatiques sans différenciations apicales**

Ce groupe comprend les épithéliums composés de cellules glandulaires (muqueuse gastrique) ou de simples cellules de revêtement (vésicule biliaire ou épithélium des tubes excréteurs des glandes salivaires (exemple : canal de Pflüger).

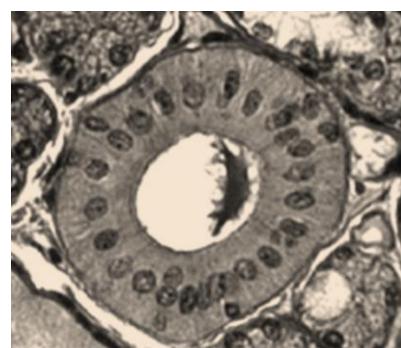


Figure 18 : Les épithéliums simples prismatiques sans différenciations apicales

- *Les épithéliums prismatiques simples ciliés*

Exemple : l'épithélium de la trompe utérine composé de cellules possédant au pôle apical des cils vrais, des cellules intercalaires, glandulaires, dont le pôle apical fait saillie dans la lumière.

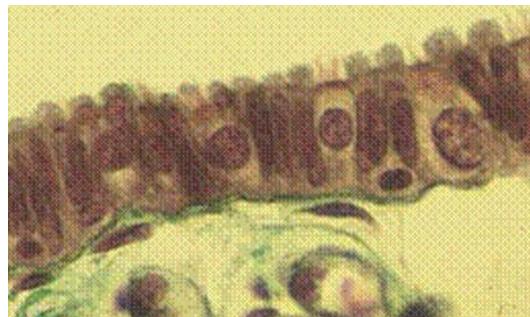


Figure 19 : Les épithéliums prismatiques simples ciliés

- *Les épithéliums prismatiques simples à plateau strié*

C'est l'épithélium du jejunum : une seule couche de cellules avec deux types de cellules, les cellules les plus nombreuses sont les entérocytes possédant au niveau de leur pôle apical une différenciation sous forme de micro-villosités (plateau strié en microscopie optique) et les cellules caliciformes à mucus.

Les microvillosités ont un rôle important dans l'absorption des aliments puisqu'elles augmentent les surfaces d'échange. La présence d'enzymes de dégradation au niveau du glycolemme de la cellule permet l'hydrolyse de certaines grosses molécules.

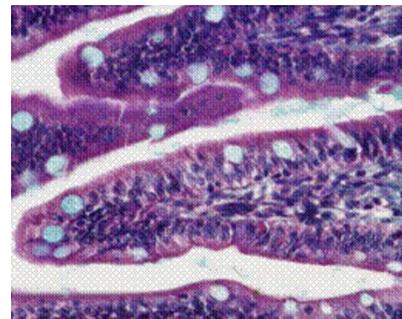


Figure 20 : Les épithéliums prismatiques simples à plateau strié

- *Les épithéliums prismatiques simples à stéréocils*

Exemple : l'épithélium de l'épididyme : une seule couche de cellules prismatiques présentant des stéréocils au pôle apical.

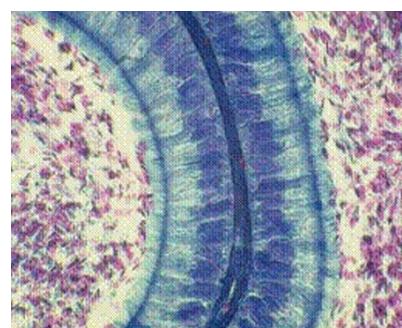


Figure 21 : Les épithéliums prismatiques simples à stéréocils

3.5.2 Les épithéliums stratifiés

Plusieurs couches de cellules; seule la plus profonde (couche basale) repose sur la lame basale. Cette couche assure le renouvellement de l'épithélium.

Ces épithéliums ont un rôle de protection des organes vis à vis du milieu extérieur. Cette protection est assurée par le nombre de couches de cellules et est renforcée par les systèmes de jonction (desmosomes) existant entre les cellules ou par l'existence éventuelle de kératine dans les couches superficielles.

• Epithéliums pavimenteux stratifiés non kératinisés

Deux exemples dans l'organisme d'épithéliums de ce type : l'épithélium œsophagien et celui de la cavité buccale d'une part et l'épithélium vaginal d'autre part.

Les couches superficielles desquament dans la lumière.

La flèche du bas indique la **couche basale** formée de cellules cubiques de petite taille.

La flèche du milieu montre des cellules plus volumineuses, losangiques, les cellules **intermédiaires** (cellules parabasales du vagin et corps muqueux de Malpighi de l'œsophage) et la flèche du haut indique la couche la plus superficielle formée de **cellules superficielles**.

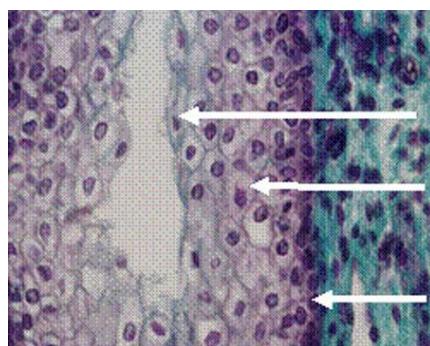


Figure 22 : Epithéliums pavimenteux stratifiés non kératinisés

• Epithélium pavimenteux stratifié kératinisé

Un seul exemple dans l'organisme d'épithélium de ce type : l'épiderme ou épithélium de la peau.



Figure 23 : Epithélium pavimenteux stratifié kératinisé

La jonction entre le derme et l'épiderme n'est pas plane mais forme des papilles. Plusieurs couches constituent l'épiderme. La couche la plus profonde est la **couche basale ou stratum germinativum** (2).

Le tissu conjonctif sous-jacent ou derme est en (1). Au-dessus de la couche basale (2) se trouvent des cellules losangiques qui forment la couche épineuse (*cf.note : couche épineuse*) ou **stratum spinosum** (3). Ces cellules sont liées les unes aux autres par des desmosomes (les épines de Schultze en microscopie optique - photo cidessous).

La couche située au-dessus du corps muqueux de Malpighi est la **couche granuleuse** ou **stratum granulosum** caractérisée par le fait que les cellules constituant cette couche se chargent de kératohyaline sous forme de granules (4).

La couche n° 5 est la **couche claire** ou **stratum lucidum**. Il s'agit d'une couche transparente où les cellules aplatisées présentent un noyau pycnotique.

La couche 6 est la **couche cornée ou stratum corneum**. Les cellules sont anucléées très allongées et remplies de kératine.

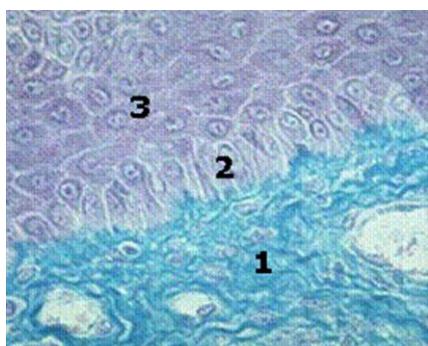


Figure 24 : Epithélium pavimenteux stratifié kératinisé

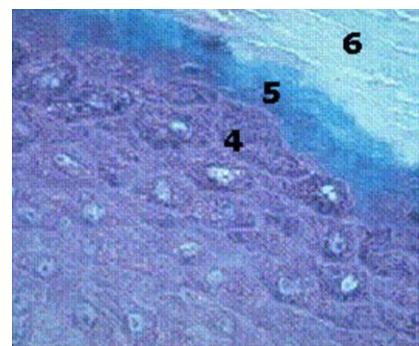


Figure 25 : Epithélium pavimenteux stratifié kératinisé

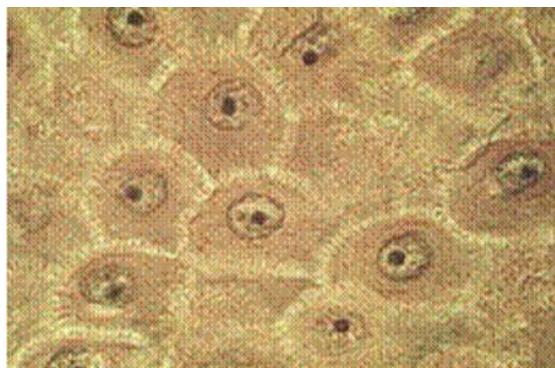


Figure 26 : Epines de Schultze en microscopie optique

3.5.3 Les épithéliums pseudo-stratifiés

- **Les épithéliums pseudo-stratifiés prismatiques**

Exemple : l'épithélium respiratoire qui est un épithélium pseudo-stratifié cilié à cellules à mucus.

Plusieurs types de cellules qui ont toutes un prolongement au contact de la lame basale mais les cellules ont globalement une forme prismatique. Cet épithélium repose sur un chorion qui contient de nombreuses glandes tubulo-acineuses.

L'épithélium respiratoire a un rôle dans l'élimination des particules étrangères qui pénètrent dans l'arbre bronchique. Le mucus synthétisé par les cellules à mucus de l'épithélium et par les glandes du chorion capte ces particules que les cils vibratiles mobilisent et rejettent vers l'extérieur du fait des battements coordonnées des cils.

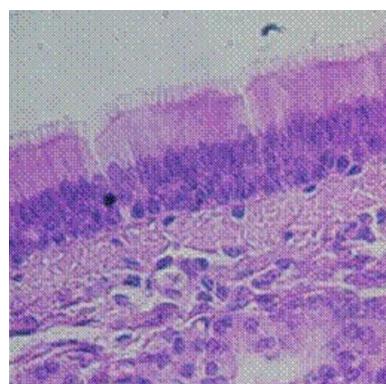


Figure 27 : Les épithéliums pseudo-stratifiés prismatiques

- **Epithéliums pseudo-stratifiés polymorphes**

Exemple : les voies excrétrices urinaires (bassinet, uretère et vessie)

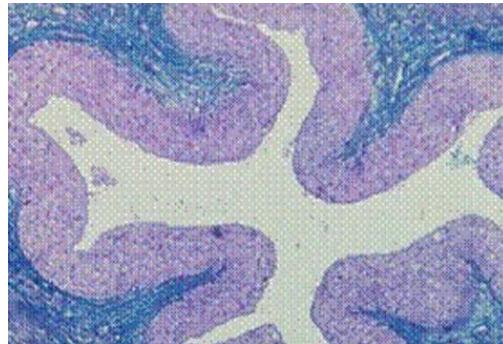


Figure 28 : Les voies excrétrices urinaires

Ils comprennent :

- une couche basale formée de cellules cubiques
- une couche de cellules piriformes avec une extrémité basale effilée (cellules en raquette)
- une couche superficielle de cellules recouvrantes, qui sont parfois binucléées.

Cet épithélium est dit polymorphe car il modifie sa morphologie suivant le degré de distension de l'organe.

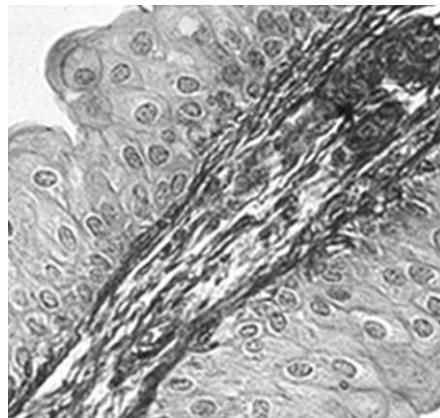


Figure 29 : Epithéliums pseudo-stratifiés polymorphes

NB :

Cellules pavimenteuses : Cellules plus larges que hautes.

Stéréocils : prolongements cytoplasmiques correspondant à des microvillosités longues et flexueuses, dépourvues de microfilaments centraux.

Couche épineuse : Cette couche porte également le nom de corps muqueux de Malpighi.

Epithélium respiratoire : il tapisse la paroi de l'arbre bronchique des fosses nasales aux petites bronches.

IV. Les épithéliums glandulaires

Les tissus glandulaires peuvent être classés selon plusieurs critères.

- On distingue les **glandes exocrines** dont le produit de sécrétion est acheminé vers l'extérieur ou dans un organe creux par un ou des canaux excréteurs et les **glandes endocrines** qui déversent leur produit de sécrétion (appelé hormone) dans le sang.
- On distingue les **glandes intra-épithéliales** (unicellulaire ou pluricellulaire) et les **épithéliums glandulaires** situés dans le chorion sous-jacent.

4.1. Les glandes exocrines

On distingue :

4.1.1. Les glandes exocrines intra-épithéliales situées au sein de l'épithélium de revêtement

a) Les glandes unicellulaires

Ce sont essentiellement les **cellules à mucus** que l'on trouve dans l'épithélium de revêtement de l'intestin ou au niveau de l'épithélium respiratoire. Sur la photographie ci-contre, les glandes unicellulaires intra-épithéliales du jéjunum sont mises en évidence par la coloration du PAS.

Ce mucus est destiné à la protection de l'épithélium de revêtement.

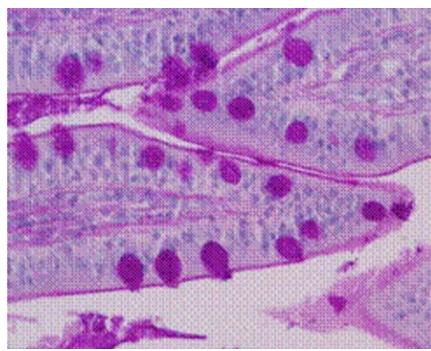


Figure 30 : Les glandes unicellulaires

b) Les glandes pluricellulaires

- **en amas**

Quelques cellules glandulaires sont groupées en amas pour former une formation glandulaire individualisée. Exemple : amas intraépithélial au niveau de la muqueuse nasal

- **en nappe**

L'ensemble de l'épithélium est formé de cellules glandulaires. Exemple : l'épithélium gastrique où toutes les cellules, les mucocytes élaborent du mucus stocké au pôle apical des cellules.



Figure 31 : Les glandes pluricellulaires

4.1.2. Les glandes exocrines situées dans le stroma conjonctif sous-jacent

Elles possèdent une partie sécrétrice (*cf. note : sécrétrice*) associée ou non à un élément excréteur.

a) les glandes simples

Dans ce groupe, l'élément excréteur est soit rectiligne et court, soit inexistant.

- *Glandes tubuleuses simples* - exemple : glandes de Lieberkühn du jéjunum (segment sécréteur rectiligne qui débouche directement à la surface de l'épithélium intestinal).

- *Glandes tubuleuses contournées* - exemple : glandes sudoripares (segment sécréteur long contourné et segment excréteur court et rectiligne).
- *Glandes tubuleuses ramifiées* - exemple : glandes de Brunner du duodénum (élément sécréteur ramifié et segment excréteur rectiligne).

b) les glandes composées

- Définition et classification

Dans les glandes composées, le segment excréteur est formé par un canal ramifié dont le calibre est de plus en plus petit. Aux extrémités des ramifications se trouvent les éléments sécréteurs (acini ou tubes)

- *Glandes composées acineuses pures*

Les éléments sécréteurs sont exclusivement des acini - exemple : glande salivaire parotide.

On parle aussi de glande séreuse

- *Glandes composées tubuleuses pures*

Les segments sécréteurs sont exclusivement des tubes - exemple : glandes annexées à la cavité buccale, glande salivaire sublinguale. On parle dans ce cas de glande muqueuse.

- *Glandes mixtes* composées d'éléments en tubes (muqueux) et d'acini (séreux) et d'éléments mixtes (tubes associés à un élément séreux (croissant de Gianuzzi))

Exemple : glande sous maxillaire

- Organisation histologique des glandes composées

Elles sont entourées d'une capsule conjonctive d'où partent des cloisons délimitant des lobes et lobules au sein du parenchyme.

Dans chaque lobule, il existe des éléments sécréteurs : les acini ou les tubes (1) drainés par des canaux excréteurs d'abord intralobulaires puis extralobulaires.

Les **acini** apparaissent arrondis, composés de cellules pyramidales qui délimitent une lumière très réduite. Chaque acinus est entouré d'une lame basale. Entre les deux, se trouvent des cellules myo-épithéliales.

Les cellules acineuses possèdent un noyau situé dans la partie moyenne. Le pôle basal est occupé par un réticulum granulaire important et des mitochondries tandis que le pôle apical contient de nombreux grains de sécrétion (de type séreux).

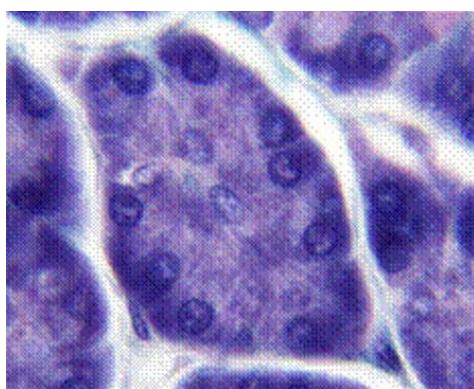


Figure 32 : Organisation histologique des glandes composées

- Les **tubes** sont des formations allongées avec une lumière bien dessinée. Ils sont entourés d'une lame basale et de cellules myo-épithéliales. Le noyau des cellules est situé dans la partie basale. Le cytoplasme apparaît clair contenant un produit de sécrétion peu coloré (de type muqueux).

Les **tubes mixtes** sont formés de cellules prismatiques de type muqueux et des acini. Ces derniers sont regroupés en périphérie des tubes et forment les croissants de Gianuzzi.

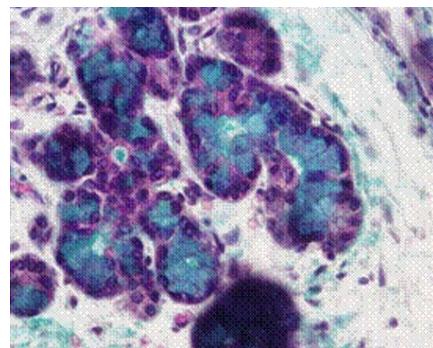


Figure 33 : Les tubes

- Les segments excréteurs

Le canal initial, très fin et très court faisant suite à l'élément sécréteur, est le passage de Boll (diamètre petit, épithélium simple cubique). Ensuite, les canaux ont des calibres de plus en plus grands et constituent les canaux de Pflüger (cellules prismatiques avec chondriome important au pôle basal leur donnant un aspect strié) d'abord intra lobulaires puis extralobulaires.

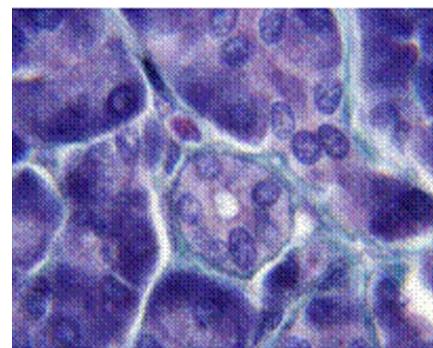


Figure 34 : Les segments excréteurs

4.2. Les glandes endocrines

Elles sont formées de cellules qui déversent leur produit de sécrétion directement dans le sang.

Elles sont donc entourées d'un tissu conjonctif très vascularisé.

L'organisation cellulaire permet de distinguer :

- Des **glandes de type cordonnal** ou trabéculaire

Exemple : la glande surrénale

Les cellules sont organisées en cordons épais séparés par des espaces conjonctivo-vasculaires riches en capillaires.

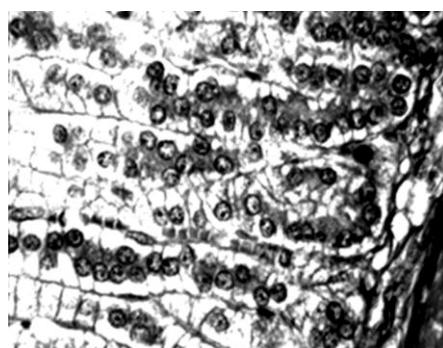


Figure 35 : Glandes de type cordonnal ou trabéculaire

- Des glandes de type vésiculaire

Exemple : la glande thyroïde

Les cellules délimitent des vésicules formées par un épithélium simple bordant une lumière large remplie de colloïde.

Ces cellules ont une double polarité : elles stockent dans la lumière de la vésicule leur produit de sécrétion (une pro-hormone). Dans un deuxième temps, la prohormone est réabsorbée par la cellule vésiculaire et sert à la synthèse de l'hormone thyroidienne définitive qui sera déversée dans les capillaires entourant les vésicules.

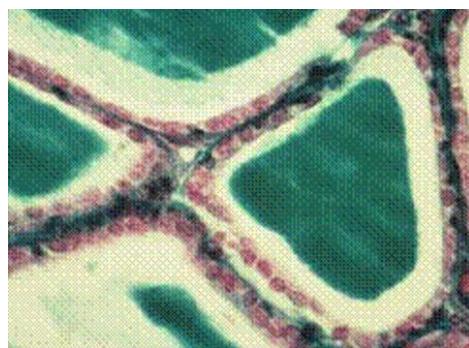


Figure 36 : Glandes de type vésiculaire

4.3 Les glandes amphicrines

Ce sont des glandes à la fois exocrines et endocrines. On distingue :

- les **glandes amphicrines homotypiques** : Un seul type de cellules exo et endocrine.

Exemple : les hépatocytes au niveau du foie

- les **glandes amphicrines hétérotypiques**

Deux types de cellules juxtaposés au sein du parenchyme.

Exemple : le pancréas qui possèdent des acini (1), responsables de la sécrétion exocrine pancréatique (enzymes digestives) et des îlots de Langerhans (2) responsables de la synthèse des hormones régulant notamment la glycémie (insuline et glucagone).

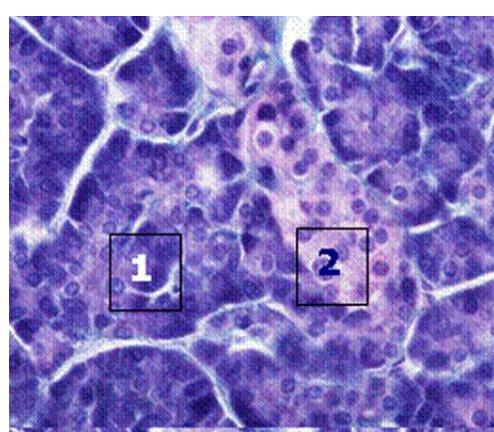


Figure 37 : Les glandes amphicrines

NB :

Sécrétrice : On parle de glandes tubuleuses si l'élément sécréteur est un tube (sécrétion muqueuse) et de glandes acineuses quand l'élément sécréteur est sphérique (sécrétion séreuse).

Travaux Pratiques (TP)

- I. TP n° 01 : Gamétogénèse
- II. TP n° 02 : Les épithéliums de revêtement

BIOLOGIE ANIMALE**Travaux pratiques****TP n° 01 : La gaméto-génèse****Objectifs :**

- Identification des différentes cellules constituant le testicule et notamment le tube séminifère ;
- Distinction des différentes étapes de la gamétogénèse ;
- Maîtrise de la mise au point des coupes sous microscope optique.

Matériel :

- Coupes de testicule et d'ovaire.
- Microscope optique.

Manipulation :

- placez la coupe
- visualiser avec l'agrandissement x10 jusqu'à la mise au point
- Observez la coupe du testicule
- visualiser avec l'agrandissement x40 jusqu'à la mise au point
- Observez la coupe une 2^{ème} fois
- Dessinez une portion de tube séminifère (de la paroi jusqu'au centre).
- Identifiez les différentes cellules dessinées et reportez ces légendes sur le dessin.

NB :

- Les coupes d'ovaires ne font pas l'objet de dessins et identification, leur usage se limite à la mise au point parce que le nombre des celles-ci étant réduit aussi bien que pour permettre à tous les étudiants de réaliser des dessins à partir de coupes de même nature. De ce fait, une rotation par groupes d'étudiants doit être organisée et chaque étudiant doit dessiner une portion du tube séminifère.
- L'enseignant doit évaluer la mise au point réalisée par groupes d'étudiant (agrandissements x10 et x40).

BIOLOGIE ANIMALE**Travaux pratiques****TP n° 02 : Les épithéliums de revêtement****Notions théoriques**

Classification des épithéliums de revêtement

Objectifs TP

- Connaissance de bases de classification des épithéliums de revêtement
- Détermination d'un tissu épithéial
- Pouvoir identifier les éléments constitutifs d'un épithélium
- Maitrise de la mise au point des coupes sous microscope optique

Matériel :

- Coupe des épithéliums.
- Microscope optique.

Manipulation :

- Placez la coupe
- visualiser avec l'agrandissement x10 jusqu'à la mise au point
- Observez la coupe de l'épithélium.
- visualiser avec l'agrandissement x40 jusqu'à la mise au point
- Observez la coupe une 2^{ème} fois
- Dessinez une portion de la coupe observée.
- Identifiez les différents éléments dessinés et reportez ces légendes sur le dessin.
- Déterminer (dans le titre) le nom du tissu.