

# EMBRYOLOGIE GÉNÉRALE

---

Département de Pharmacie

Dr. Boudraa Imene

# CHAPITRE I: MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE

Dans notre corps, il y a 2 types de cellules :

\*Les cellules dites **somatiques** qui ont  $2n$  (= 46 chez l'espèce humaine) chromosomes et sont donc **diploïdes**. Elles possèdent 1 exemplaire de chaque chromosome de la mère, soit  $n = 23$ , et un exemplaire de chaque chromosome du père, soit  $n = 23$ . Si nous transmettions à nos enfants le patrimoine génétique de ces cellules, ils auraient  $2n$  chromosomes de la mère +  $2n$  chromosomes du père, soit  $4n$ , puis  $8n$  à la génération suivante, ce qui est impossible.

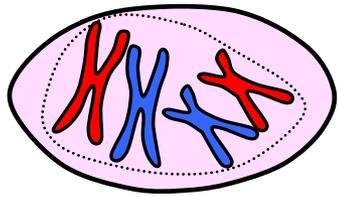
- C'est la raison pour laquelle nous possédons un deuxième type de cellules, les **cellules sexuelles ou gamètes qui sont haploïdes** et ne possèdent **que n chromosomes**.
- Il doit donc exister un mécanisme spécial qui permet, à partir de cellules diploïdes, d'obtenir des cellules haploïdes, c'est-à-dire des **gamètes**. Ce phénomène est en fait une série d'événements appelée la **MÉIOSE** (du grec *meiôsis*, décroissance, réduction) et qui intervient pendant la **gamétogenèse** et qui permet de passer d'une cellule diploïde à quatre cellules haploïdes.

Les gamètes mâles sont les **spermatozoïdes**, les gamètes femelles sont les **ovules**. Leur formation, **spermatogénèse et ovogénèse**, a lieu dans les gonades: **testicules** ou **ovaires**. celles-ci peuvent avoir en outre un rôle de **glandes endocrines**.

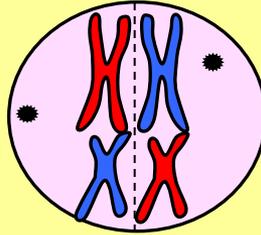
# 1- LES ÉTAPES DE LA MÉIOSE

La méiose comprend **deux divisions successives** du noyau mais **une seule duplication** des chromosomes. La première division est dite **réductionnelle** parce qu'elle réduit de moitié le nombre de chromosomes, la deuxième division, dite **équationnelle** scinde chaque chromosome en deux chromatides.

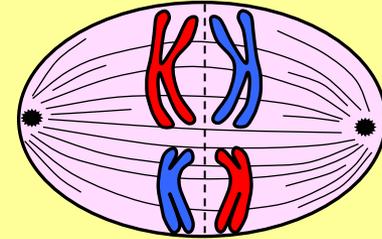
# Les transformations cytologiques lors de la méiose



Cellule après mitose  
1 cellule  $2n = 4$ , bichromatidiens

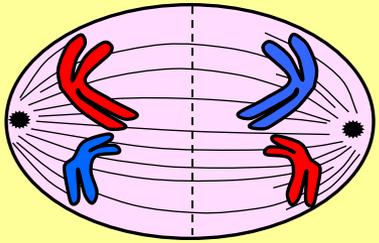


Prophase 1

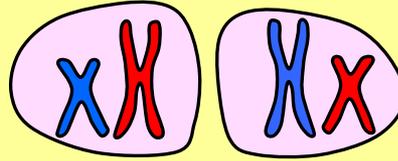


Métaphase 1

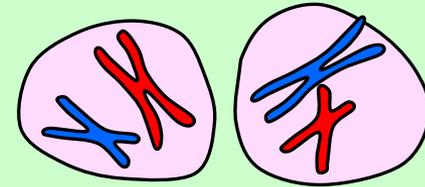
1<sup>ère</sup>  
division  
de  
méiose



Anaphase 1

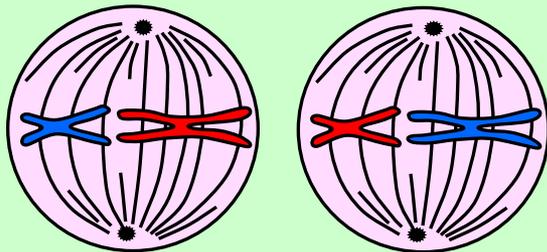


Télophase 1  
2 cellules  $n = 2$ , bichromatidiens

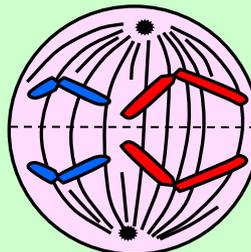


Prophase 2

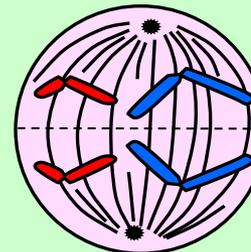
2<sup>nde</sup>  
division  
de  
méiose



Métaphase 2



Anaphase 2

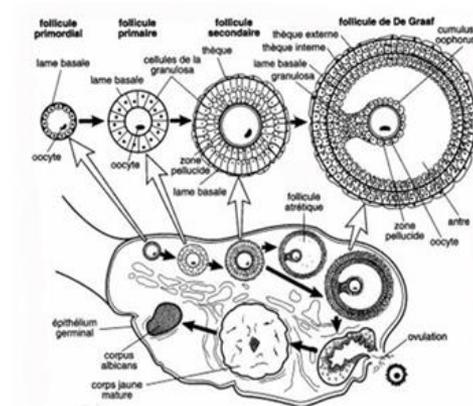
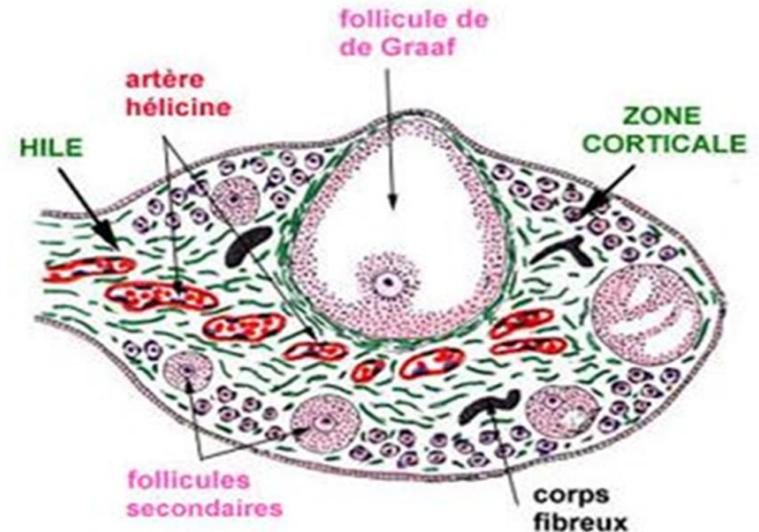


Télophase 2  
4 cellules  $n = 2$ , monochromatidiens

**La prophase I** est la phase primordiale de la méiose, c'est une phase longue et complexe qui diffère de celle de la mitose et se divise en 5 stades qui correspondent à 5 états de la chromatine: leptotène-zygotène-pachytène-diploène-diacenèse. C'est à ce moment qu'ont lieu les recombinaisons génétiques (=crossing-over).

# 2- OVOGÉNÈSE

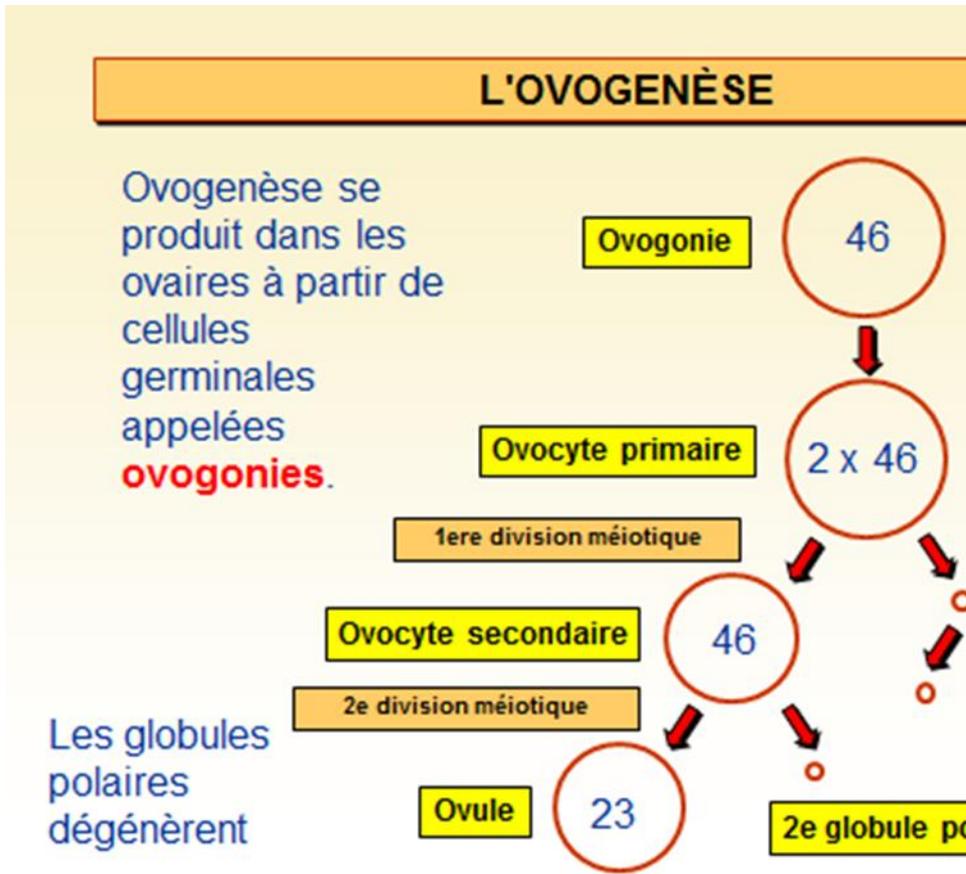
C'est la formation des cellules sexuelles femelles. Elle se déroule dans l'ovaire où les cellules sexuelles sont associées à des cellules somatiques appelées **cellules folliculeuses**, l'ensemble formant **le follicule ovarien**. Les cellules folliculaires provenant du stroma environnant ont des fonctions trophiques et endocrines intervenant dans la maturation des follicules et l'ovulation.



- Chez les vertébrés, au cours du développement embryonnaire les cellules germinales se forment très tôt et migrent vers les gonades en formation et deviennent **des ovogonies**. Ce sont des **cellules diploïdes**.

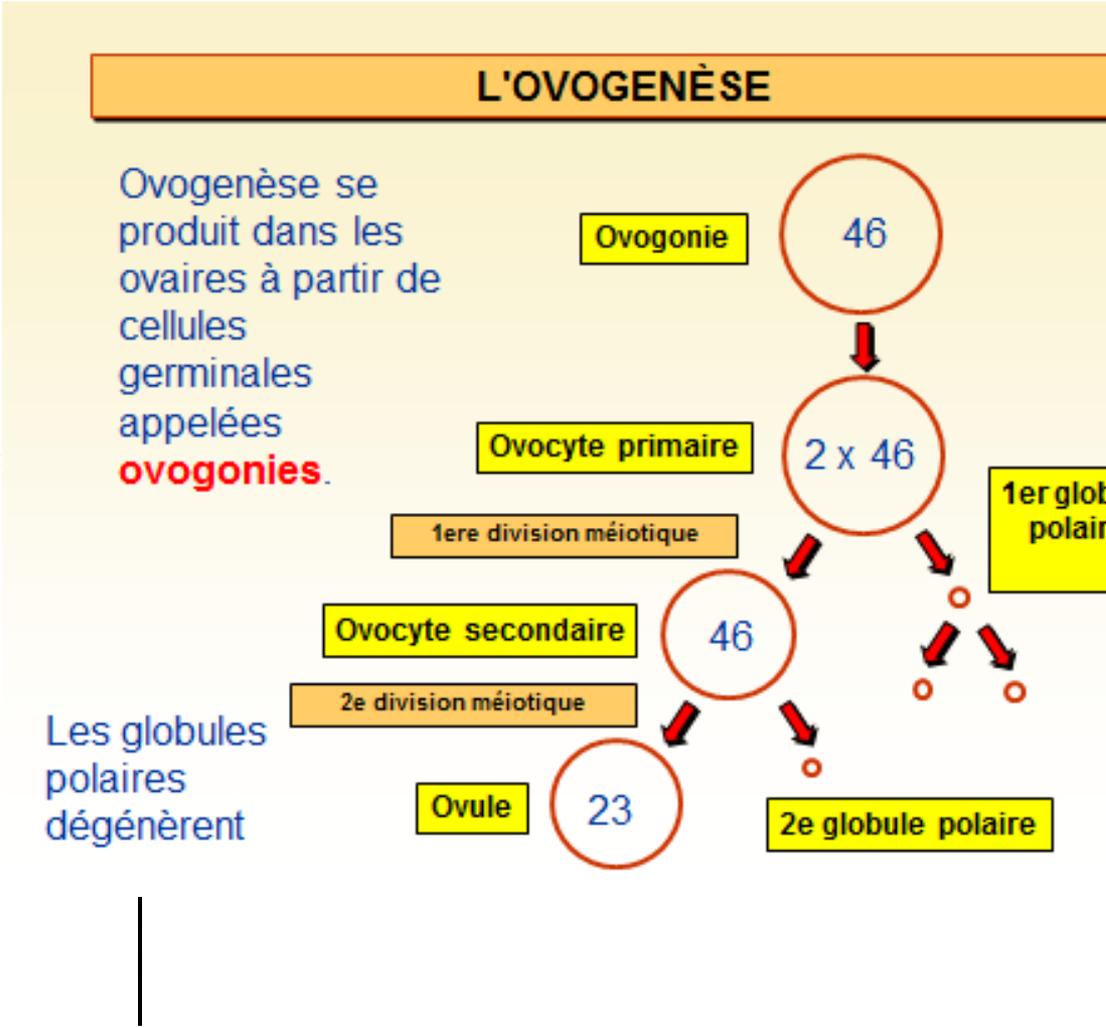
Les ovogonies se multiplient du 2<sup>ème</sup> au 7<sup>ème</sup> mois de la vie intra-utérine. Il se forme un stock de 6 à 7 millions. Il n'en reste plus qu'environ 1 million à la naissance et 400 000 à la puberté. Ces ovogonies subissent ensuite un accroissement puis se différencient en **ovocytes I**.

- Après dédoublement de leur ADN les ovocytes I entrent en **prophase I** et restent bloqués à ce stade dit **stade quiescent** jusqu'à la puberté. C'est au cours de ce stade que l'ovocyte synthétise des ARN et des protéines fondamentales pour le développement du futur embryon et qu'il accumule des réserves (vitellus).
- A la puberté et **sous stimulation hormonale** l'ovocyte reprend la méiose I, la division réductionnelle se poursuit et l'ovocyte I donne deux cellules de taille différente :



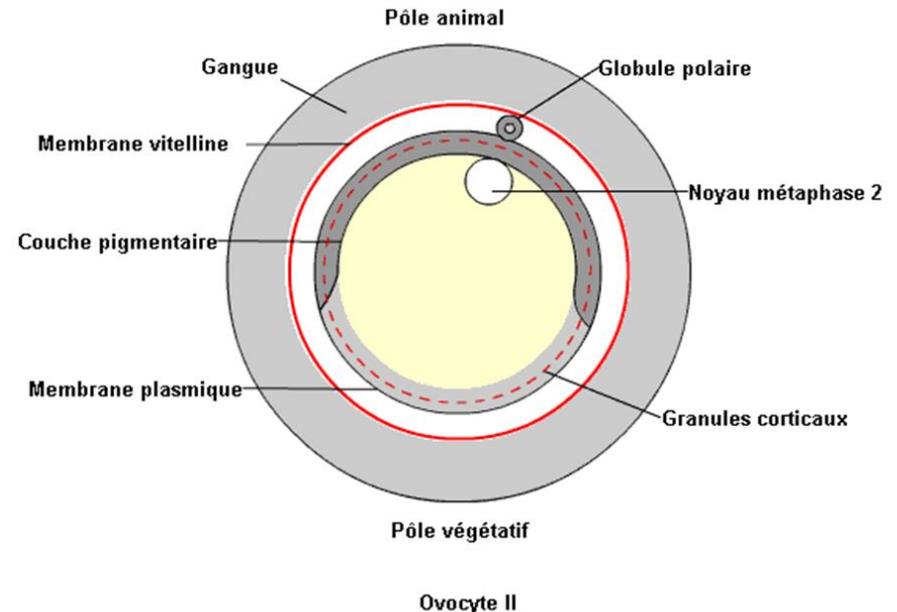
Un ovocyte II volumineux, et une très petite cellule destinée à dégénérer : le premier globule.

L'ovocyte II entre en deuxième division méiotique et reste bloqué au stade métaphase II. Ce n'est qu'après fécondation que se poursuit la méiose II pour donner à la fin l'ovule et un autre globule polaire.

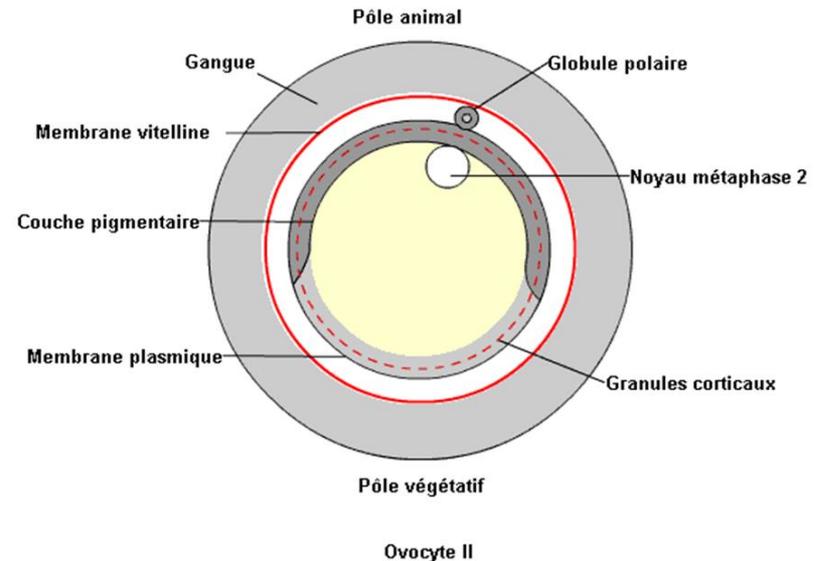


# 3-STRUCTURE GÉNÉRALE D'UN ŒUF VIERGE ( OU OVOCYTE II)

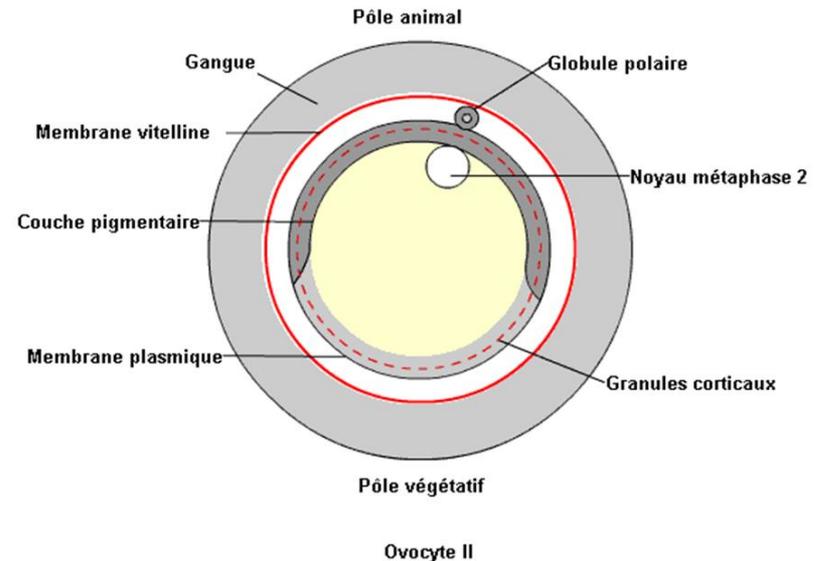
D'une façon générale l'œuf est une cellule polarisée : il présente un pôle inférieur appelé **pôle végétatif** et un pôle supérieur appelé **pôle animal**. Le pôle végétatif est plus riche en **vitellus** par rapport au pôle animal, il en résulte une position du noyau plus ou moins excentrée vers le pôle animal où il est entouré d'un cytoplasme plus pauvre en vitellus.



- Sous la membrane plasmique se trouve une fine couche de cytoplasme dépourvue de réserves vitellines appelée **le cortex**. Chez de nombreuses espèces ce cytoplasme est pourvu d'une couche de vésicules membraneuses appelées **granules corticaux** qui contiennent entre autre des enzymes.



- L'œuf est pourvu de protections particulières : l'**enveloppe primaires** formée dans l'ovaire ou **membrane vitelline** et l'**enveloppe secondaire** qui correspond à des **sécrétions muqueuses** enrobant l'œuf pendant son transit dans les voies génitales femelles.

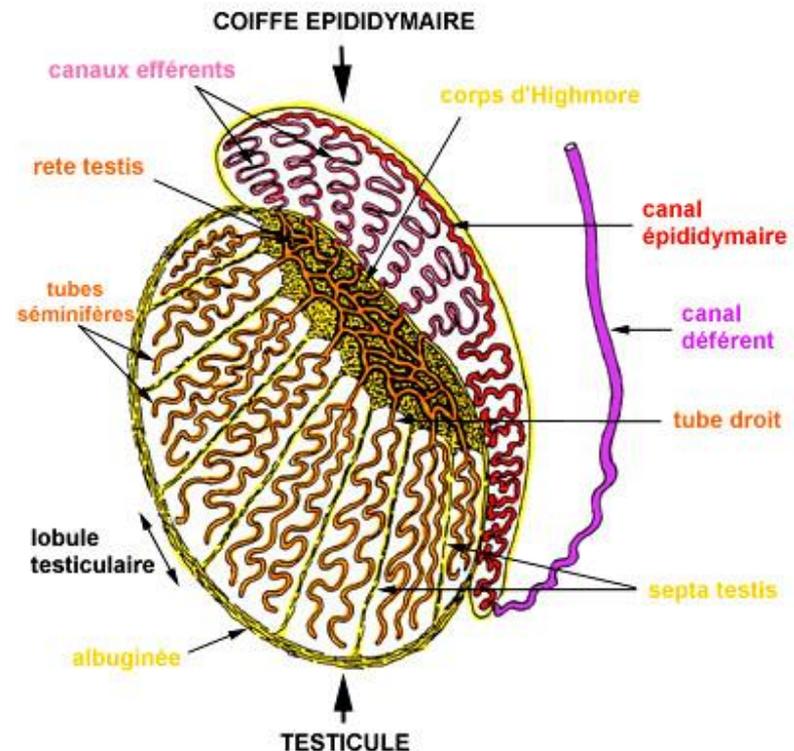


# 5- SPERMATOGENÈSE

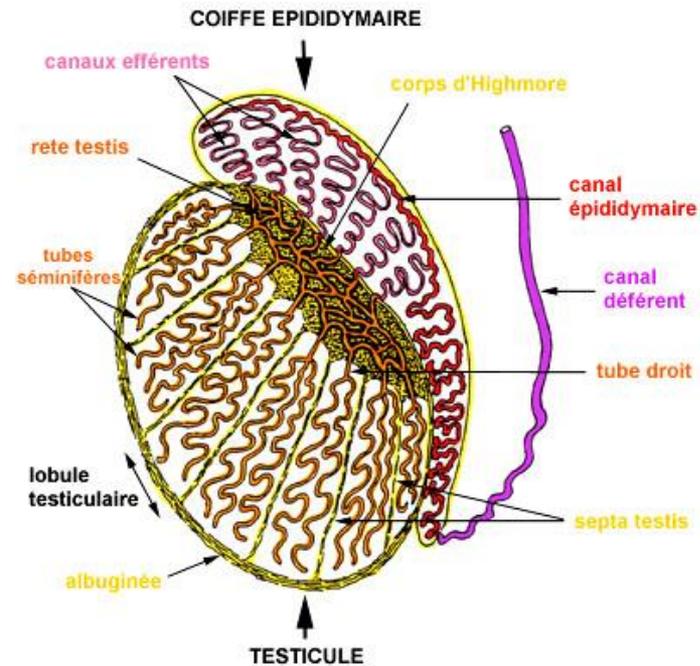
## \*Rappels sur l'appareil génital masculin

L'appareil génital masculin comporte de chaque côté:

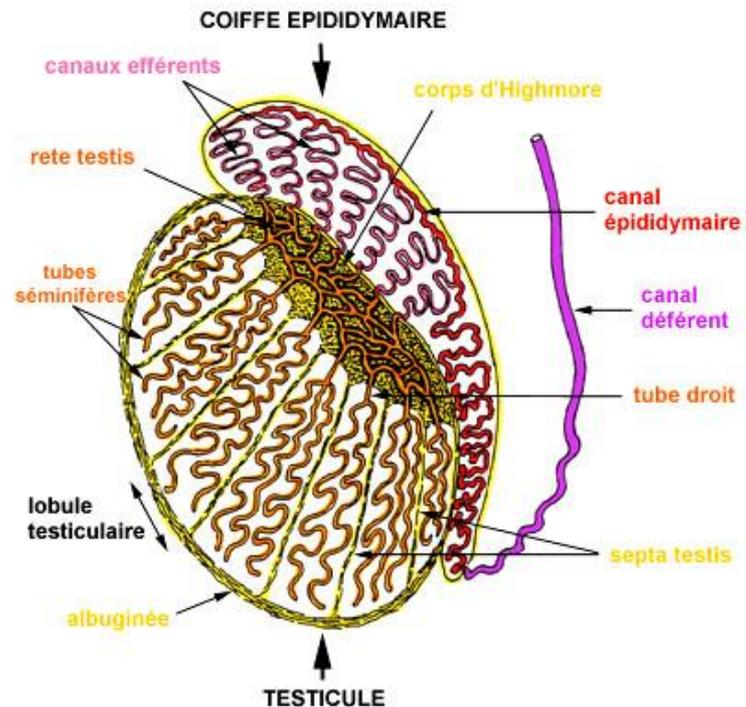
- un testicule, coiffé par l'épididyme et logé dans le scrotum.
- un canal déférent, qui prolonge l'épididyme,
- un canal éjaculateur qui fait suite au canal déférent.

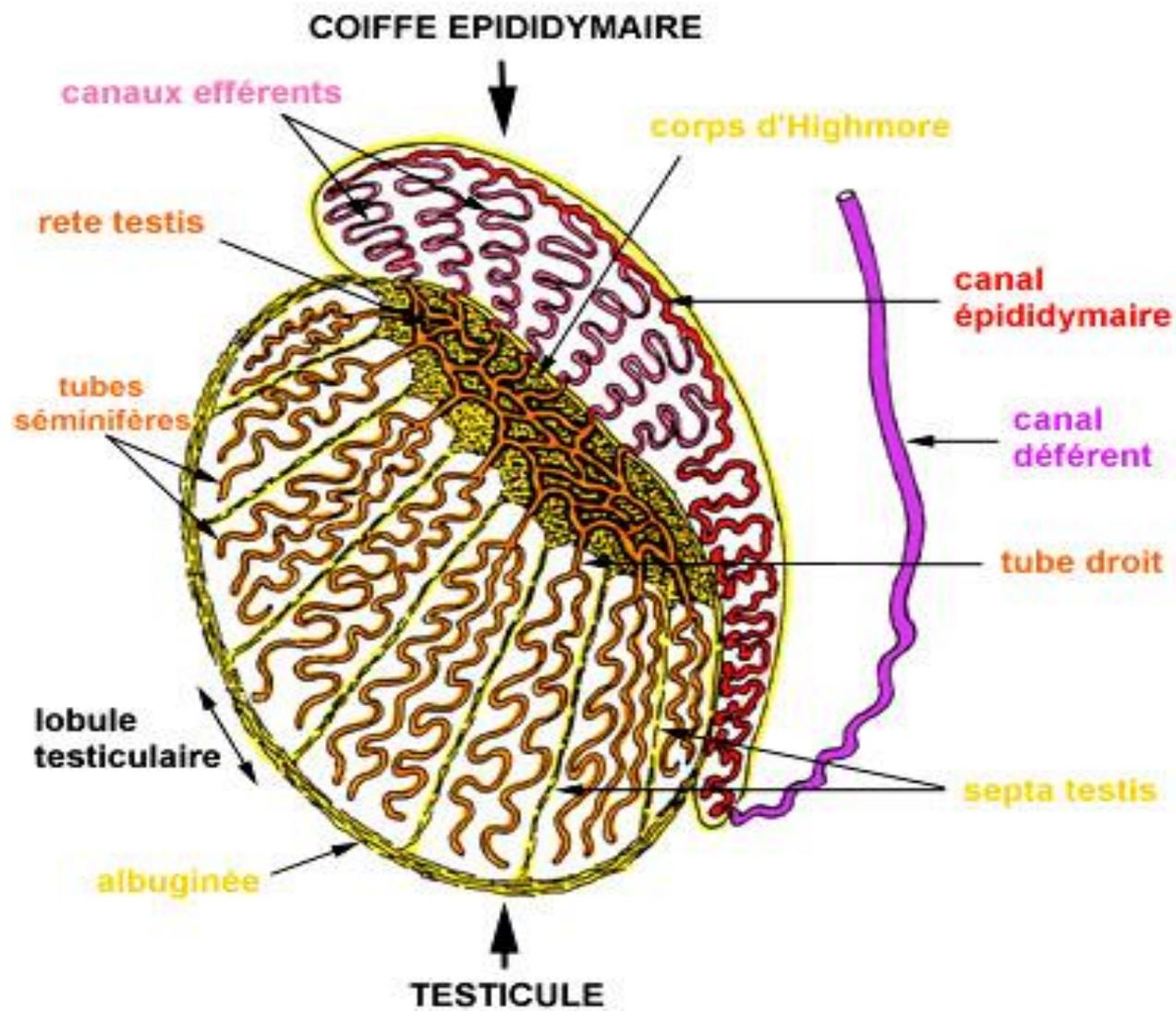


Les testicules sont des organes pairs doués d'une double fonction, **gamétogène** et **endocrine**. Chaque testicule est revêtu par **l'albuginée**, capsule conjonctive fibreuse dont un épaissement au pôle supérieur forme le **corps de Highmore**. Entre l'albuginée et le corps de Highmore, sont tendues des **cloisons ou septa**, souvent incomplètes qui délimitent chez l'homme environ 300 lobules.



- Chaque lobule contient un peloton **de tubes séminifères** (1 à 4 par lobule) longs de 40 à 70 cm. Du côté du corps de Highmore, les tubes séminifères de chaque lobule confluent en un **tube droit** de 1 mm de longueur. Les tubes droits communiquent avec un réseau de canaux parcourant le corps de Highmore, le **rete testis** qui s'ouvrent dans les canaux efférents qui communiquent avec le canal épидидymaire.

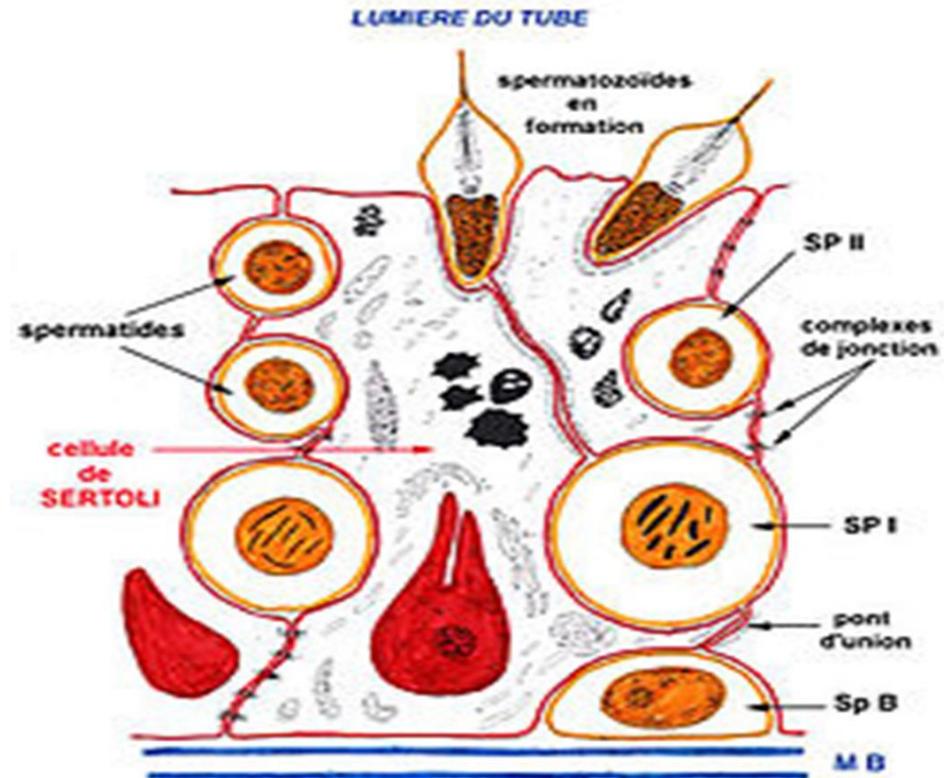




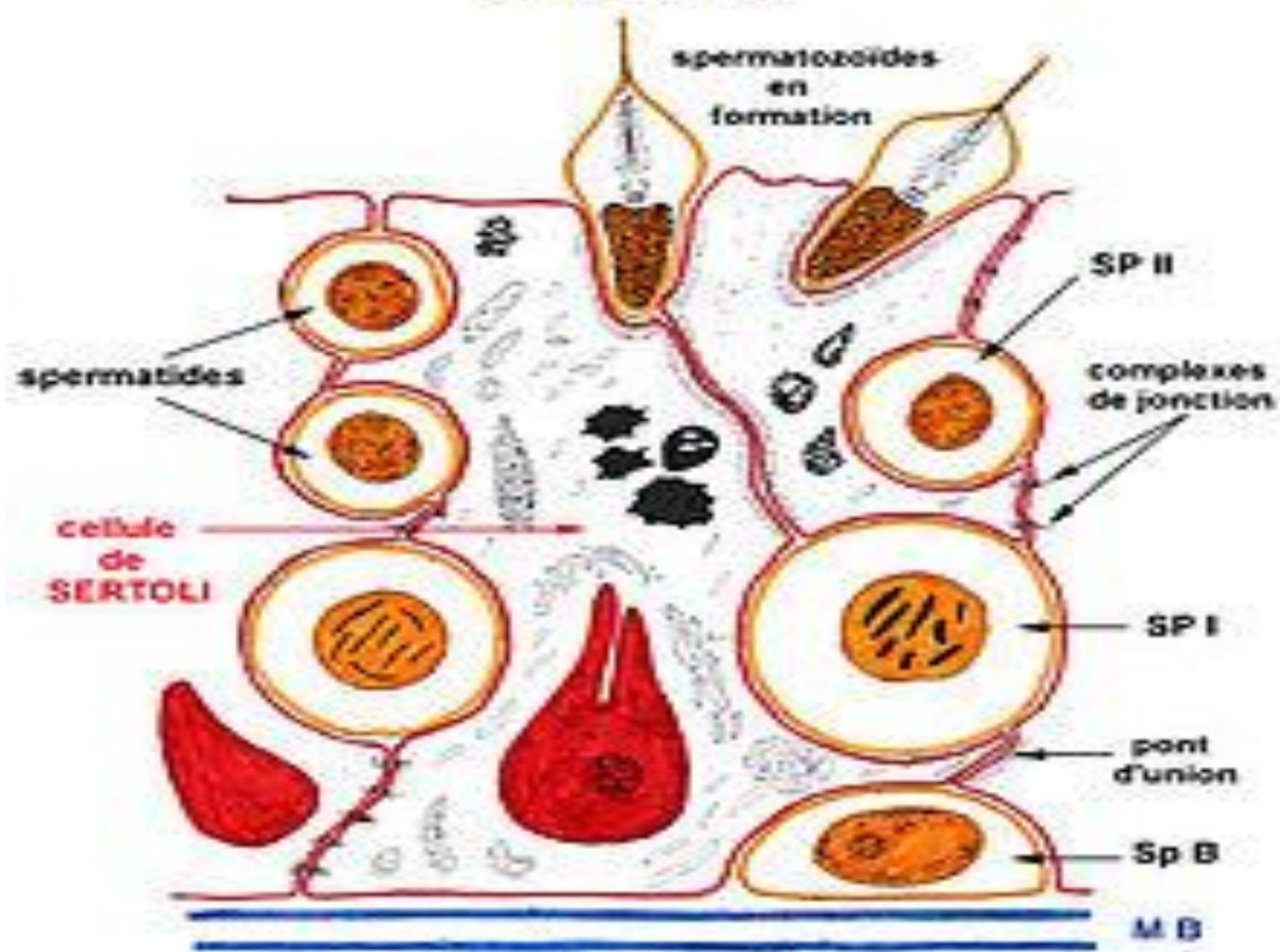
Les tubes séminifères assurent la spermatogenèse,  
assimilable à une véritable fonction exocrine.

Chaque tube séminifère est revêtu par la **gaine périvitubulaire** qui est un tissu conjonctif fibreux, et renferme l'**épithélium séminal** constitué de deux types de cellules : **les cellules de Sertoli** et **les cellules de la lignée germinative**.

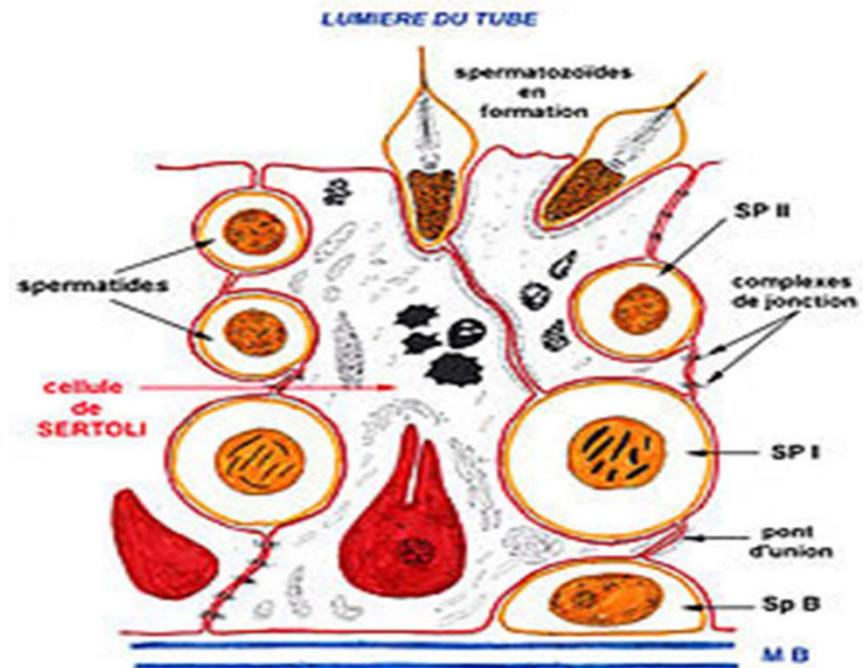
Les espaces compris entre les tubes séminifères sont occupés par du tissu conjonctif au sein duquel sont répartis de petits amas de cellules interstitielles ou **cellules de Leydig**.



LUMIERE DU TUBE



Les cellules de Sertoli constituent des éléments de **soutien et nutritifs**, elles sont peu nombreuses et sont disposées à des intervalles réguliers le long du tube séminifère et sont comprimées entre les cellules germinatives. Elles sont hautes, leur base repose sur la lame basale. Les cellules de Sertoli forment ainsi des logettes abritant les cellules de la lignée germinale. Ces dernières constituent la plus grande masse de l'épithélium séminal et sont disposées en couches superposées ou l'on rencontre toutes les étapes de la spermatogénèse.



La spermatogénèse comprend deux étapes :

**Etape1 : la divisions cellulaire(méiose)** qui aboutit à des cellules au nombre haploïde de chromosomes.

**Etape2 : la différenciation cellulaire appelée : spermiogénèse.**

La spermatogénèse commence par les **spermatogonies** qui sont immédiatement en contact avec la lame basale. Chaque spermatogonie contient un nombre diploïde de chromosomes.

**N.B. A l'opposé des cellules germinales femelles qui entrent toutes en méiose, les cellules germinales mâles conservent une population de cellules qui se divise par mitose et à partir desquelles des cellules méiotiques peuvent émerger tout au long de la vie. La cellule germinale souche reste une véritable cellule indifférenciée, ainsi le spermatozoïde contrairement à l'ovocyte qui vieillit avec la mère, est une cellule qui a**

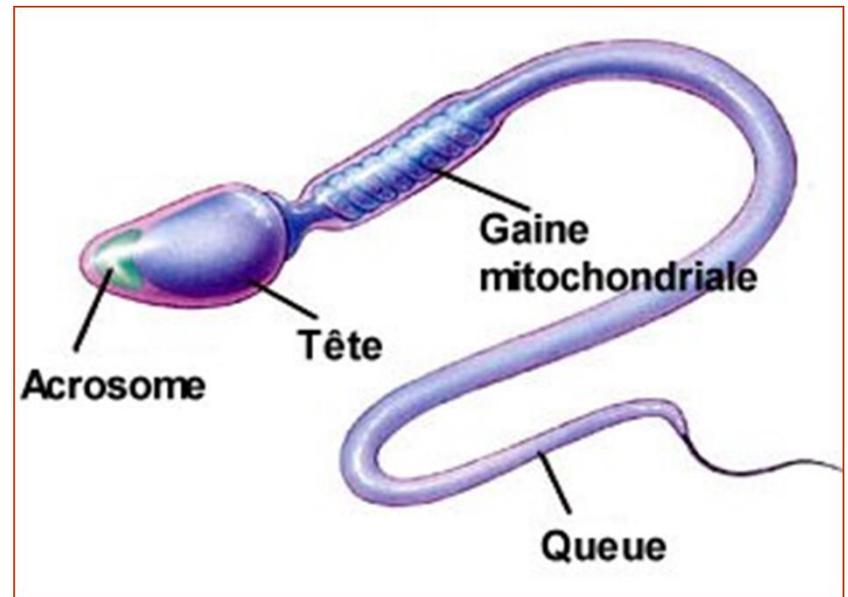
**toujours le même âge. Ceci explique que l'on ne retrouve pas chez l'homme les anomalies de la méiose liées au vieillissement du gamète.**

- Les spermatogonies se multiplient sans interruption par mitose successives. Certaines cellules filles cessent de se multiplier et se différencient en **spermatocytes I**. Après dédoublement de leur ADN, ces cellules entrent en **prophase I** qui va durer 16 jours puis subissent les phases suivantes de la division réductionnelle et donnent naissance aux **spermatocytes II**, possédant 23 chromosomes. Les spermatocytes II subissent ensuite la deuxième division méiotique et donnent des cellules haploïdes appelées **spermatides**.

- Les spermatides nouvellement formés sont des cellules de petite taille, ovoïdes contenant un noyau sphérique central, une zone de Golgi voisine, de nombreuses mitochondries et deux centrioles.

\* **La spermiogénèse** comprend la différenciation de toutes ces structures cellulaires. Schématiquement elle comprend les étapes suivantes :

- formation de l'acrosome à partir de la zone de Golgi.
- condensation du noyau pour former la tête du spermatozoïde.
- formation du flagelle à partir d'un des deux centrioles.
- formation de la pièce intermédiaire à partir des mitochondries.



## **\*Émission des spermatozoïdes:**

Les spermatozoïdes sont produits et formés dans les testicules, puis libérés dans l'épididyme. Dans l'épididyme, sous l'action des androgènes (en particulier de la testostérone) sécrétés par les cellules de Leydig, les spermatozoïdes acquièrent leur mobilité (les spermatozoïdes produits au niveau des testicules sont très peu ou pas du tout mobiles).

- Les spermatozoïdes peuvent être stockés dans l'épididyme et y survivre jusqu'à trois semaines environ.
- Les spermatozoïdes passent ensuite dans le canal déférent, qui est prolongé par le canal éjaculateur. Ils prennent ensuite le chemin de l'urètre.

Durant leur trajet, les spermatozoïdes sont mélangés à des liquides produits par les glandes sexuelles (prostata et vésicules séminales); le mélange de ces liquides donne le sperme.