

Première année

Université de Batna

Faculté de médecine

Département de médecine

LA GAMETOGENESE

DR AGGOUN.S

Maitre Assistant

Histologie Embryologie

LA GAMETOGENESE

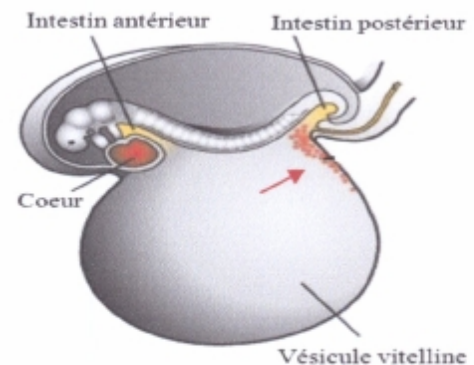
I. INTRODUCTION :

- La gamétogenèse est un délicat processus de maturation qui aboutit par un phénomène de méiose à :
 - ✓ Une réduction de moitié du nombre des chromosomes.
 - ✓ Une acquisition d'une forme et d'une fonction par les cellules germinales.
- Ce processus se déroule dans les gonades mâles (testicules) et femelles (ovaires).
- Elle comprend plusieurs étapes qui sont presque identiques chez les deux sexes, mais des profondes différences distinguent la spermatogenèse de l'ovogenèse.

II. RAPPEL EMBRYOLOGIQUE :

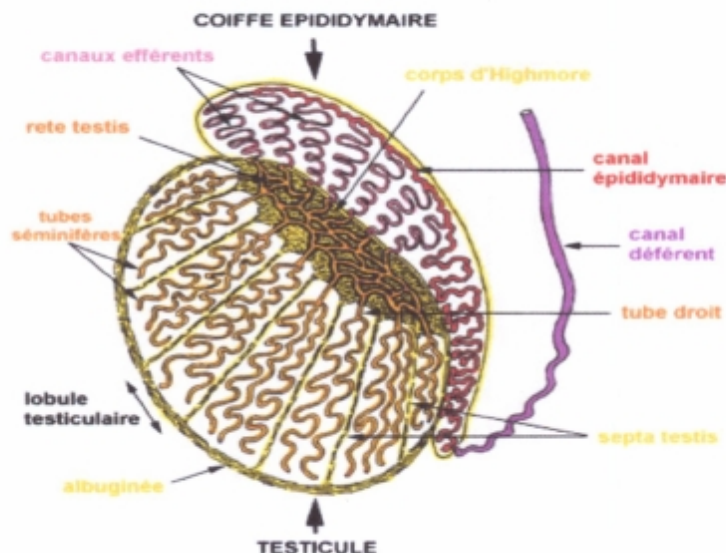
Les cellules germinales mûres chez les deux sexes proviennent des **cellules germinales primordiales** qui peuvent être mises en évidence à la fin de la deuxième semaine dans l'ectoderme primaire de l'embryon humain.

A la 3^{ème} semaine, les cellules germinales primordiales migrent de la vésicule vitelline vers les gonades.



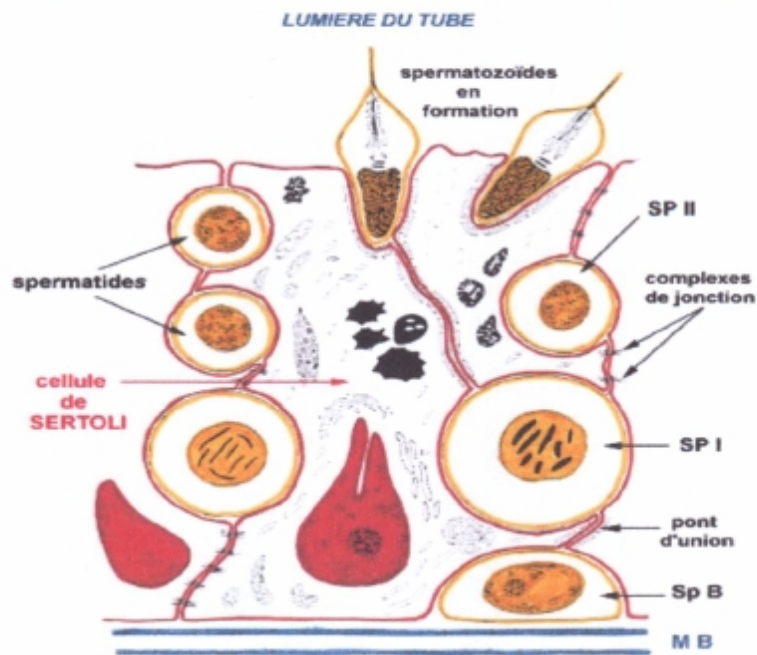
III. LA SPERMATOGENESE DANS L'ESPECE HUMAINE :

A. STRUCTURE ANATOMIQUE DE LA GONADE MALE :



B. ETUDE ANALYTIQUE DE LA SPERMATOGENESE :

- ✓ C'est un processus lent et continu (74 jours environ) qui se déroule dans le testicule par poussées le long des tubes séminifères.
- ✓ Ce processus commence au début de la puberté.
- ✓ Il englobe l'ensemble des transformations cellulaires allant de la spermatogonie (cellule germinale primordiale différenciée) jusqu'au spermatozoïde.



Processus de la spermatogenèse dans le tube séminifère

a) Spermatogonies et spermatocytes :

1) La phase de multiplication :

A partir des cellules souches (cellules diploïdes), se forment plusieurs générations de spermatogonies :

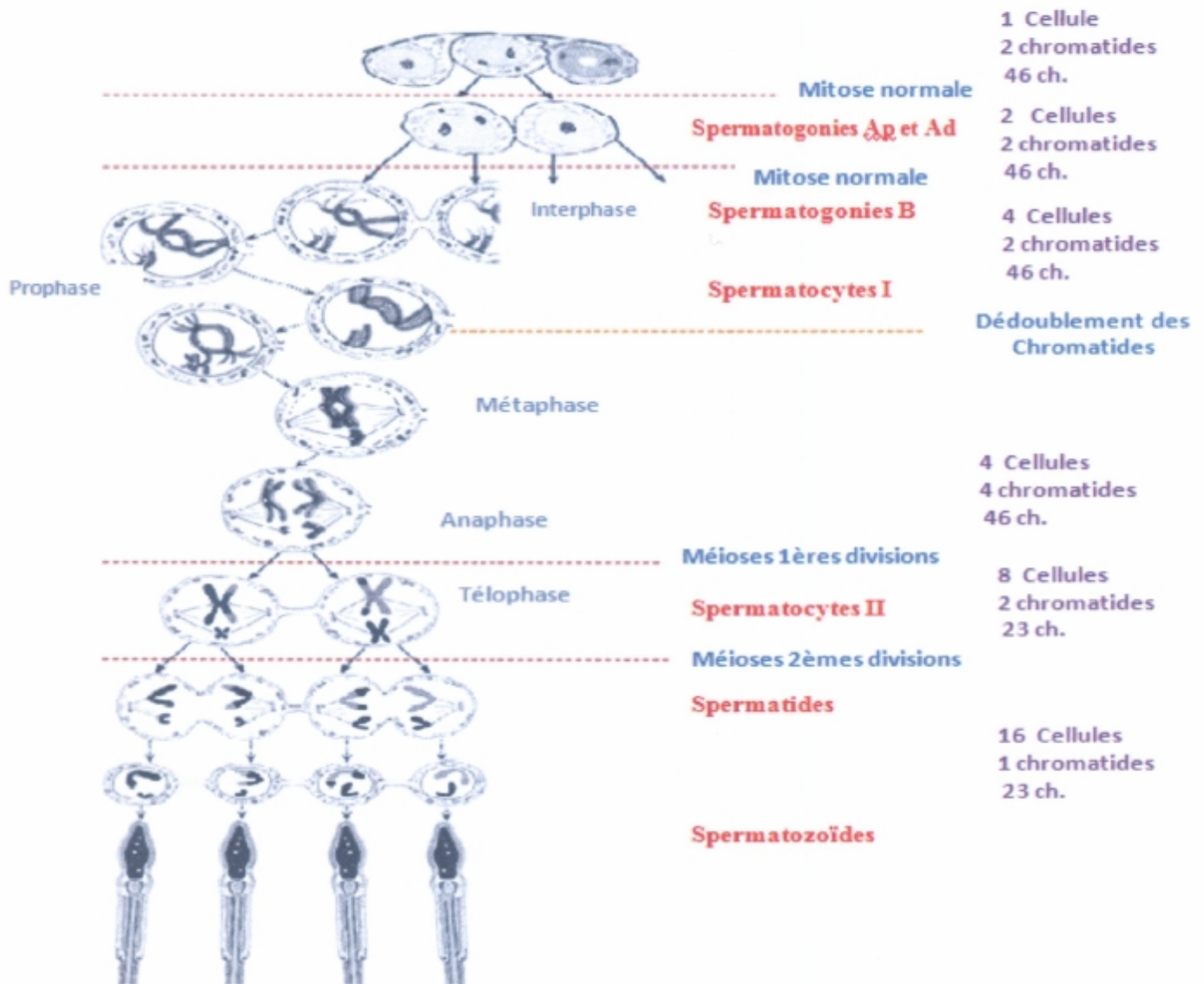
- *Spermatogonies souches* : (Ad) : noyau foncé, à chromatine finement granuleuse, avec au moins une vacuole centrale claire.
- *Spermatogonies poussiéreuses* : (Ap) : noyau clair, à chromatine fine renfermant un ou plusieurs nucléoles.
- *Spermatogonies croutelleuses* : (B) : noyau plus au moins foncé, à chromatine disposée en bloc.

Les spermatogonies se multiplient par mitoses normales, la cellule de base est la spermatogonie Ad qui se divise en 2 :

- ✓ Spermatogonie Ad : reste cellule souche (pool de réserve).
- ✓ Spermatogonie Ap qui elle-même se divise en deux. Elle donne deux Spermatogonies B.

2) La phase d'accroissement :

Les spermatogonies de dernière génération cessent de se diviser, augmentent de volume et se transforment en spermatocytes de premier ordre (cellules diploïdes), qui se bloquent dans les stades initiaux de la **prophase méiotique** jusqu'à la puberté.



Les différentes étapes de la spermatogénèse

3) La phase de maturation :

Les spermatocytes I subissent la méiose : deux divisions successives qui vont entraîner la réduction de moitié du nombre des chromosomes et de la quantité d'ADN.

- Première division de méiose ou division réductionnelle :

Les spermatocytes I ($2n$ chromosomes, $2q$ ADN) doublent leur quantité d'ADN ($4q$ ADN) puis subissent cette première division qui va aboutir à la formation de 2 spermatocytes II (cellules haploïdes) mais à $2q$ ADN et ne contenant qu'un seul chromosome sexuel (X ou Y).

Cette phase est longue et dure plusieurs jours (23 jours).

- Deuxième division de méiose ou division équationnelle :

Elle aboutit, à partir d'un spermatocyte II à 2 spermatides à (n chromosomes, q ADN).

Elle est courte et dure quelques heures.

b) La spermiogenèse :

Cette phase ne comporte pas de division cellulaire mais seulement des transformations nucléaires et cytoplasmiques des spermatides qui vont aboutir à la formation des spermatozoïdes.

- La formation de l'acrosome :

L'appareil de Golgi fournit de nombreuses vésicules qui confluent pour donner une vésicule unique : la vésicule pro-acrosomique.

Cette dernière, se plaque et s'étale au niveau du pôle antérieur du noyau sous forme d'un capuchon acrosomique : c'est l'acrosome, qui est très riche en enzymes hydrolytiques (hyaluronidase, acrosine, etc).

- La formation du flagelle :

Il se développe à partir des deux centrioles, qui se trouvent d'abord à proximité de l'appareil de Golgi.

- Le centriole proximal :

Il vient se loger dans une légère dépression du noyau au pôle opposé à l'acrosome et il ne sera pas modifié.

- Le centriole distal :

Il disparaît progressivement et il est remplacé par une structure complexe en forme d'entonnoir : structure axonémale.

Pendant que s'élabore cette structure, les microtubules du centriole distal s'allongent et s'organisent en un axonème typique (9 doublets périphériques et un doublet central).

Cet axonème s'allonge et émerge de la cellule en repoussant la membrane plasmique.

- La condensation du noyau :

Le noyau devient de plus en plus petit, se condense et adopte sa forme typiquement aplatie. Il est coiffé à sa partie antérieure par l'acrosome.

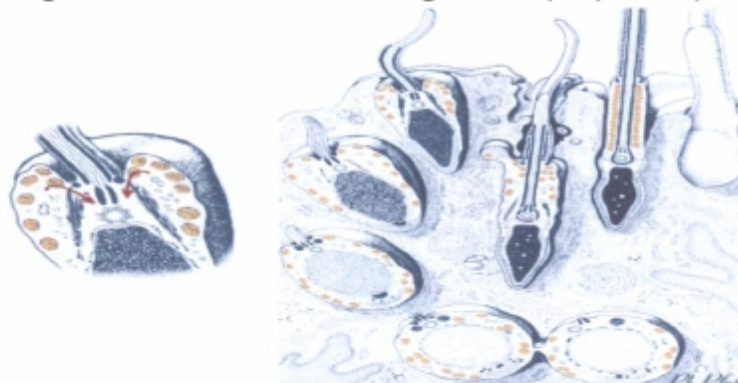
Le noyau et l'acrosome forment la tête du spermatozoïde.

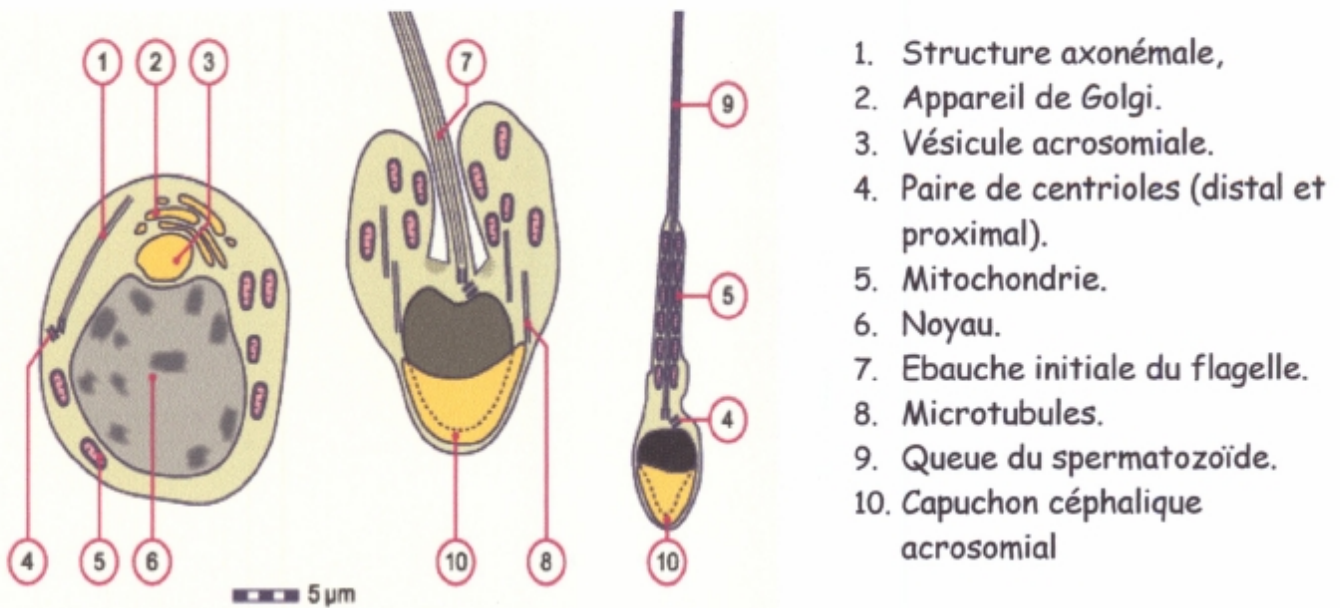
- Formation du manchon mitochondrial :

Dans le cytoplasme, les mitochondries se regroupent autour de l'axonème et s'alignent pour former une spirale autour de la partie proximale du flagelle, réalisant un véritable manchon mitochondrial.

- Isolement des restes cytoplasmiques :

Tout le surplus cytoplasmique inutile est éliminé, vers la fin de la spermatogenèse, sous forme d'une goutte cytoplasmique.



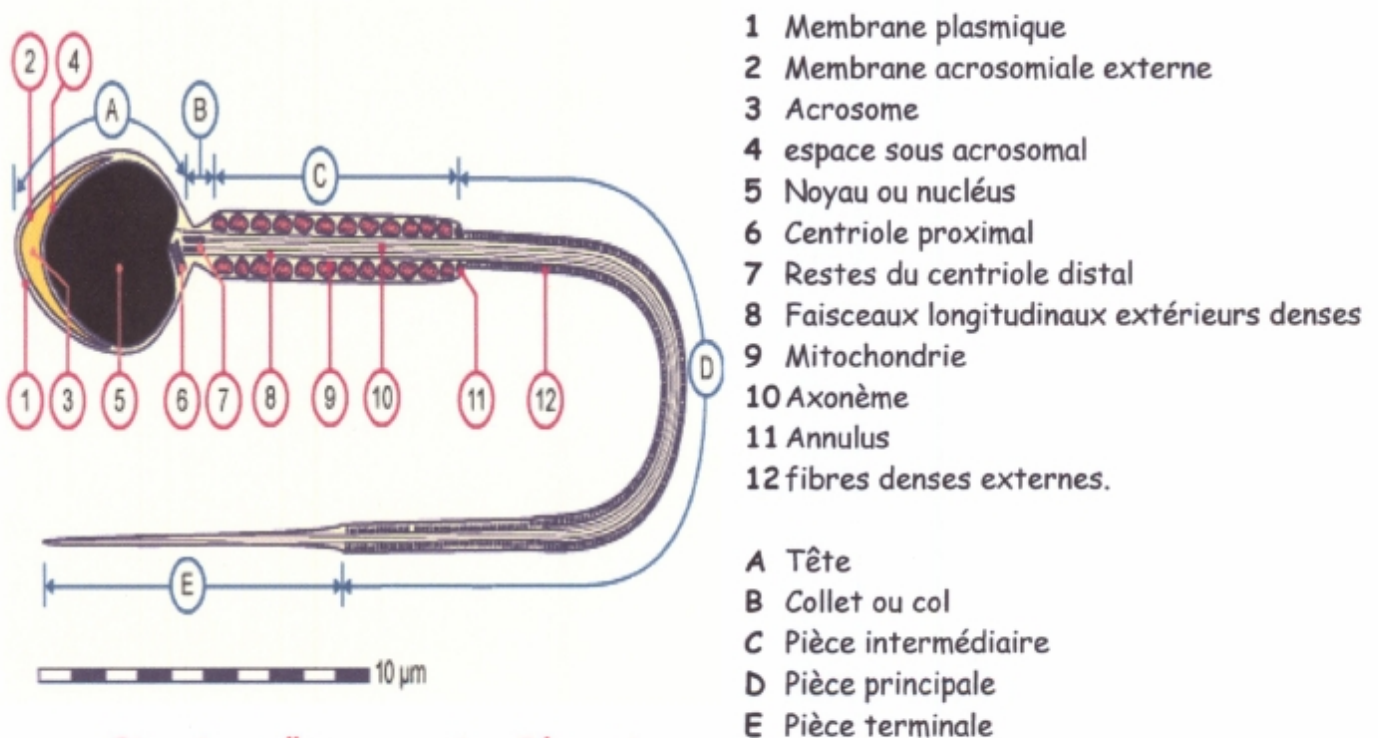


Schématisation des modifications cytotogiques au cours de la spermiogenèse

c) Le spermatozoïde :

La structure du spermatozoïde est adaptée à sa fonction.

- ✓ La tête est épaisse et contient un noyau haploïde (23 chromosomes).
- ✓ Ce dernier est recouvert d'une structure appelée l'acrosome (des enzymes qui permettent au spermatozoïde de pénétrer dans l'ovule).
- ✓ Derrière la tête du spermatozoïde, on retrouve plusieurs mitochondries (partie intermédiaire) qui fournissent l'ATP (énergie) nécessaire au mouvement de la partie distale du spermatozoïde.
- ✓ Cette dernière est appelée : la queue (ou flagelle).



Structure d'un spermatozoïde mature

C. CYTOPHYSIOLOGIE DE LA SPERMATOGENESE :

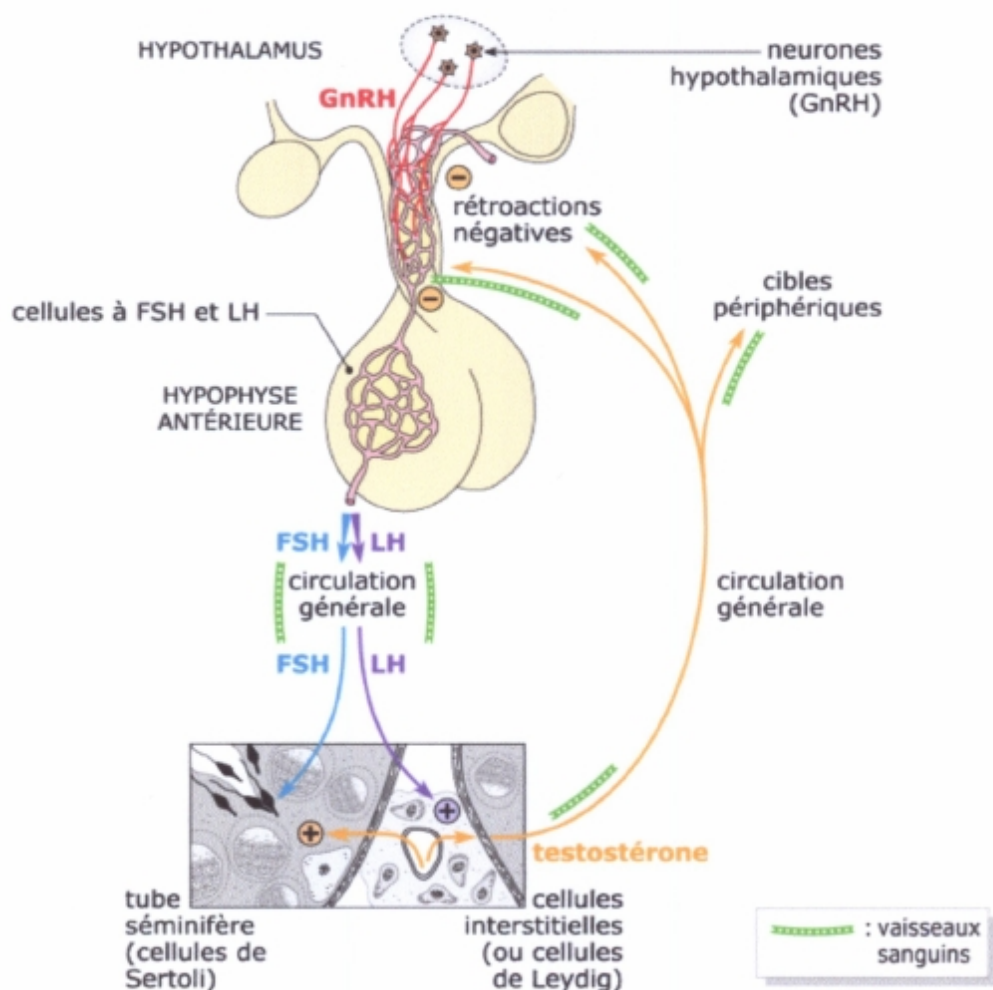
La spermatogénèse commence à la puberté et se poursuit jusqu'à la mort.

Elle est sous la dépendance d'un control hormonal : (FSH et LH hypophysaires) :

- ✓ LH hypophysaire favorise la production de testostérone par les cellules interstitielles de Leydig, qui se situent dans le tissu conjonctif lâche des espaces inter tubulaires. Il existe un mécanisme de rétrocontrôle négatif incluant l'hypothalamus.
- ✓ FSH hypophysaire agit sur les cellules de Sertoli en provoquant la synthèse dans ces dernières d'une protéine liant la testostérone (ABP = androgen binding protein).

De cette façon, la testostérone peut être transportée par les cellules de Sertoli dans la zone luminale et y être concentrée. La testostérone est essentielle pour la spermatogénèse.

Principe de la régulation physiologique de l'axe gonadotrope mâle

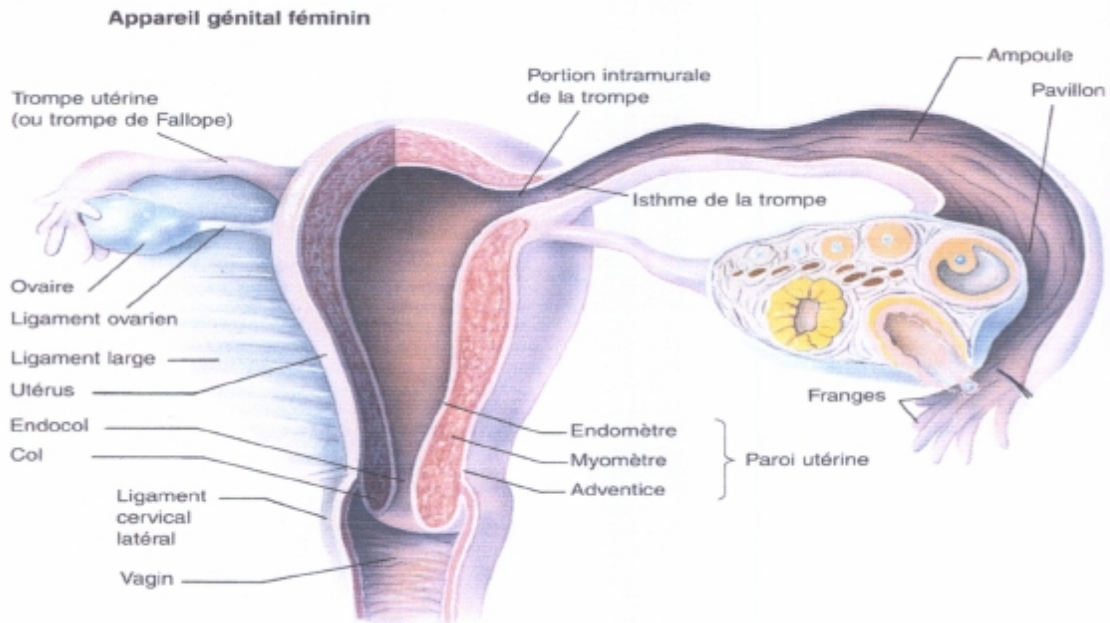


Dr Aggoun.S

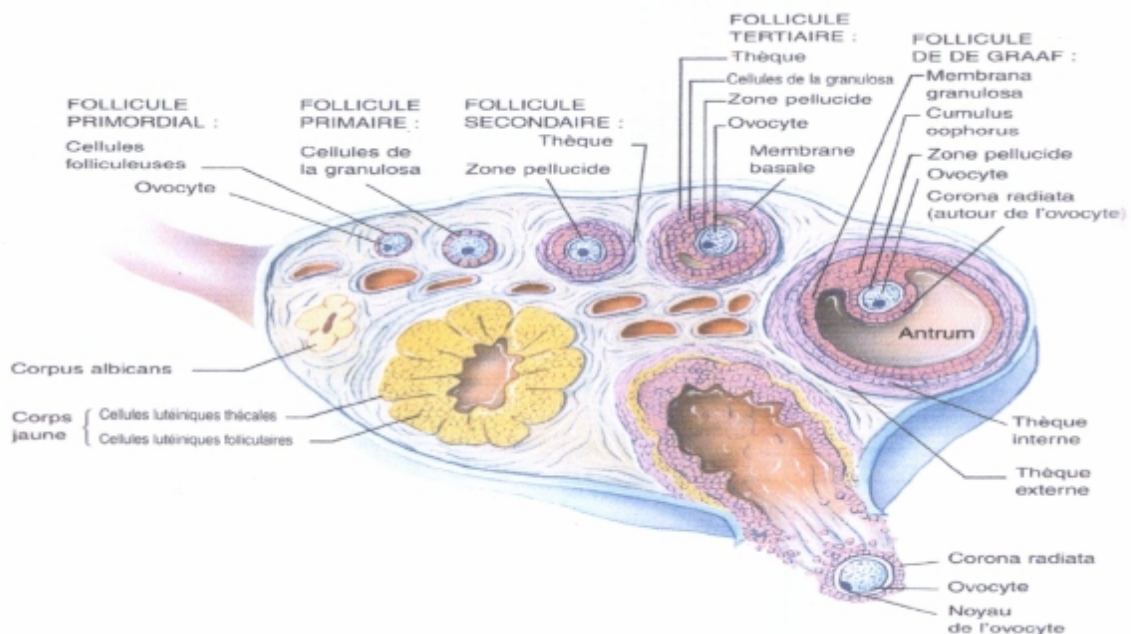
IV. L'OVOGENESE DANS L'ESPESE HUMAINE :

- ✓ Ovogenèse est ensemble des phénomènes par lesquels un follicule primordial se développe pour donner une cellule apte à être fécondée : l'ovule.
- ✓ C'est un processus discontinu qui se déroule dans le cortex ovarien.

A. STRUCTURE ANATOMIQUE DU TRACTUS GENITAL DE LA FEMME :



B. ETUDE ANALYTIQUE DE L'OVOGENESE :



a) Avant la naissance : Phase de multiplication et début de l'accroissement

- ✓ L'ovogenèse débute dès la 15^e semaine de gestation.
- ✓ Les ovogonies se divisent par mitose, et forment ainsi, des ovocytes de 1^{er} ordre. (stock estimé à 7 millions)
- ✓ Ces derniers débutent une méiose (la 1^{ère} division réductionnelle), mais elle est arrêtée au premier stade de la division, et ce, jusqu'à la puberté.

b) A la naissance :

A la naissance, la 1^{ère} division de la méiose est arrêtée.

Pendant l'enfance, les ovaires sont complètement inactifs. La folliculogénèse est bloquée, provoquant ainsi la dégénérescence de 60% du stock initial des follicules primordiaux.

Il ne reste qu'un million ovocytes I à la naissance et seulement 400.000 à la puberté.

c) A la puberté : fin d'accroissement et Phase de maturation

A chaque mois, un ovocyte de 1^{er} ordre continue sa méiose.

Il en résulte deux cellules différentes :

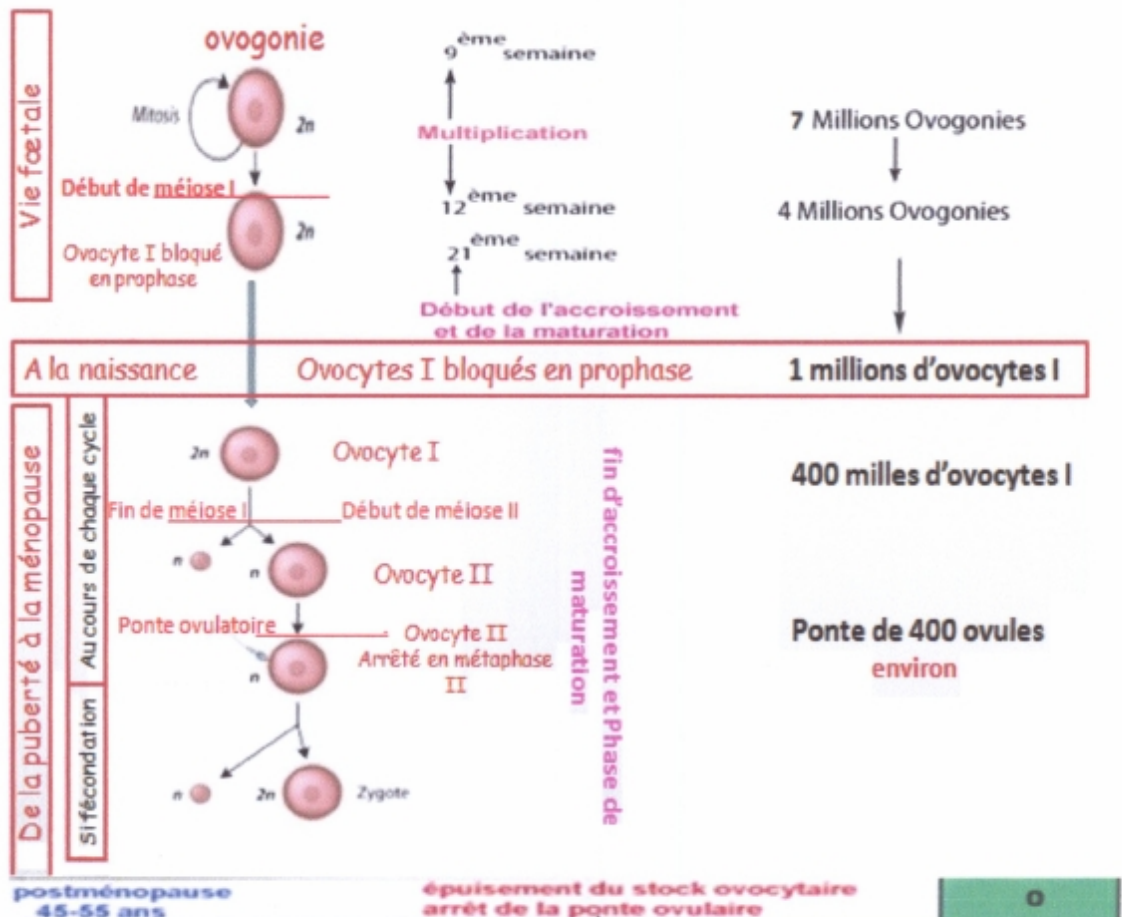
- L'une très petite (globule polaire). Si le globule polaire n'est pas détruit, il poursuit sa division cellulaire (la deuxième division de la méiose) dont le résultat sera 2 globules polaires qui eux seront détruits.
- L'autre plus grosse (ovocyte de 2^{ème} ordre).

Quelques heures après cette division se produit l'ovulation.

Lors de l'ovulation l'ovocyte II a déjà engagé sa deuxième division de méiose, il est bloqué en métaphase II.

S'il est activé par un spermatozoïde, il termine sa division et donne naissance à un ovule mature (grosse cellule haploïde) et à un deuxième globule polaire (petite cellule haploïde).

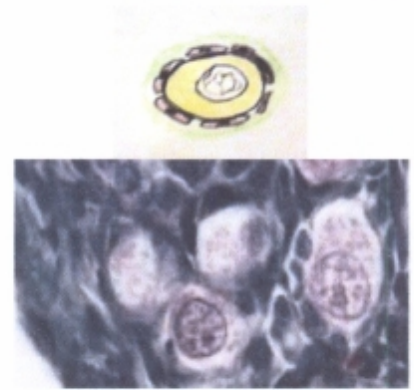
LES ÉTAPES DE L'OVOGENÈSE



C. EVOLUTION DES FOLLICULES OVARIENS OU FOLLICULOGENESE :

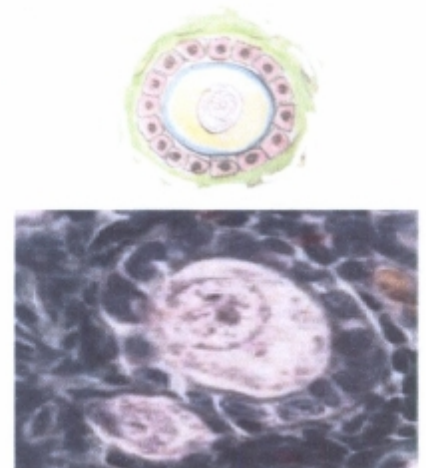
1) Le follicule primordial : (35 μ m de \emptyset)

- ✓ L'ovocyte du 1^{er} ordre (bloqué en prophase de 1^{ère} division méiotique) est entouré de quelques cellules folliculaires aplaties.
- ✓ L'ensemble est entouré d'une enveloppe appelée : **la membrane de Slavjansky**.



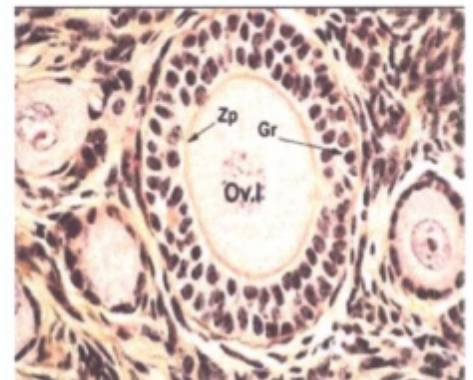
2) Le follicule primaire : (45 μ m de \emptyset)

- ✓ Augmentation de taille du follicule.
- ✓ L'ovocyte du 1^{er} ordre est entouré d'une membrane mince : **zone pellucide** (membrane glycoprotéique).
- ✓ Les cellules folliculeuses se multiplient et se disposent en une seule couche de cellules cubiques.
- ✓ La membrane de Slavjansky entoure la couche des cellules folliculeuses.
- ✓ La couche externe est une **thèque indifférenciée** qui se développe à partir du stroma ovarien.



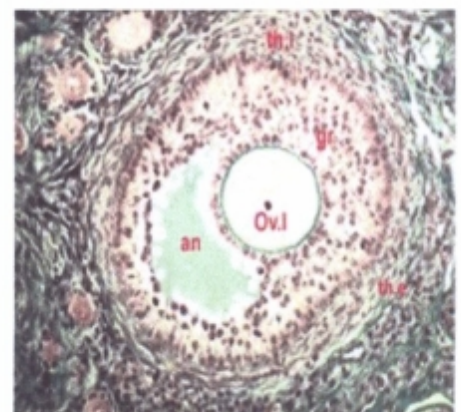
3) Le follicule secondaire : (50-180 μ m de \emptyset)

- ✓ Augmentation du nombre de couches de cellules folliculaires (4-5 couches) dont l'ensemble constitue **la granulosa**.
- ✓ La thèque s'est différenciée en deux thèques : **la thèque interne cellulaire** et **la thèque externe fibreuse**.



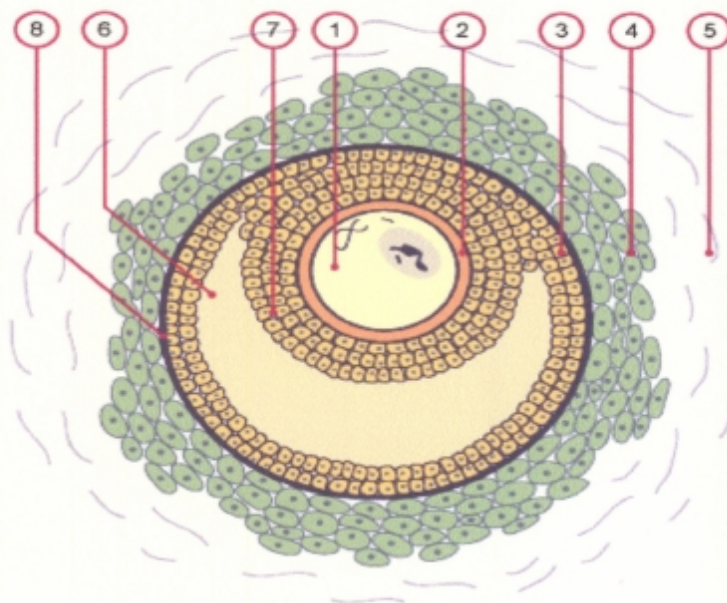
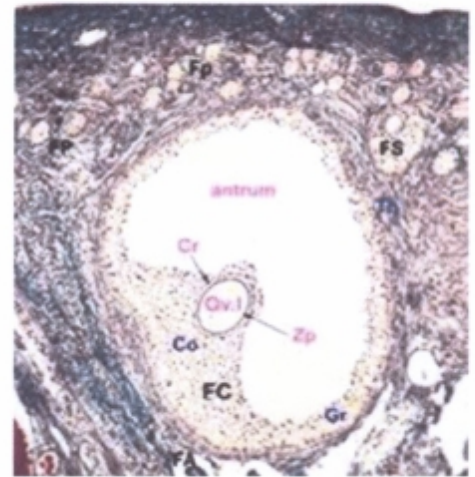
4) Le follicule tertiaire ou cavitaire :

- ✓ Le follicule a presque atteint sa taille mature.
- ✓ La granulosa se creuse de cavités folliculaires ou **antrum** qui se remplissent de liquide folliculaire qui devient de plus en plus abondant et pousse petit à petit la granulosa à la périphérie du follicule.
- ✓ Les cellules de la thèque interne sont capables d'excréter les hormones.



5) Le follicule mur : ou de De Graaf :

- ✓ Il est volumineux ; entre 12 à 25 mm.
- ✓ Il est gonflé de liquide folliculaire (aspect kystique), les lacunes fusionnent en une grande et unique vacuole dite **antrum folliculaire**, remplie de liquide folliculaire.
- ✓ Au tour de l'ovocyte, les cellules de la granulosa forment une couche régulière autour de la zone pellucide et quelques unes se disposent de façon radiaire pour constituer **la corona radiata**.
- ✓ L'ovocyte et les cellules de la granulosa faisant saillie dans l'antrum constituent **le cumulus oophorus**.
- ✓ A ce stade ; les tuniques interne et externe deviennent extrêmement réduites.



- 1 Ovocyte/ovule
- 2 Zone pellucide
- 3 Couche granuleuse (granulosa)
- 4 Thèque interne
- 5 Thèque externe
- 6 Cavité folliculaire
- 7 Cumulus oophorus
- 8 Membrane basale entre thèque et couche granuleuse

Schéma d'un follicule de De Graaf

6) Le follicule déhiscent:

C'est l'image de la rupture du follicule mur. L'ovocyte est expulsé dans les voies génitales entouré de la zone pellucide et du cumulus oophorus. Le follicule vidé se transforme en corps jaune.

7) Le corps jaune :

Le follicule rompu se contracte intensément, se referme et se transforme en corps jaune.

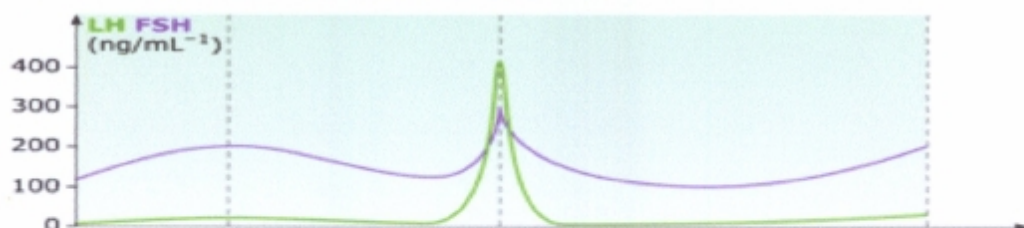
- ✓ Les cellules de la granulosa du corps jaune deviennent lutéales, capables de synthétiser la progestérone.
- ✓ Les cellules de la thèque interne synthétisent toujours les androgènes.

- ✓ Le corps jaune peut évoluer :
- En l'absence de fécondation : le corps jaune est dit **progestatif**, sa durée de vie est de 14 jours.
 - En cas de fécondation : le corps jaune est dit **gestatif**, sa durée de vie est de 3 mois.

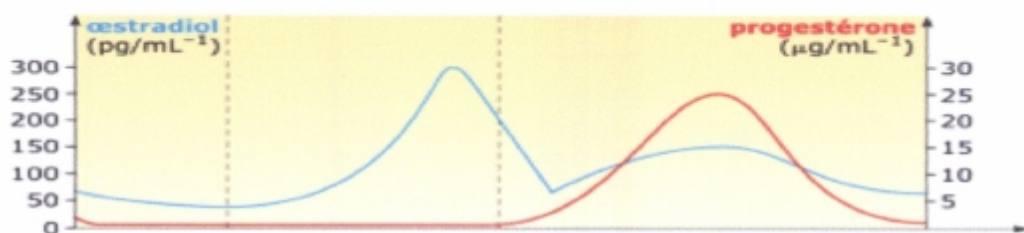
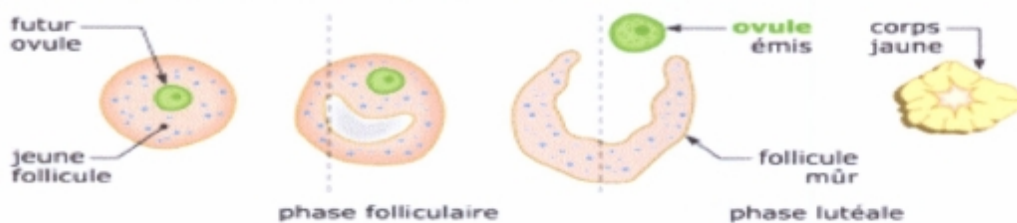
D. PHYSIOLOGIE DE L'OVOGENESE

Synchronisation des cycles de l'ovaire et de l'utérus

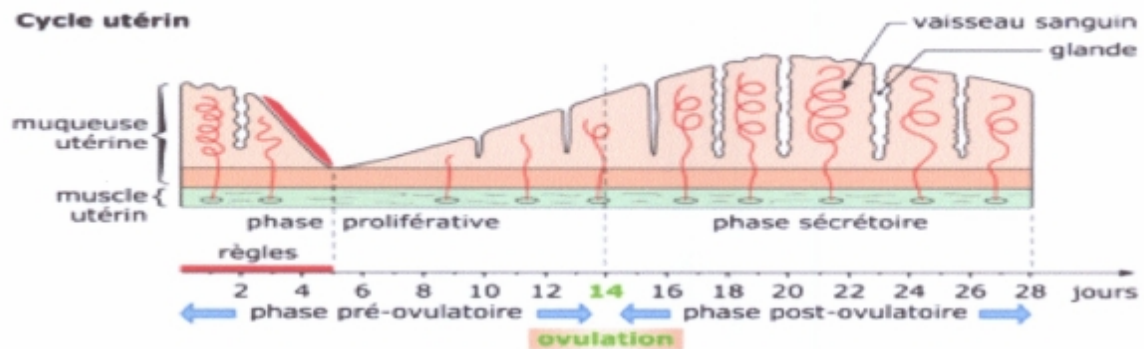
Cycle des hormones hypothalamo-hypophysaires



Cycle ovarien et des hormones ovariennes



Cycle utérin



L'activité cyclique de l'ovaire dépend de deux hormones hypophysaires : FSH (hormone folliculo-stimulante) et LH (hormone lutéinisante).

✓ *FSH favorise :*

- La maturation folliculaire.
- La prolifération des cellules de la granulosa qui acquièrent des récepteurs à LH.
- La stimulation de la sécrétion des androgènes par les cellules de la thèque interne.
- L'aromatisation des androgènes en œstrogènes par les cellules de la granulosa.

✓ *La sécrétion d'un pic de LH provoque :*

- La reprise de la première division méiotique de l'ovocyte I et le début de la deuxième division méiotique de l'ovocyte II.
- L'ovulation
- La diminution de la synthèse (aromatisation) d'œstradiol par les cellules de la granulosa.
- L'augmentation de la synthèse de progestérone et la transformation du follicule post-ovulatoire en corps jaune.

Dr Aggoun.S