III- La fécondation

1- **Définition :** la fécondation est l'union ou fusion des 2 noyaux des 2 cellules sexuelles : spermatozoïdes (haploïde ou n chromosomes) et ovule (haploïde ou n chromosome). Le résultat est la formation d'un œuf fécondé ou zygote (diploïde ou 2n chromosomes).

A / la fécondation chez les mammifères

Spermatozoïde et ovule subissent des modifications au cours de leur transit dans les voies génitales, ces modifications les préparent à la fécondation.

- modifications touchant le spermatozoïde :

- Les modifications au niveau de l'épididyme : l'acrosome des spermatozoïdes possède de nombreuses enzymes dont en particulier : -

- l'acrosine
- la Hyaluronidase
- la CPE (Corona Penetrating enzym)

Dont l'action permet la pénétration du spermatozoïde dans l'ovule et donc la fécondation. La Hyaluronidase permet la pénétration du spermatozoïde au niveau de la Corona Radiata et la CPE le franchissement de celle-ci. L'acrosine permet au spermatozoïde de franchir la membrane pellucide.
Dans les voies génitales masculines, l'action de ces enzymes est bloquée par des inhibiteurs synthétisés sécrétés dans l'épididyme. Les spermatozoïdes deviennent ainsi non fécondants et sont dits décapacités.

- Les modifications au niveau de l'appareil génital féminin :

Lors du passage des spermatozoïdes au niveau de l'utérus, les inhibiteurs (glycoprotéines) disparaissent et les spermatozoïdes vont acquérir leur pouvoir fécondant et deviennent capacités : ce phénomène est appelé la capacitation.

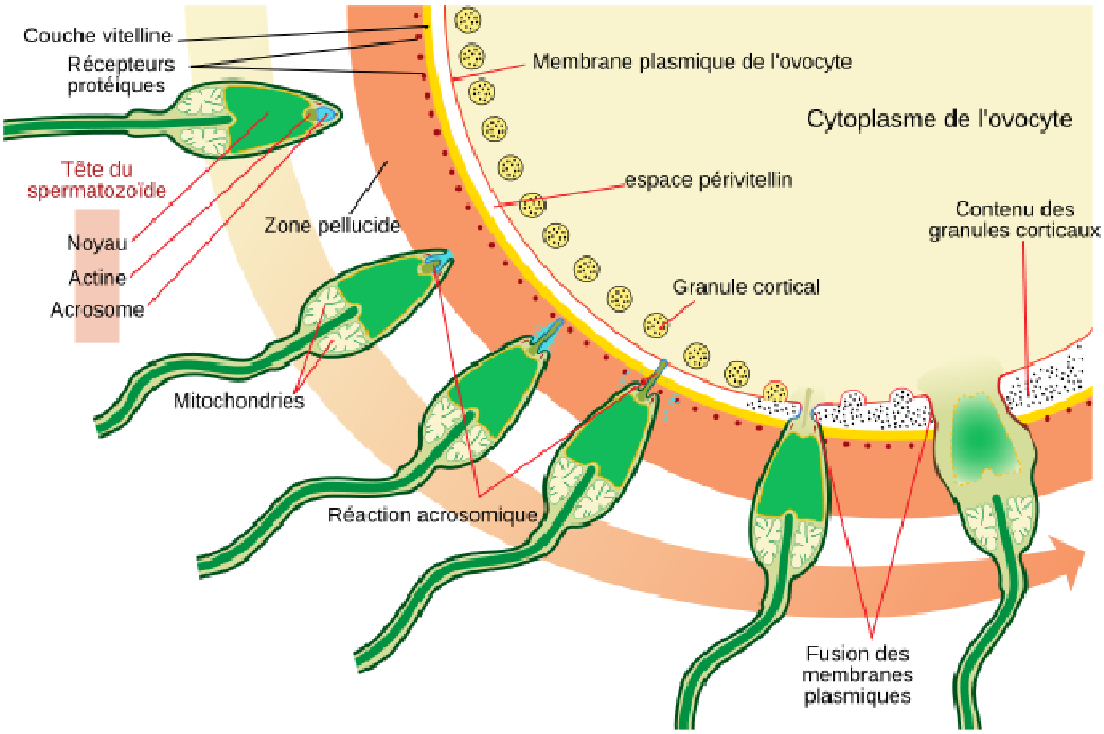
2- **Les étapes de la fécondation : (voir planches)**

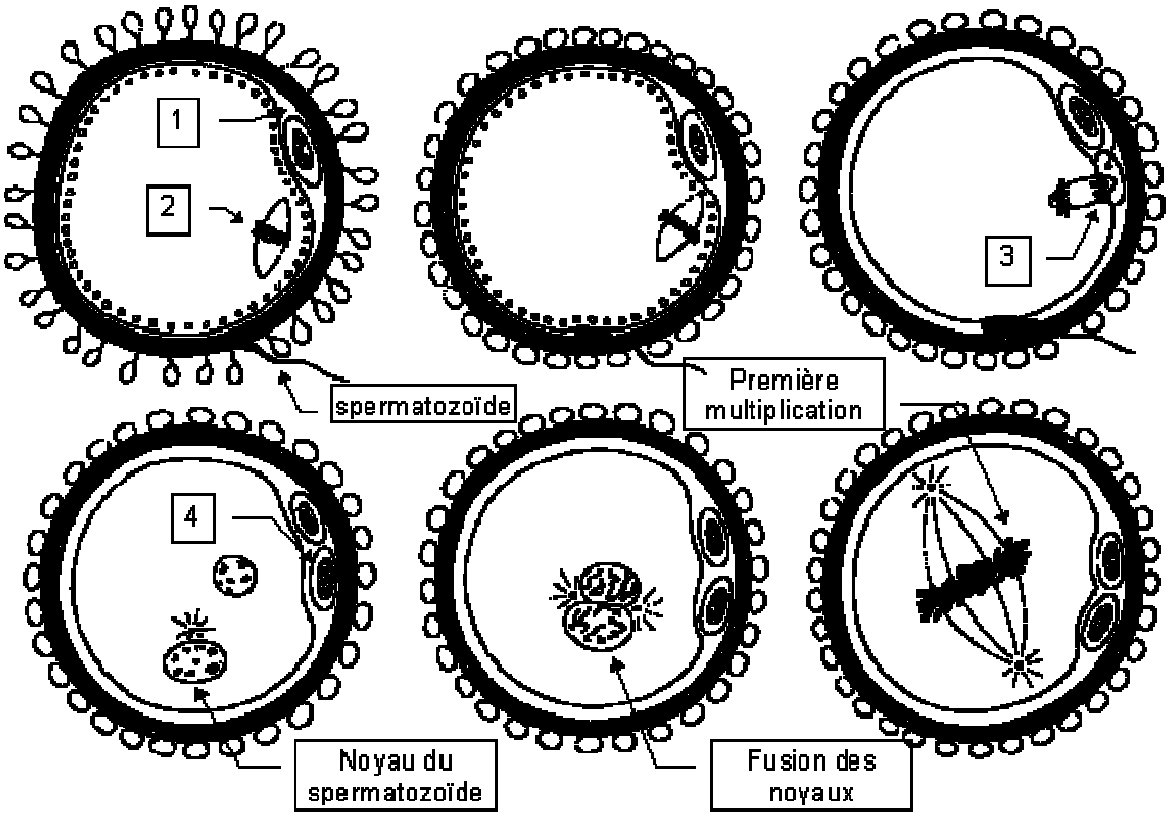
- L'ovocyte II (bloqué au stade métaphase) issu de l'ovulation est entouré de la membrane pellucide et les cellules folliculeuses de la corona radiata.
- La réaction acrosomique à lieu voisinage de l'ovule dans l'ampoule de la trompe de Fallope.
- Hyaluronidase et la CPE de l'acrosome dissolvent le cément intercellulaire de la corona radiata. Les cellules folliculeuses se rétractent.

- Fixation du spermatozoïde sur la zone pellucide de l'ovule par une réaction immunitaire de type antigène-anticorps (reconnaissance spécifique).
- Le spermatozoïde traverse la zone pellucide grâce à l'acrosine et grâce à l'action à l'activité de son flagelle.
- Le spermatozoïde pénètre à l'intérieur de l'ovule par fusion des deux membranes.
- La pénétration du spermatozoïde dans le cytoplasme de l'ovule déclenche une série de réactions appelées réactions d'activation, parmi :

  - Achèvement de la deuxième méiotique bloquée au stade métaphase 2 et libération d'un deuxième globule polaire.
  - Libération des granules corticaux évitant la polyspermie
  - Dépolarisation de l'ovule par la libération du Calcium intracytoplasmique empêchant la pénétration d'autres spermatozoïdes

- Les chromosomes de l'ovule se rassemblent et forme un noyau vésiculeux, appelé le pronucléus féminin (22 autosomes+ le chromosome x).
- De même les chromosomes du spermatozoïde se rassemblent et se renflent et forme le pronucléus masculin (22 autosomes+ le chromosome x ou y).
- les deux pronucléus migrent au centre de l'ovule, réplication des 2 ADN, le centriole du spermatozoïde se divise en deux, accolement des 2 pronucléus.



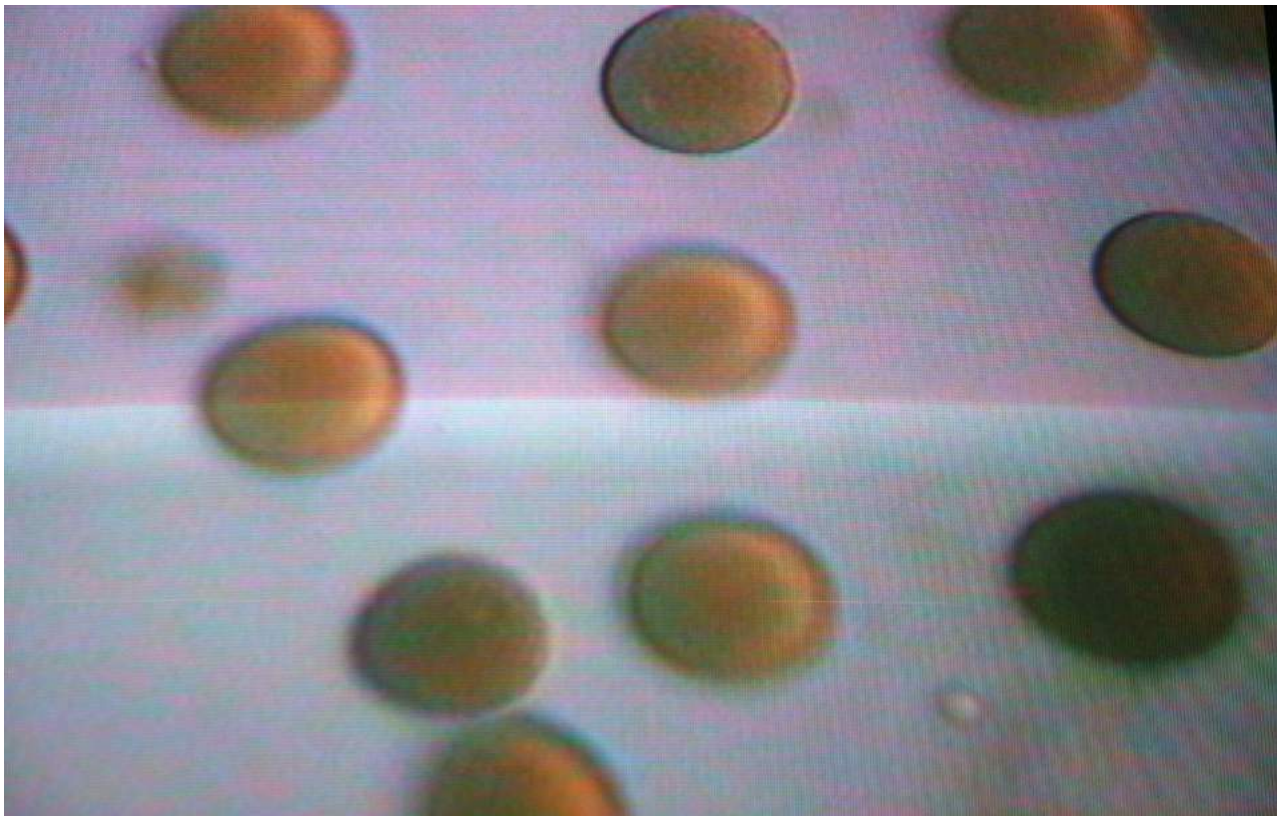

1
2
3
4
spermatozoïde
Première multiplication
Noyau du spermatozoïde
Fusion des noyaux

La fécondation chez l'oursin

Les processus de fécondation chez l'oursin sont proches de ceux décrites chez les mammifères, sauf qu'il ya quelques différences qui sont :

- la fécondation chez l'oursin est externe, elle a lieu dans l'eau de mer, les ovules sont pondus au stade ovotide.
- l'ovotide de l'oursin est entouré d'une gangue gélatineuse. Cette gangue se dissout dans l'eau de mer et libère une substance appelée la fertilisine. La fertilisine réagit avec une anti-fertilisine située à la surface du spermatozoïde. Il en résulte une acquisition de la mobilité, une attraction et une agglutination et pénétration du spermatozoïde.
- Chez l'oursin après la pénétration du spermatozoïde, il ya formation d'une membrane de fécondation qui se durcit après son apparition. Cette membrane permet de protéger l'œuf du milieu extérieur.

Ovotides d'oursin avec la gangue



Gamétogenèse

Gamétogenèse = processus de formation des gamètes.

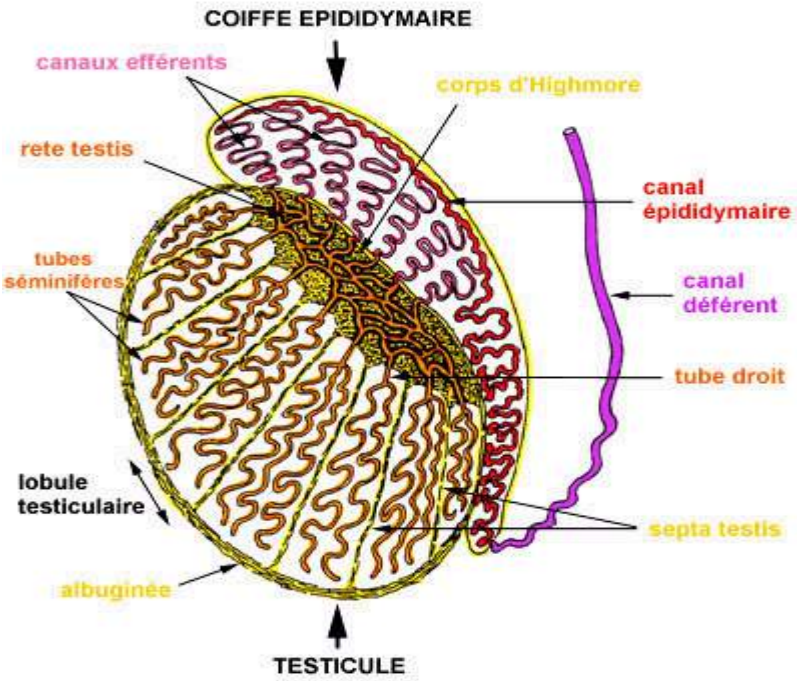
- La production des gamètes se fait au niveau des gonades : testicules chez le mâle et ovaires chez la femelle

Chez le mâle on parle de **spermatogénèse** : processus de formation des spermatozoïdes.
Chez la femelle on parle d'**ovogénèse** : processus de formation des ovules ou ovocytes.

I- La spermatogénèse

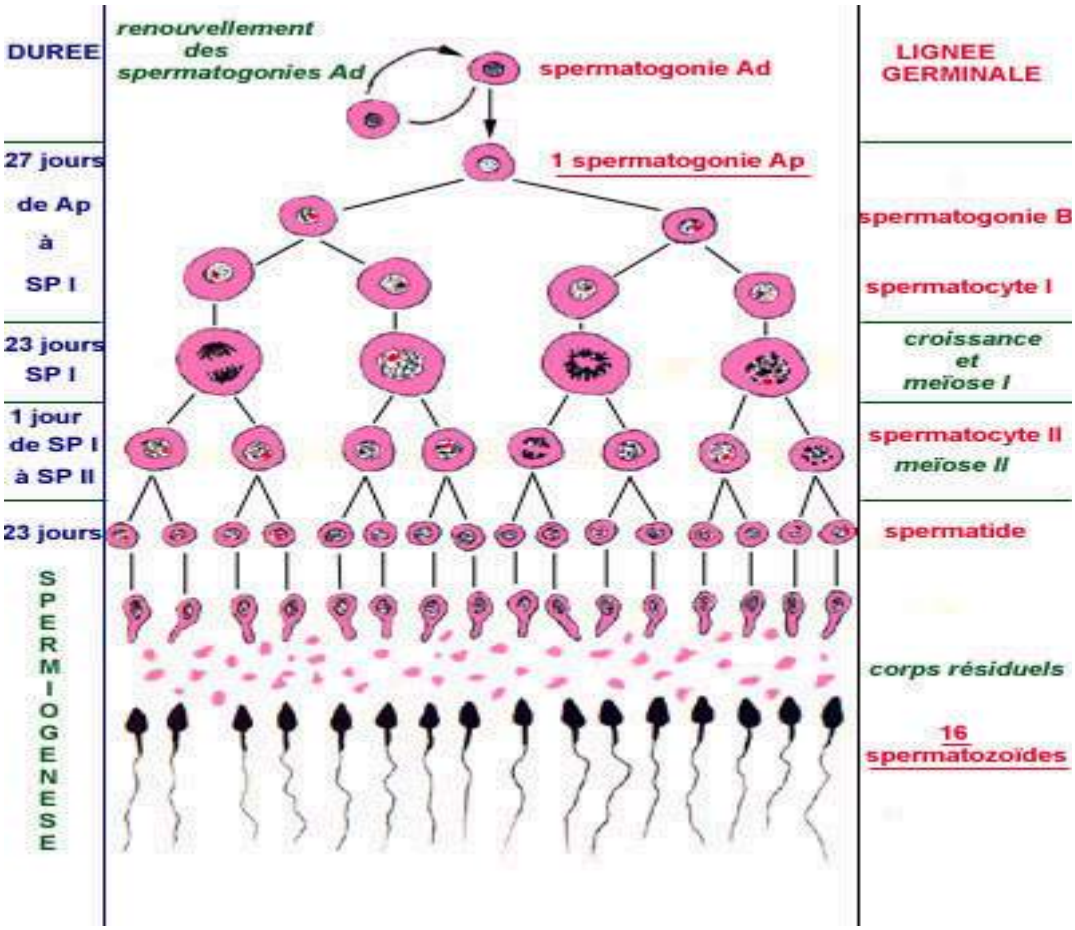
Spermatogenèse = c'est la formation des spermatozoïdes chez le mâle. Elle Se déroule dans les tubes séminifères des testicules.

- Elle est déclenchée à la puberté par les hormones hypophysaires sous influence de l'hypothalamus et par le biais des hormones **FSH** et **LH**.
- Elle s'effectue à partir des cellules souches (spermatogonies) et les spermatozoïdes sont synthétisés en millions par jour.
- Elle est permanente et non cyclique comme l'ovogenèse.



Coupe du testicule

<u>Etapes de la spermatogénèse</u> (voir planche)



<u>Étape 1</u>

De la naissance à la puberté les spermatogonies →mitoses pour accroître leur nombre. Ce sont les cellules souches.

<u>Étape 2</u>: elle démarre à partir de la puberté.

Les spermatogonies (2n chromosomes) par mitose → spermatocytes I (2n chromosomes).

Étape 3

Chaque spermatocyte I (2n) par méiose 1→2 spermatocytes II à N chromosomes (1ère division de la méiose).
Un des 2 spermatocytes II contient le chromosome X et Y.

Étape 4

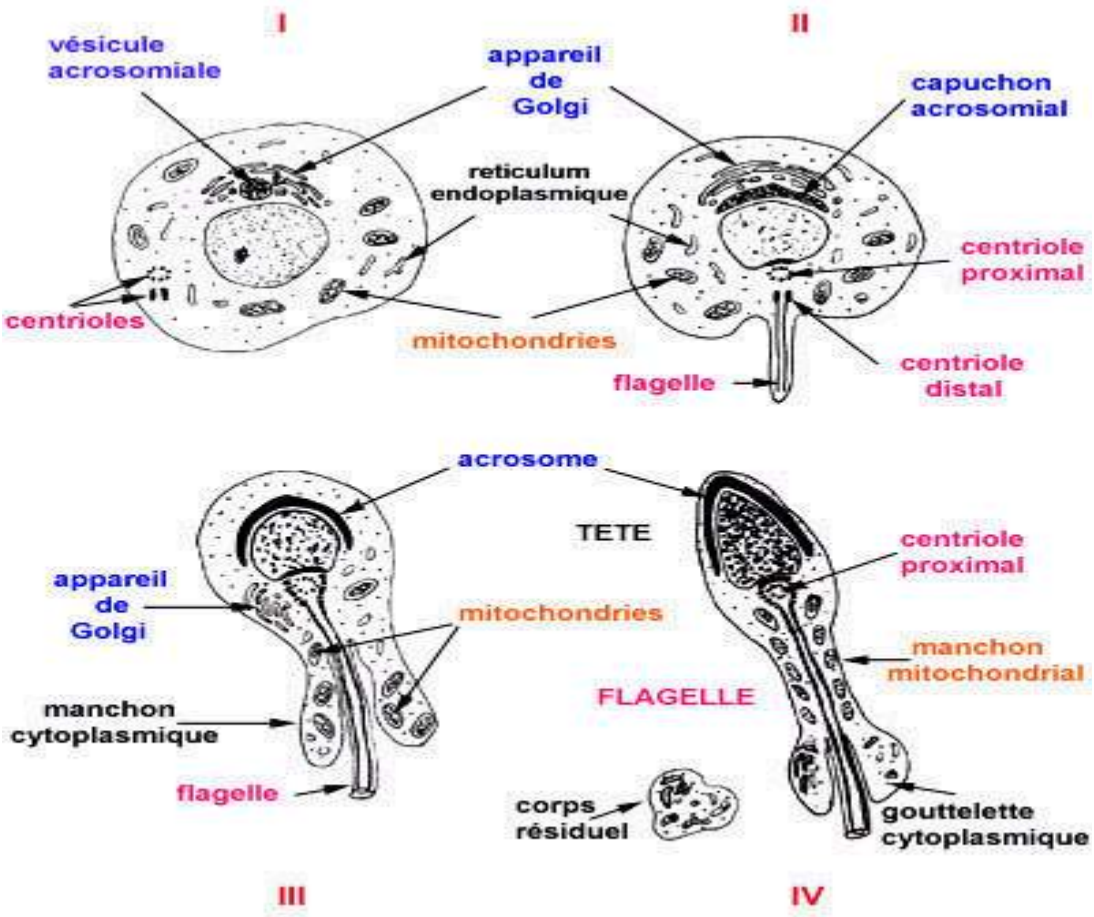
Chaque spermatocyte II subit la 2ème division méiotique →2 spermatides à N chromosomes

Étape 5: Spermiogenèse (voir planche)

Spermatide → subit une maturation et transformation morphologique cytoplasmique et nucléaire →spermatozoïdes

Étape 6: Migration dans l'épididyme

Les spz→migration des T.S. vers les épididymes où ils terminent leur maturation et sont stockés



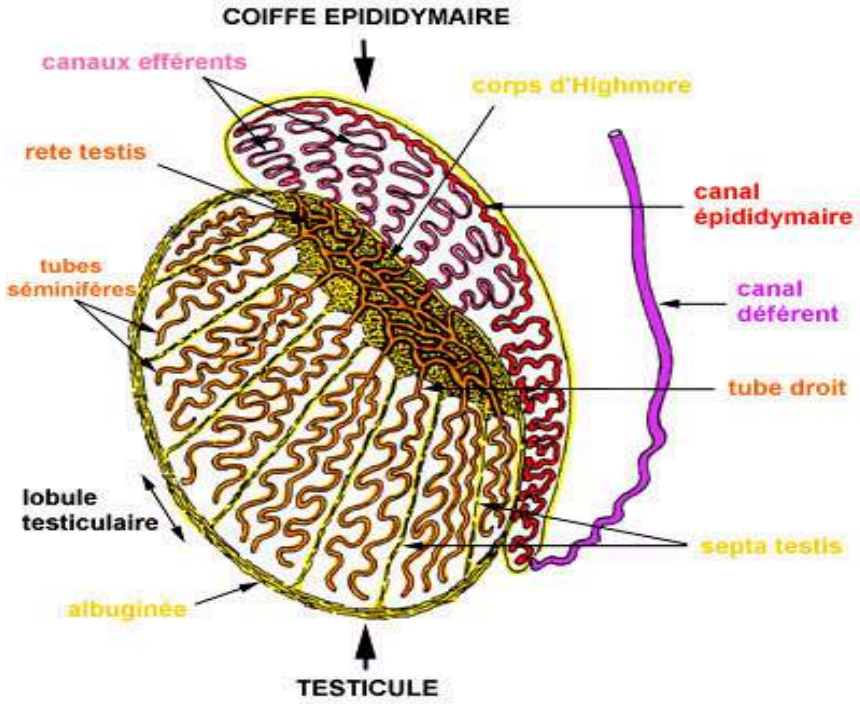
Spermiogenèse

<u>Transformations cytoplasmiques</u> :

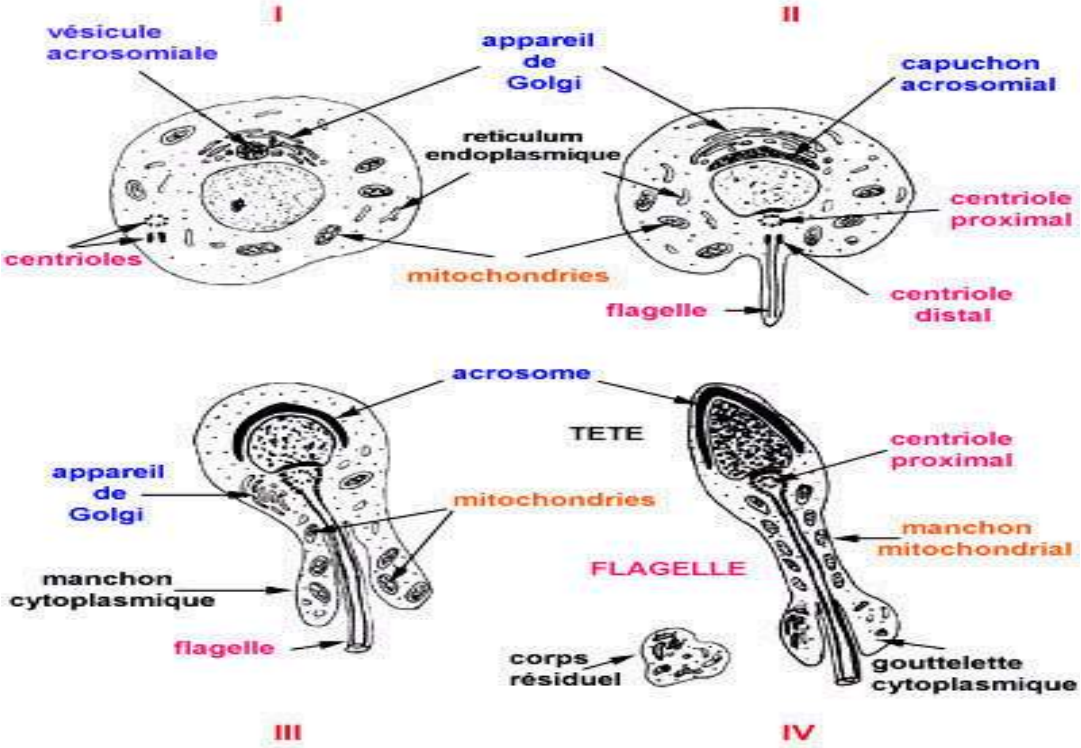
- synthèse de l'acrosome et du matériel acrosomial à partir de la fusion des vésicules golgiennes
- Migration des centrioles : le centriole proximal se place diamétralement à l'opposé de l'acrosome, le centriole distal est à l'origine du flagelle.
- regroupement des mitochondries en un manchon mitochondrial péri flagellaire.

- **<u>Transformations nucléaires</u>** :

- Remplacement des histones par des nucléoprotéines appelés protamines.



Coupe du testicule



Spermiogenèse

II- Folliculogenèse et ovogenèse

Le cycle ovarien est caractérisé par deux phénomènes :

1- La folliculogenèse : est l'ensemble des phénomènes permettant le passage du follicule primordial en follicule De Graaf.

- Elle se déroule au niveau de l'ovaire (région corticale).

- Elle démarre aussi comme l'ovogenèse de la puberté à la ménopause.

2- Différents types de follicules :

- Follicule primordial : constitué pendant la vie fœtale.

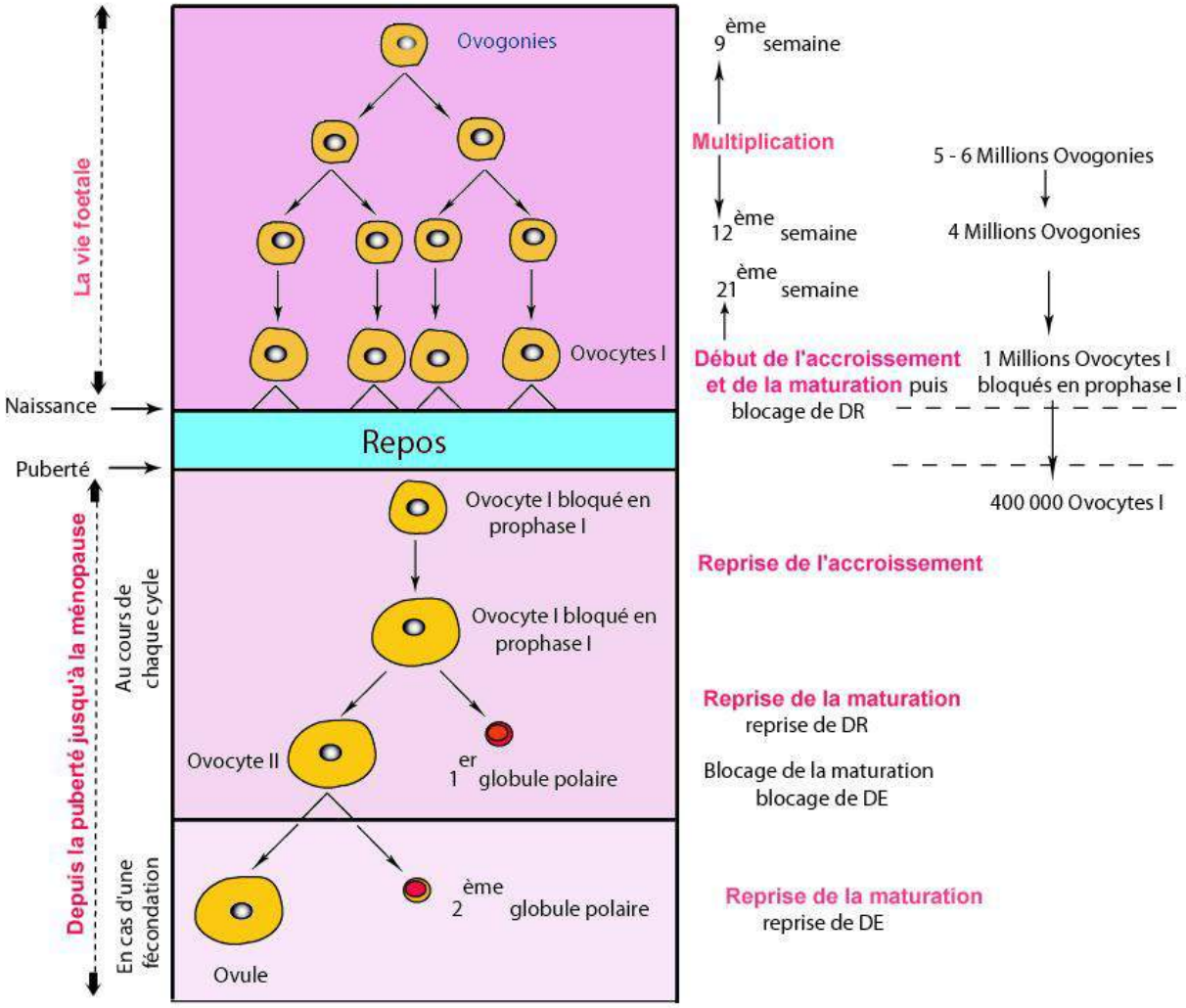
- Follicules en croissance: Follicule primaire, follicule secondaire, follicule tertiaire, follicule de De Graaf. Cette croissance ou le passage du follicule primordial en follicule de De Graaf démarre à la puberté.

3- L'ovogenèse : est l'ensemble des processus permettant la formation des gamètes femelles : ovules.

- Elle démarre à la puberté jusqu'à la ménopause sous l'influence des hormones hypophysaires : FSH et LH.

- Elle se déroule au niveau des ovaires.

4- Les étapes de l'ovogenèse



Etape 1 : se déroule durant la vie fœtale

Les cellules souches les ovogonies (2n), se multiplient par une succession de mitoses pour donner un ovocyte I (2n). Ce dernier démarre une première division méiotique méiose 1), mais li ne l'achevé pas. Cette méiose 1 est bloquée au stade prophase 1. Donc à la naissance, on a un ovocyte I (2n) bloqué au stade prophase.

Etape 2 : de la naissance à la puberté

Cette phase de blocage de l'ovocyte I (2n) dure pendant une longue période de repos. Cette première division ne se reprendra qu'à la puberté.

Etape 3 : elle démarre à la puberté

L'ovocyte I (2n) bloqué au stade prophase achève sa première division méiotique (méiose 1) bloquée au stade prophase pour donner un ovocyte II haploïde (n chromosome) et un globule polaire (GP1).

Etape 4 : elle se produit au moment de l'ovulation

L'ovocyte I (n) débute une deuxième division méiotique (méiose 2) pour donner un ovocyte II (n), mais non achevée et reste bloquée au stade métaphase II. Elle ne se terminera qu'au moment de la fécondation.

Etape 5 : elle se produit au moment de la fécondation

L'ovocyte II (n) bloquée au stade métaphase II, termine sa méiose 2 et libère un deuxième globule polaire (GP2) au moment de la fécondation et deviendra un ovule apte à être fécondé.

INTRODUCTION GENERALE

I/Définitions :

- **L'embryologie** (embruon= embryon ; logos = science, étude) : est la science qui a pour objet l'étude du développement des animaux à partir de l'œuf fécondé jusqu'à la naissance ou l'éclosion.

- **L'ontogenèse** (ontos = être vivant ; genèse=formation) : est l'ensemble des étapes qui permettent à un œuf fécondé d'aboutir à la formation d'un nouvel individu apte à se reproduire.

II/Les sous-divisions de l'embryologie :

- **L'embryologie descriptive** : a pour objet l'étude de la genèse des formes ou morphogenèse. Elle est basée sur l'anatomie et l'histologie.

- **L'embryologie expérimentale ou causale :** étudie les mécanismes du développement et son déterminisme au niveau des structures et ultra-structures cellulaires et au niveau moléculaire -- -

- **L'embryologie pathologique ou tératologie** (teratos=monstre ; logos=étude) : étudie les anomalies congénitales (malformations et monstruosités) dues à des perturbations du développement normal.

- **L'embryologie comparée :** s'occupe des analogies et des différences de développement entre groupes proches L'embryologie moléculaire étudie l'expression des gènes en relation avec le développement.

III/Les grandes lignes de développement :

Le développement embryonnaire se déroule de la même manière chez tous les métazoaires. On observe plusieurs grandes étapes fondamentales :

1/ La fécondation

2/ La segmentation

3/ La gastrulation

4/ La neurulation

5/ L'organogénèse

A) La fécondation : est l'union du gamète mâle (n chr) et du gamète femelle (n chr) pour former un œuf fécondé ou zygote (2n chr).

B) La segmentation : c'est le passage de l'état unicellulaire à l'état pluricellulaire suite à une succession de divisions mitotiques. Les cellules ou blastomères vont devenir de plus en plus petites à mesure qu'elles se divisent et l'embryon ne va pas croître en taille par rapport à la taille de l'œuf fécondé. En fin de segmentation, le germe prend l'aspect d'une mûre (stade morula) puis se creuse d'une cavité interne ou blastocœle (stade blastula).

C/ Gastrulation : c'est la phase durant laquelle il y a apparition de mouvements morphogénétiques: mouvements cellulaires qui vont remanier la position des blastomères dans la blastula. Ils vont être à l'origine de la l'apparition des 3 feuillets fondamentaux des métazoaires triploblastiques :

- **L'ectoblaste ou ectoderme** : feuillet externe
- **L'endoblaste, entoblaste ou endoderme** : feuillet interne
- **le mésoblaste ou mésoderme** : feuillet moyen dans l'embryon une nouvelle cavité : **l'archentéron**

L'embryon devient tridermique : **stade gastrula.**

Pour schématiser ces feuillets on utilise des couleurs conventionnelles :

- Le bleu pour l'ectoderme,
- le rouge et le rose pour le mésoderme
- le vert pour l'endoderme.

D/ Neurulation : Elle est marquée par la mise en place du tube neural (ébauche du névraxe : encéphale et moëlle épinière) et la formation de diverses ébauches (tube digestif, corde) : stade neurula.

E/ Organogenèse : Les organes vont progressivement se différencier tout d'abord sous la forme d'ébauches non fonctionnelles puis sous la forme d'organes physiologiquement fonctionnels .

IV- Quelques définitions

Œuf ou zygote : Cellule résultant de la fécondation entre un gamète mâle et un gamète femelle.

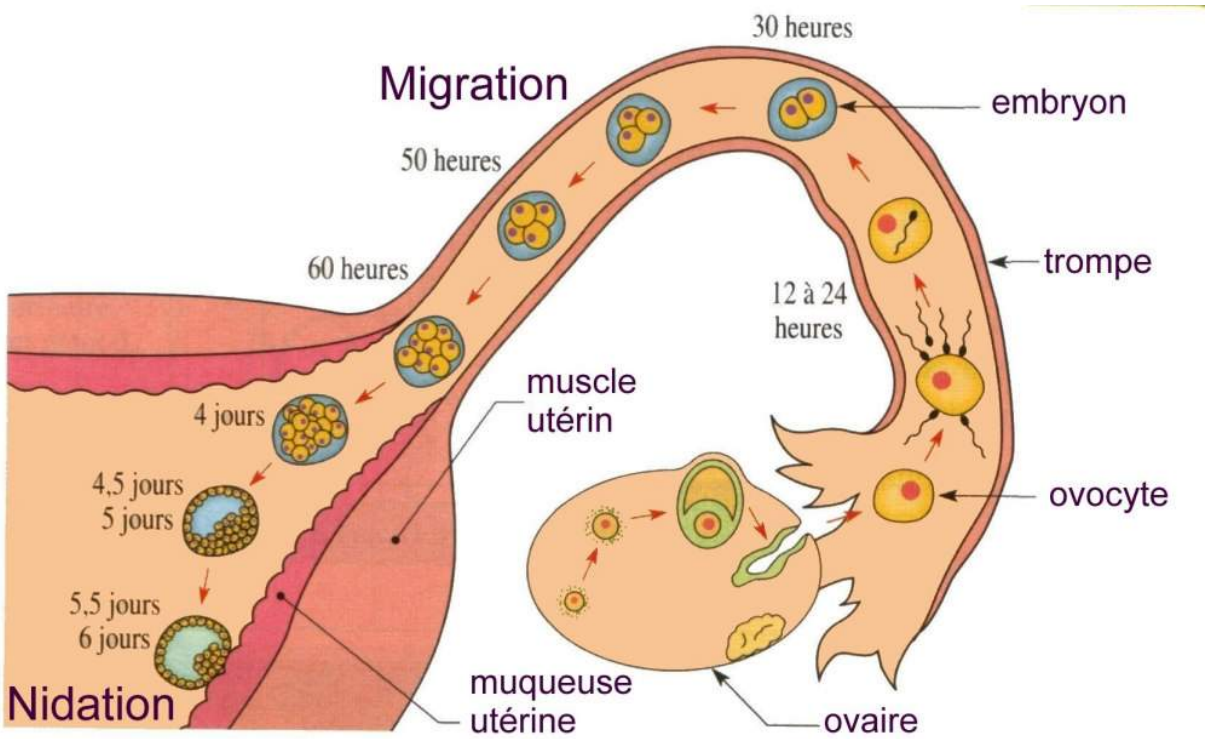
Vivipare (vivus : vivant) : Animal dont les petits naissent complètement développés (ex : les mammifères).

Ovipare : animal qui se reproduit par des œufs et dont leur développement embryonnaire se fait à l'extérieur du corps (éclosion) (ex : les oiseaux, les poissons, tortue, reptiles….)

Ovovivipare : les femelles produisent des œufs qui sont fécondés à l'intérieur du corps de la femelle. Le développement et l'éclosion se font à l'intérieur du corps de la femelle comme pour les oiseaux. Les petits complètements développés sortent comme une naissance vivipare. Ex : serpent marin, vipère, poisson marin, requin.

Embryon est le stade à partir duquel apparait une forme d'ensemble reconnaissable avec une région céphalique, une région caudale, une région dorsale et une région ventrale.

Fœtus est un terme qui n'est employé chez les mammifères qu'à partir du troisième mois de gestation .L'embryon ressemble plus ou moins à l'adulte.



Les tissus conjonctifs

I/ Définition

Les tissus conjonctifs doivent leur nom du fait qu'ils réalisent le plus souvent la connexion (ou conjonction) entre les organes, ou entre les tissus d'un même organe. Ils occupent une large place dans l'organisme et ont des fonctions importantes (défense, nourricière).

Malgré une grande diversité morphologique, tous les tissus conjonctifs ont en commun 3 caractères originaux :

1/ les cellules : fibroblaste ou fibrocyte, cellule adipeuse ou adipocyte, mastocyte, histiocyte ou macrophage et plasmocyte

2/ les fibres : les fibres collagènes, les fibres réticulées, les fibres élastiques

3/ la substance fondamentale : substance homogène, amorphe, occupe les espaces compris entre les fibres et les cellules. Elle contient des substances synthétisées par les cellules conjonctives (fibroblastes ou fibrocytes) : des protéoglycanes, des glycoprotéines, des mucopolysaccharides, des sels minéraux et de l'eau. Sa composition chimique varie selon la localisation et la nature des tissus conjonctifs.

II/ Classification et description des différents types de tissus conjonctifs

Elle repose sur la quantité relative des cellules, des fibres, de substance fondamentale, sur la nature des fibres et leur orientation. Ainsi on distingue :

- Le tissu conjonctif au sens strict
- Le tissu cartilagineux
- Le tissu osseux
- Le sang

Les tissus musculaires

I/ Définition :

- Se compose de cellules appelées fibres musculaires (voir schéma cours)
- Forme étalée ou fusiforme
- Les fibres musculaires renferment au niveau du sarcoplasme des éléments contractiles orientés parallèlement en longueur se sont les myofibrilles
- Les myofibrilles se composent de filaments fins de nature polypeptidique, jouant un rôle dans la contraction, se sont les filaments **d'actine** et de **myosine**
- La fibre ou la cellule musculaire est limitée de l'extérieur par une membrane appelée sarcolemme.

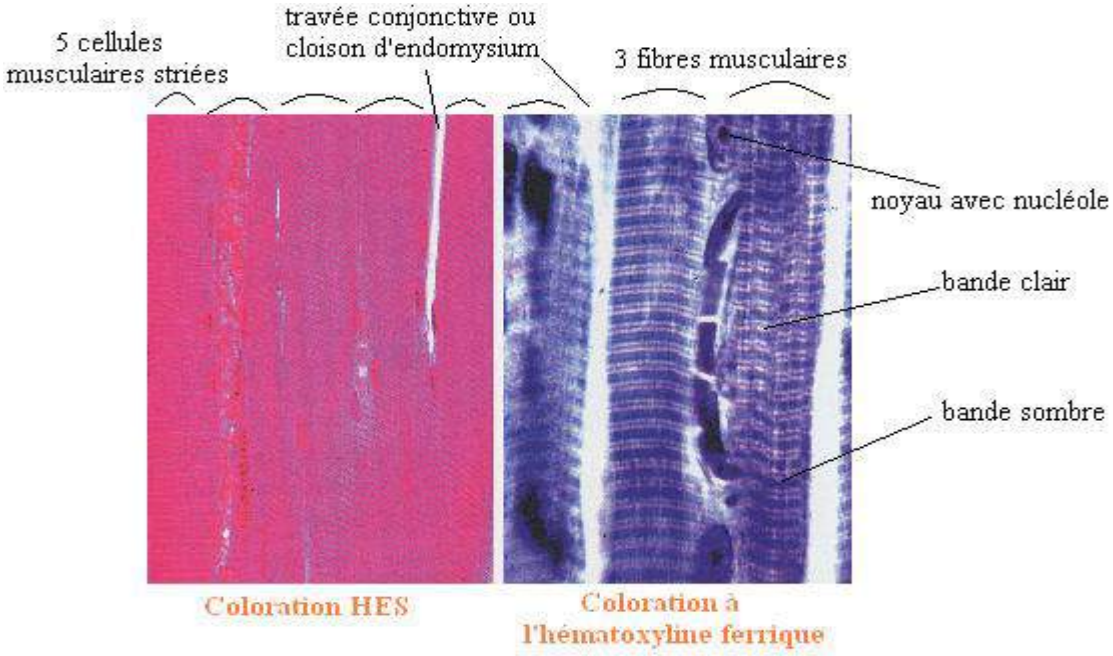
II/ types de tissus musculaires :

Selon la structure des myofibrilles, on distingue 2 grands types de tissus musculaires :

- **Le tissu musculaire lisse** : un tissu à contraction lente et indépendante, constitué par des fibres ou cellules musculaires lisses et pourvus de myofibrilles lisses et homogène

- **Le tissu musculaire strié :** constitué de fibres musculaires possédant des myofilaments striés à structure hétérogène. Elle est en effet constituée de zones ou disques :

  - **Disque A ou bande A** (anistrope) : sombre, constitué de filaments de myosine
  - **Disque I ou bande I** (isotrope) : clair, constitué de filaments d'actine



Le tissu nerveux

I/ Définition :

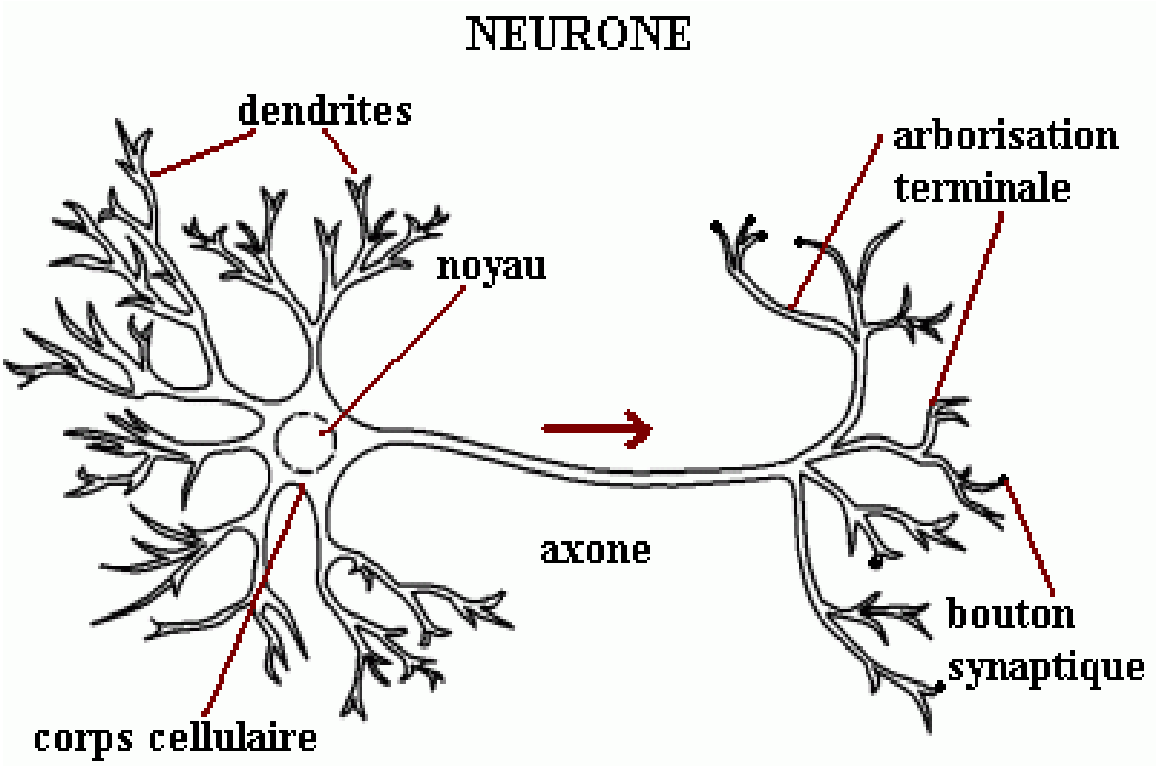
Le tissu nerveux est composé de :

- Les cellules nerveuses ou neurones
- Les cellules névrogliques : cellules de soutien, de protection et nourricière
  La névroglie est l'équivalent de tissu conjonctif pour les tissus.

II/ La cellule nerveuse ou neurone (voir schéma cours) :

Malgré leur diversité, les neurones ont des caractères communs, ils possèdent **:**

- **Un péricaryon** qui représente le corps cellulaire avec le noyau et les organites
- Des expansions cytoplasmiques : un **axone** et plusieurs **dendrites** qui s'achèvent par une arborisation.



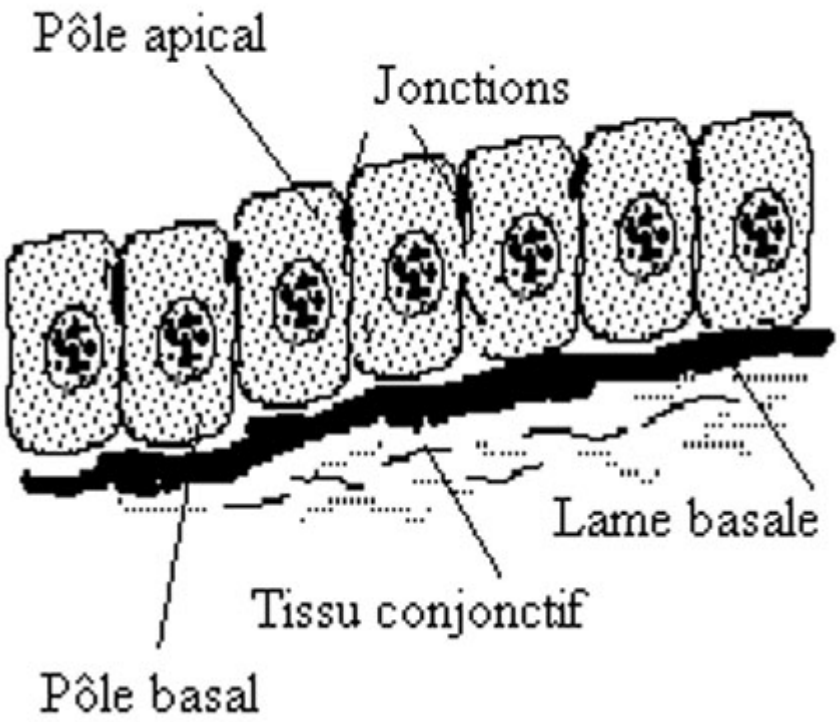
Les tissus epithéliaux

On nomme un tissu épithélial une membrane formée de cellules juxtaposées, limitant les autres tissus vers l'extérieur ou tapissant les cavités internes. Les cellules épithéliales de forme simples et variées. Elles se touchent par de larges surfaces, non séparées par une substance interstitielle contrairement aux cellules conjonctives. Il n'y a jamais de vaisseaux ni capillaires dans les épithéliums.

On distingue 2 types de tissus épithéliaux :
- les épithéliums de revêtement, simples membranes protectrices
-les épithéliums glandulaires, qui élaborent des produits de sécrétion utilisés par l'organisme

I/ Les épithéliums de revêtement

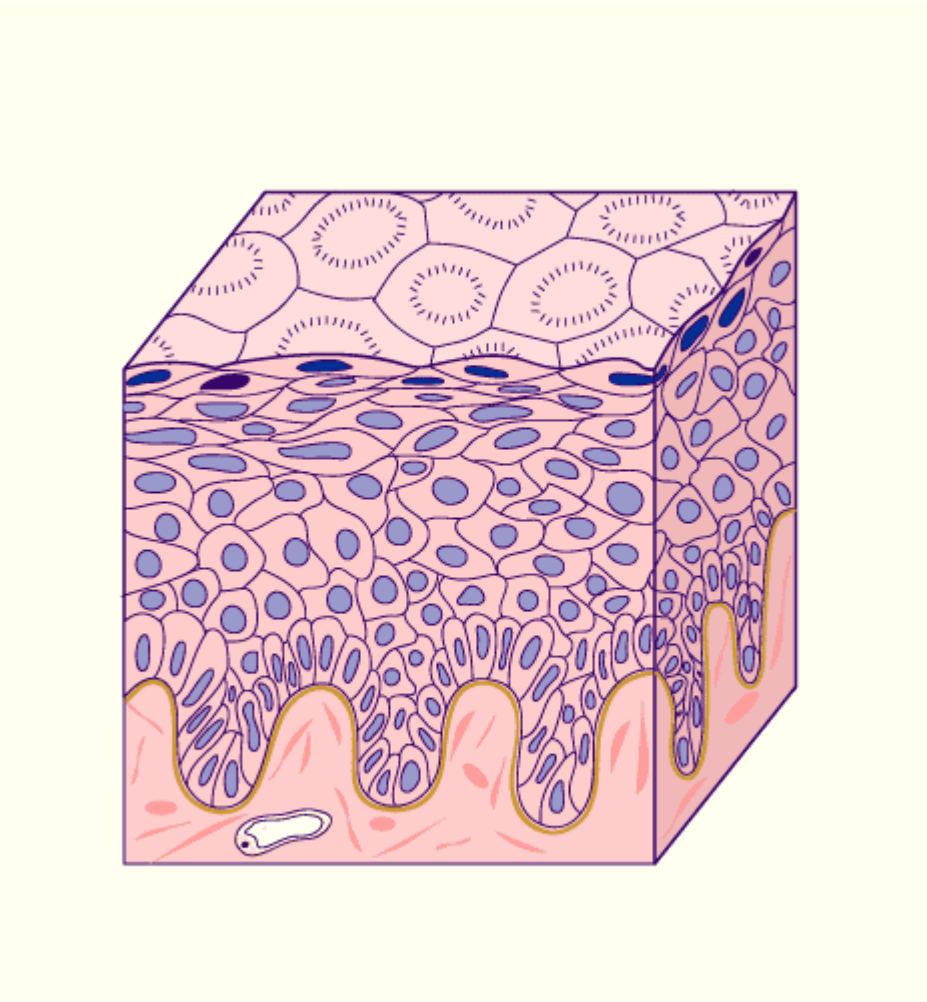
1/ Définition : est un tissu fait de cellules étroitement juxtaposées, contenant très peu de substance intercellulaires. Ils recouvrent la surface externe du corps (ex : épiderme) et les cavités internes de l'organisme.



2/ Classification morphologique des épithéliums de revêtement :

Les principaux critères permettant de classer les épithéliums d'après base morphologiques sont :

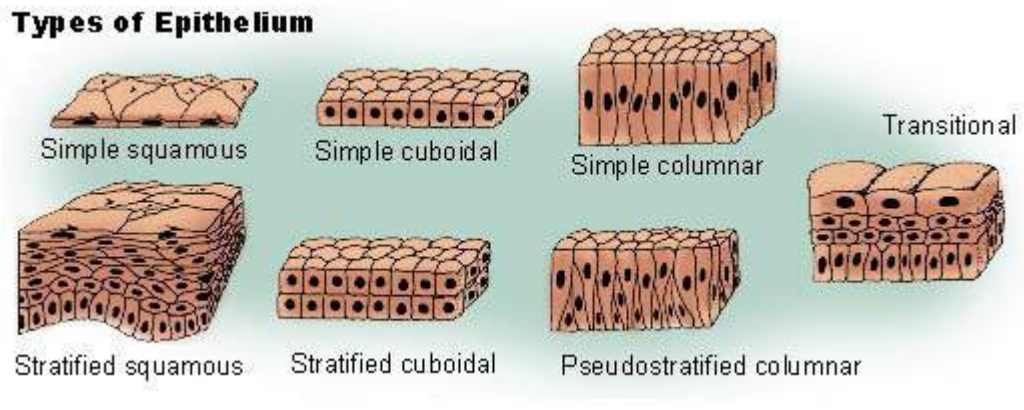
- **le nombre d'assises cellulaires** : Epithéliums simples ou unistratifiés (une seule assise), Epithéliums stratifiés (plusieurs assises)



Epithélium pavimenteux stratifié non kératinisé, présente 3 couches :

- la couche basale constituée de cellules cubiques
- la couche intermédiaire formée de plusieurs couches de cellules plyédriques
- la couche superficielle formée de cellules pavimenteuses

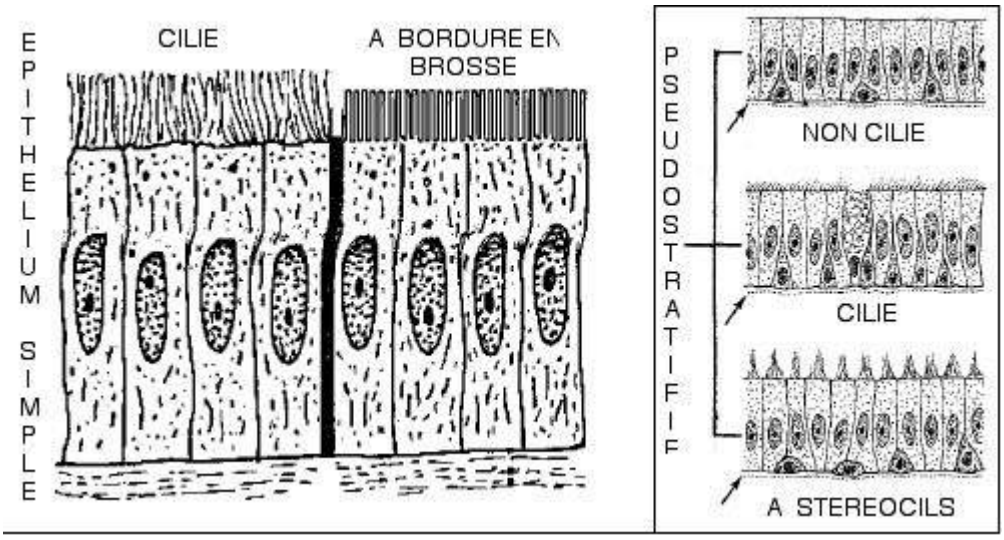
- **La forme des cellules (de la couche la plus superficielle)** : Epithéliums pavimenteux, Epithéliums cubiques, Epithéliums prismatique.



3/ Membrane basale : la face profonde des membranes épithéliales épaisse est séparée du tissu conjonctif sous jacent par une membrane, transparente et hyaline appelée la lame ou membrane basale. Souvent épaisse de 500 à 1000 A°. Elle st constituée de matériel amorphe contenant des polysaccharides et des protéines. Très résistante et fortement attachée aux cellules épithéliales, elle est utile pour la cohésion de celles-ci. Elle s'interpose soit entre le sang et les cellules, soit entre les espaces intercellulaires et les cellules.

4/ Surface libre des cellules épithéliales ou pôle apical : le pôle apical présente des substances superficielles qui sont :

- soit des substances chimiques qui recouvrent l'épithélium, ex : Kératine, cuticule)
- soit des différenciations de la surface libre des cellules : cils, microvillosité, plateau strié, bordure en brosse.



II/ Les épithéliums glandulaires

1/ **Définition :** Les épithéliums glandulaires sont des tissus épithéliaux formés par des groupements de cellules sécrétrices qui élaborent une ou plusieurs substances spécifiques qu'elles excrètent pour les besoins de l'organisme.

2/ **Classification des glandes** : la présence ou l'absence d'un canal excréteur suffit à définir les glandes exocrines et endocrines. Ainsi, on distingue 3 types de glandes :

A/ Glandes exocrines : le produit de synthèse est déversé dans le milieu externe par l'intermédiaire d'un canal excréteur.
Ex : glandes sébacées, glandes digestives, glandes salivaires

B/ Glandes endocrines : Le produit de synthèse est libéré dans le sang. Absence d'un canal excréteur.
Ex : Hypophyse, Thyroïde, Surrénale

C/ Glandes amphicrines : Les cellules de ces glandes sont à la fois endocrine et exocrine.
Ex : Le pancréas

A/ Les glandes exocrines

On classe les glandes exocrines selon les critères d'identification suivant :
- la nature des cellules glandulaires
- la nature du ou des produits synthétisés et excrétés
- le mode d'excrétion
- l'aspect morphologique

1 / **la nature des cellules glandulaires :** elles sont de 2 types :

- les cellules muqueuses ou mucipares : le produit synthétisé est le mucus. En microscope optique les cellules muqueuses sont claires et de grande taille, avec un noyau basal. Ex : cellules muqueuses de l'estomac, cellules muqueuses de l'intestin

- Les cellules séreuses : la cellule séreuse est plus sombre que la cellule muqueuse, du fait de sa richesse en ergastoplasme. Le cytoplasme contient des grains zymogènes. Ex : glandes du tube digestif, glandes salivaires

2/ La nature des produits synthétisés et excrétés : les produits élaborés et sécrétés sont :
- mucus, enzyme, lipides, lipoprotéines, Hcl……

3/ Mode d'excrétion : Il y a 3 modes d'excrétion

- l'excrétion mérocrine : est un mode d'excrétion qui respecte l'intégrité de la cellule. Le produit élaboré est excrété soit par exocytose soit par dialyse (voir illustration en cours). Ex : glandes salivaires, glandes sudoripares

- l'excrétion apocrine : ce mode de secrétion ne respecte pas l'intégrité de la cellule, puisque le produit excrété n'est pas expulsé seul mais une partie du pôle apical et le cytoplasme se trouvent également évacué. (voir illustration en cours).

- l'excrétion holocrine : est un mode d'excrétion au cours duquel le produit élaboré est éliminé en même temps que la cellule se désagrège complètement.(voir illustration en cours). Ex : glandes sébacées.

4/ L'aspect morphologique : 03 formes caractérisent les glandes exocrines

- Forme acinus : voir illustration en cours
- Forme tubule : voir illustration en cous
- Forme alvéole : voir illustration en cours

B/ Glandes endocrines

1/ <u>Définition :</u> se sont des glandes qui déversent leurs produit de synthèse dans le milieu interne. Elles élaborent des substances chimiquement définies appelées Hormones.

2/ <u>Structure des glandes endocrines</u> : leur structure se présente sous 3 aspects :

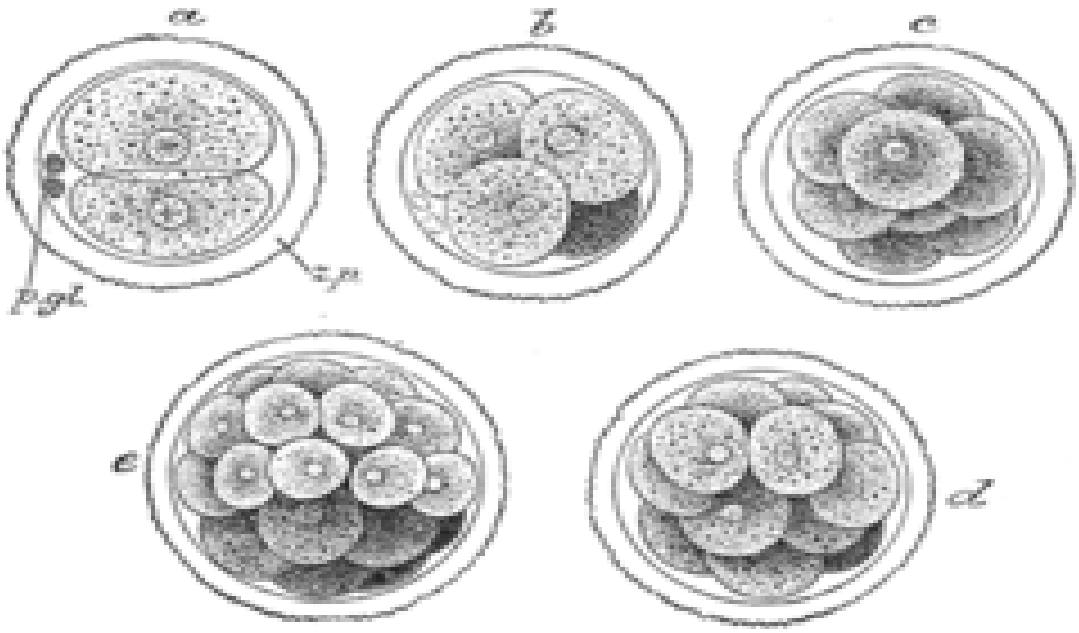
- **Forme réticulées : glandes endocrines réticulées** : les cellules se disposent en forme de cordons cellulaires, séparées par un réseau capillaire dense dans lequel est déversé le produit de synthèse. Ex : corps jaune

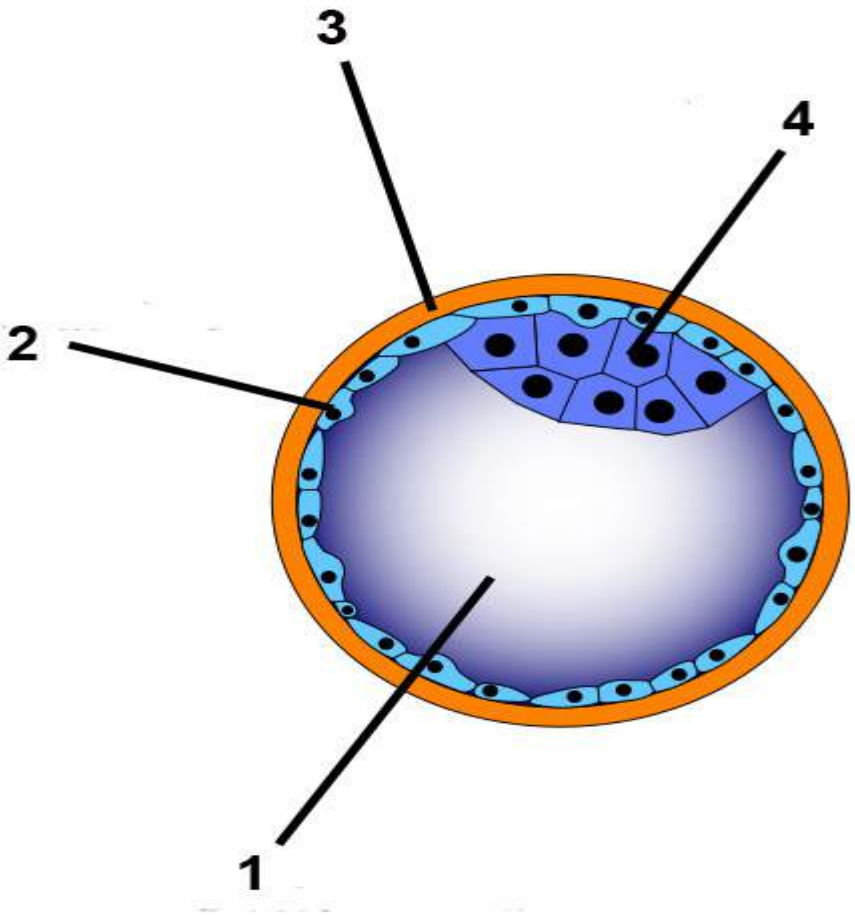
- **Forme vésiculeuses : glandes endocrines vésiculeuses** : les cellules s'organisent en vésicules, formations sphériques, dont la cavité assure le stockage des hormones élaborées.
Ex : la thyroïde

- **Forme diffuses : glandes endocrines diffuses ou cellules endocrines isolées :** glandes ne présentent aucune forme géométrique. Glandes formées de cellules isolées.
Ex : glandes interstitielles de Leydig

La segmentation

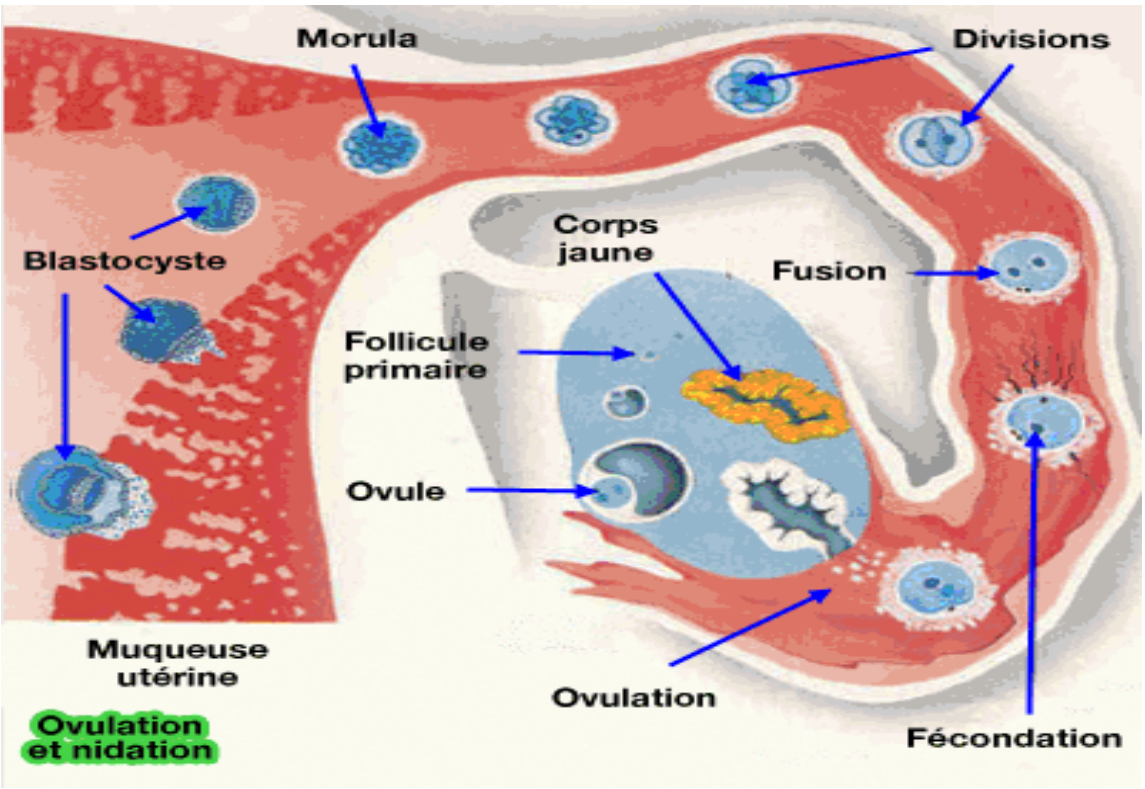
1- Définition : La segmentation correspond aux divisions cellulaires de la cellule- œuf , sans augmentation du volume. C'est la première phase de tout développement embryonnaire. L'œuf fécondé subit une segmentation en cellules non différenciées, qui peu à peu s'organisent. Les cellules issues de la segmentation sont appelées blastomères. La masse cellulaire résultante de la segmentation est **blastula.**





1- Blastocèle 2- Trophoblaste 3- Zone pellucide

4- Bouton embryonnaire



L'ovule est une grande cellule, contenant une grande quantité de cytoplasme. Le cytoplasme de nature formative se situe dans la partie supérieure de l'ovule dite le pôle animal et le cytoplasme nutritif dans la partie inferieure dite le pôle végétatif et concerne les réserves nutritives ou vitellus de l'ovule, nécessaires pour le développement de l'embryon pendant l'embryogenèse.

2- <u>Les types d'œufs</u> : En fonction de la richesse de l'œuf en vitellus on distingue plusieurs types d'œufs :

- Œufs Alécithes : se sont des œufs très pauvres en vitellus, ex : œufs des mammifères
- Œufs hétérolécithes : moyennement riches en vitellus, ex : œufs des amphibiens
- Œufs télolécithes : très riche en vitellus, ex : œufs des oiseaux, reptiles
- Œufs Oligolécithes : contiennent peu de vitellus, ex : œufs de l'oursin

3- <u>Types de segmentation</u>

On distingue chez les animaux deux types de segmentation :

- une segmentation totale ou complète appelée **segmentation holoblastique,** elle concerne les œufs pauvres en vitellus, cas des mammifères et les amphibiens

- une segmentation partielle ou incomplète appelée **segmentation méroblastique,** elle concerne les œufs riches en vitellus, cas des oiseaux et les reptiles

La gastrulation

1/ Définition : La gastrulation correspond à la seconde phase de développement embryonnaire après la segmentation.

- Elle est caractérisée par des mouvements cellulaires et tissulaires, dits morphogénétiques.
- Elle modifie la position des blastomères et aboutit à la mise en place des deux (espèces diploblastiques) ou trois feuillets (espèces triploblastiques) des métazoaires.

Pendant toute cette période, l'embryon est appelé gastrula.

Chez les Mammifères, la gastrulation correspond à la troisième étape du développement de l'embryon (après la vie libre et la nidation) : les cellules de l'épiblaste prolifèrent et migrent pour former les trois feuillets primitifs (ectoderme, mésoderme, endoderme).

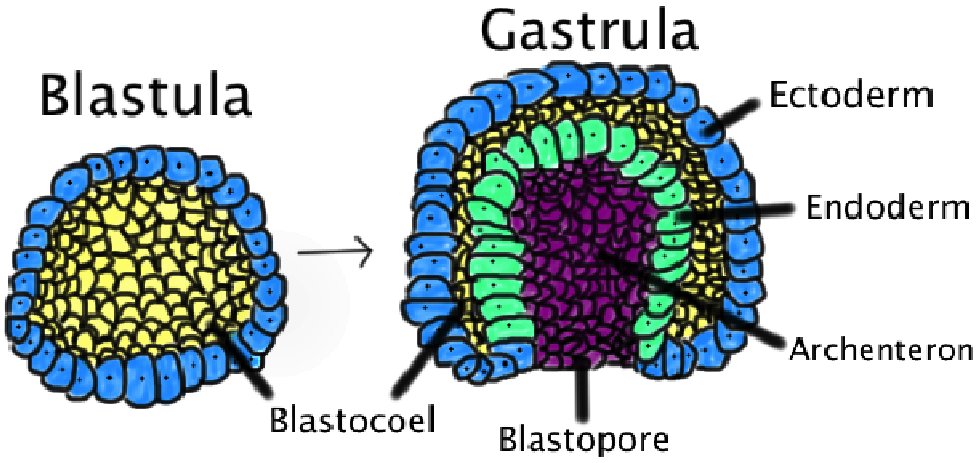
On peut dégager quelques caractéristiques générales, même si les mécanismes et le timing de la gastrulation diffèrent selon les organismes :

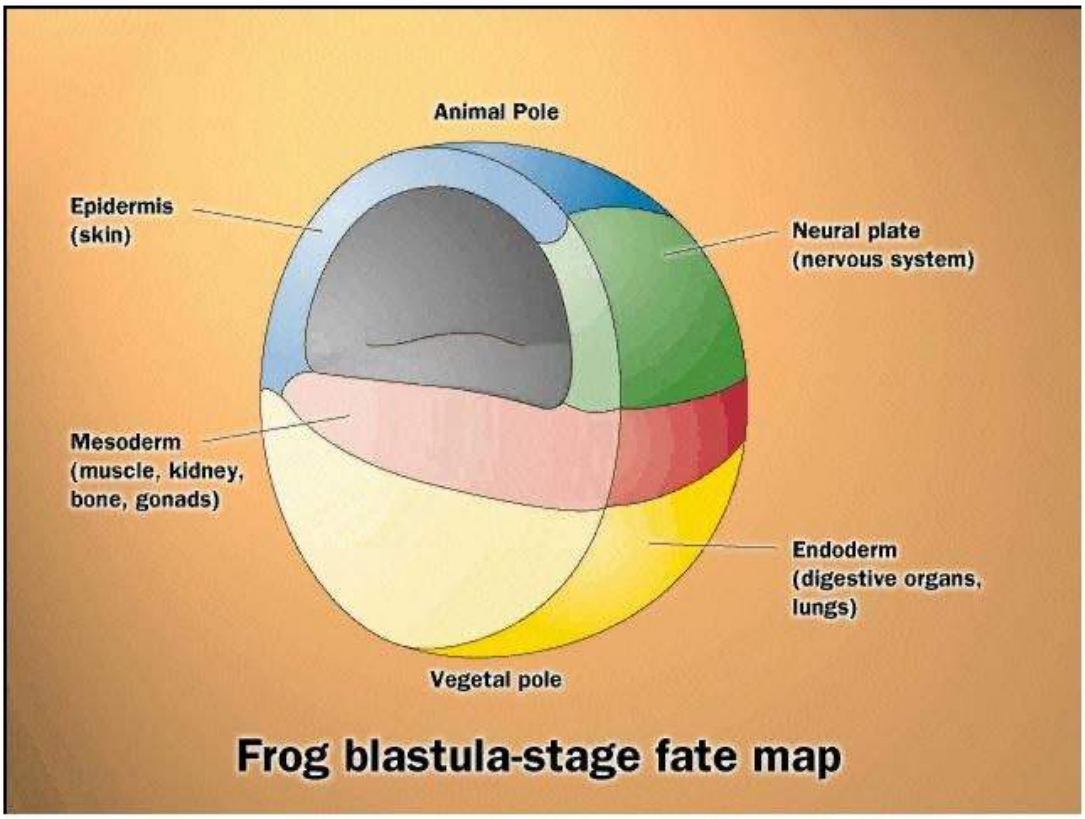
1. L'activité mitotique se ralentit nettement, par rapport à la segmentation.
2. Les blastomères entament des migrations et modifient leurs positions respectives : l'embryon change de structure topologique en passant d'une structure connectée simplement - (sphère) à une structure torique.
3. Les deux ou trois feuillets primitifs germinaux (ectoblaste endoblaste et mésoblaste) se mettent en place.

- Les espèces primitives diploblastiques ne possèdent que deux feuillets (ectoderme et endoderme) : ce sont les spongiaires (éponges), les cnidaires (méduses), les cténaires et autres placozoaires.
- les espèces triploblastiques, comprenant pratiquement tous les animaux pluricellulaires en contiennent trois : le mésoderme s'intercale entre l'ectoderme et l'endoderme.

4. Chez de nombreux animaux, on note l'apparition de symétrie bilatérale pour former les axes antéro-postérieur et dorso-ventral.

5. En règle générale, la gastrulation fait apparaître une nouvelle cavité, l'archentéron ou intestin primitif, au sein du blastocèle.


Blastula
Gastrula
Ectoderm
Endoderm
Archenteron
Blastocoel
Blastopore


Animal Pole
Epidermis
(skin)
Neural plate
(nervous system)
Mesoderm
(muscle, kidney,
bone, gonads)
Endoderm
(digestive organs,
lungs)
Vegetal pole
Frog blastula-stage fate map

La Neurulation

1/ Définition : correspond à la mise en place du tube neural

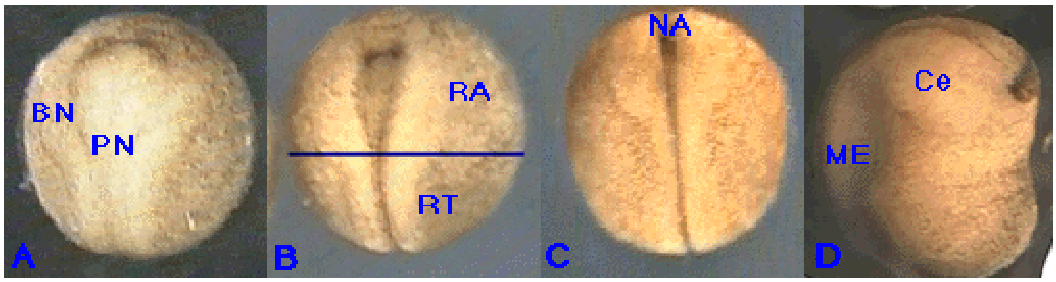


Figure 1 : Stades de Neurulation : A/ soulèvement du neurectoderme B / rapprochement C et D / soudure des bourrelets neuraux

BN : bourrelets neuraux, Ce : cerveau, ME : moelle épinière, PN : plaque neurale, RE : région antérieure, RT : région troncale

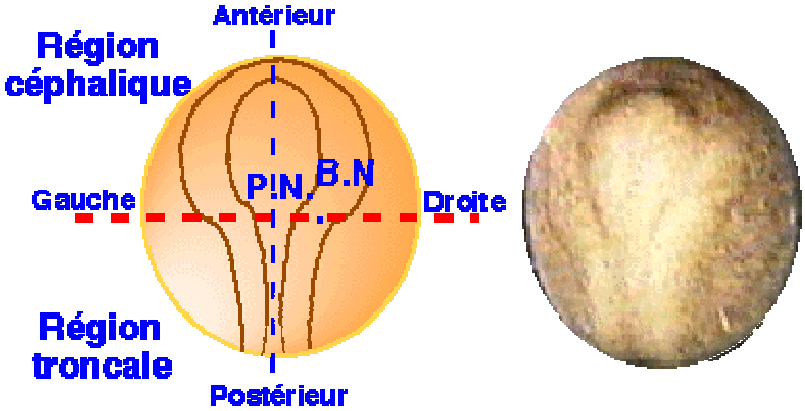


Figure 2 : Schéma d'interprétation (croquis de gauche) d'une neurula moyenne.
Photo de droite : embryon de grenouille vue dorsale

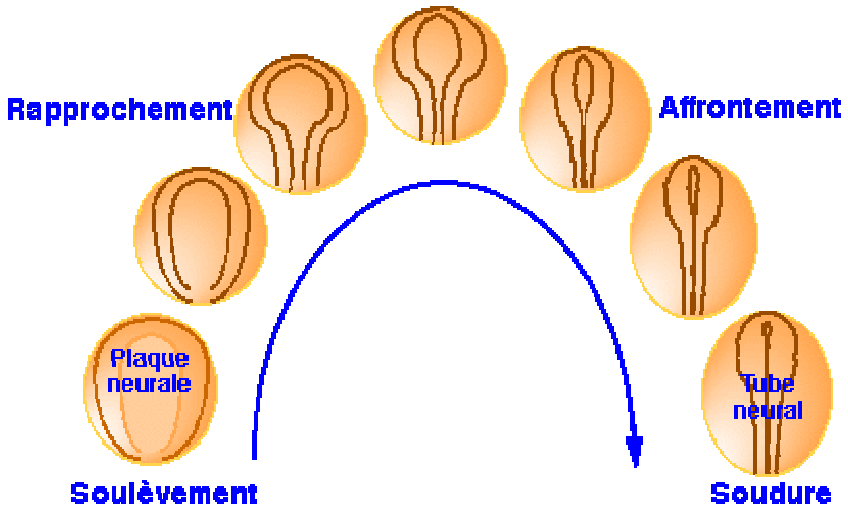


Figure 3. Schéma de l'évolution de la neurulation

1- La première étape consiste en l'épaississement du neurectoderme

2- Dans une deuxième étape, les bourrelets neuraux se soulèvent puis se rapprochent vers le plan médian. Ces mouvements de rapprochement sont plus rapides dans la région postérieure et plus lents dans la région antérieure. La plaque neurale prend la forme d'une raquette. On distingue alors deux régions nettement distinctes : la région antérieure ou céphalique large et la région troncale étroite.

3- Les bourrelets neuraux se soudent sur le plan médian pour former un tube. La soudure prend naissance dans la région troncale et progresse rapidement vers la région postérieure et plus lentement vers la région céphalique.

4- L'achèvement de la soudure des bourrelets neuraux conduit à la formation du tube neural qui s'internalise sous l'épiderme dorsal. Le tube neural est alors formé. On distingue la région céphalique antérieure renflée et vésiculaire ainsi que la région médullaire troncale tubulaire. Elles sont respectivement à l'origine du cerveau et de la moelle épinière et délimitent donc les futures régions de la tête et du tronc.