



Faculté de médecine  
Département de médecine  
Première année médecine  
2021-2022

Cours d'embryologie humaine  
Responsable pédagogique

Dr/N.BOURENANE

## LA GAMETOGENESE

Il s'agit de la fabrication des cellules reproductrices, germinales femelles ou mâles (ovules et spermatozoïdes) par les glandes sexuelles ou gonades (ovaires et testicules).

L'ovogénèse et la spermatogénèse diffèrent beaucoup dans leur chronologie et leur physiologie. Cependant, un point commun fondamental est la **méiose**, qui permet la maturation chromosomique, le brassage des gènes et l'obtention d'une cellule reproductrice dont le matériel génétique a été réduit de moitié par rapport à la cellule mère.

### 1- La spermatogénèse

Comme son nom l'indique, la spermatogénèse est un processus biologique dont le but est de produire les gamètes mâles, les spermatozoïdes. Ces derniers ne contiennent que **23** chromosomes car ils sont le produit d'une cellule souche sexuelle (la spermatogonie) ayant subi une **méiose**.

Elle commence à la puberté et elle est **ininterrompue (continue)** jusqu'à un âge avancé (vieillard) . Elle a lieu au niveau des **tubes séminifères** dans les testicules et les spermatozoïdes formés sont ensuite conduits vers l'extérieur par un système de canaux.

Les testicules, glandes sexuelles masculines, sont le siège de la spermatogénèse ainsi que de la synthèse de l'hormone mâle, **la testostérone**.

#### 1-1 Rappels sur l'appareil génital masculin

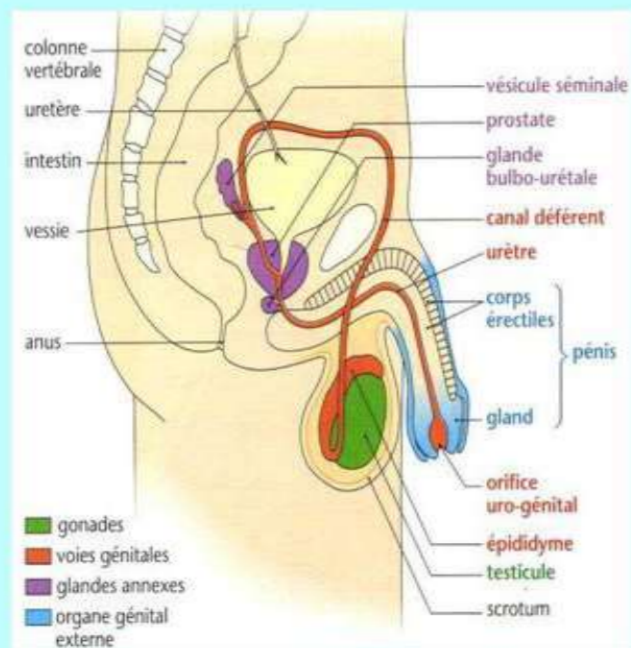
L'appareil génital masculin comporte de chaque côté :

- 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..

## I 2 Anatomie de l'appareil reproducteur masculin.

### □ ORGANES GENITAUX INTERNES

- GONADES ou testicules
- VOIES GENITALES :
  - 1 : les épидидymes
  - 2 : les canaux déférents
  - 3 : les canaux éjaculateurs
  - 4 : l'urètre
- LES GLANDES ANNEXES :
  - 1 : les vésicules séminales
  - 2 : la prostate
  - 3 : glandes bulbo-urétrales ou glandes de Cowper



### □ ORGANE GENITAL EXTERNE

- Le pénis ou verge

Figure 1 : Appareil reproducteur male

-Le **testicule** est un organe ovoïde, il est entouré par l'albuginée, capsule conjonctive fibreuse peu extensible, dont un épaississement au pôle supérieur forme le corps de Highmore (contenant le **rete testis**). Partant du corps de Highmore de fines cloisons conjonctives délimitent des lobules testiculaires, au nombre de 200 à 300 par testicule. Chaque lobule contient un peloton de tubes séminifères (1 à 4 par lobules). 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, le rete testis.

-L'**épididyme** coiffe le testicule et présente à partir du pôle supérieur trois parties d'épaisseur décroissante : la tête, le corps et la queue. Il contient deux types de canaux : les cônes efférents, situés dans la tête de l'épididyme, le canal épидidymaire, où confluent les cônes efférents, occupe le corps et la queue de l'épididyme.

## STRUCTURE DU TESTICULE

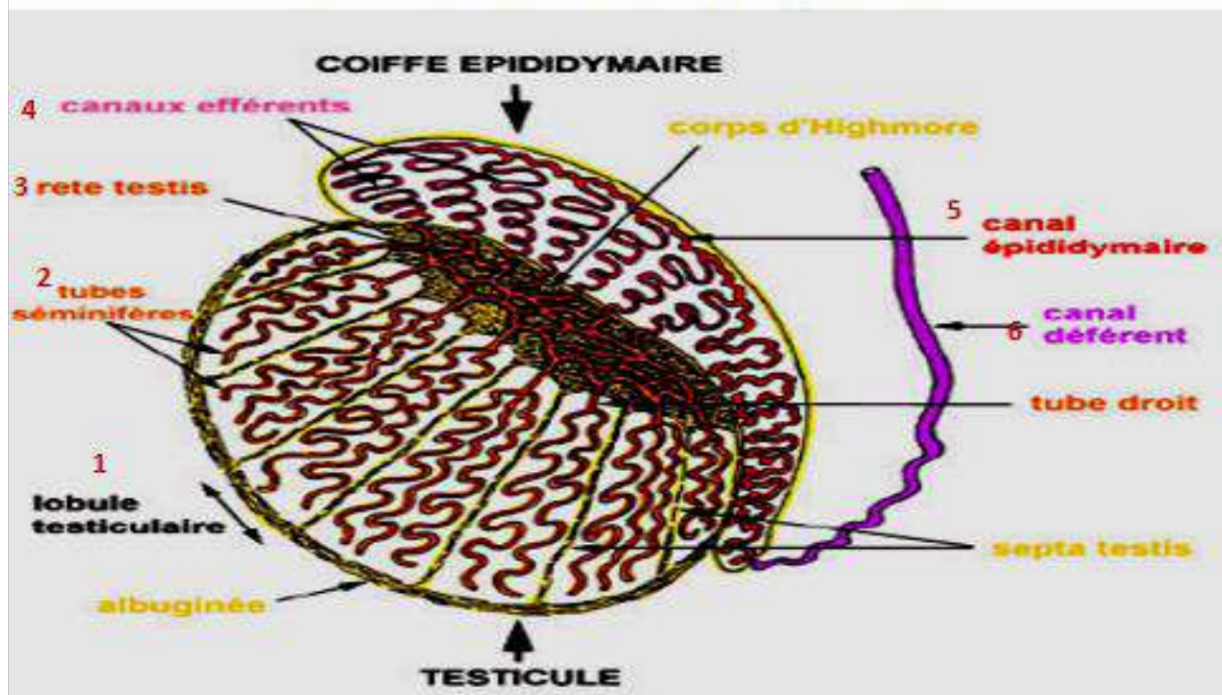


Figure 2 : Structure du testicule

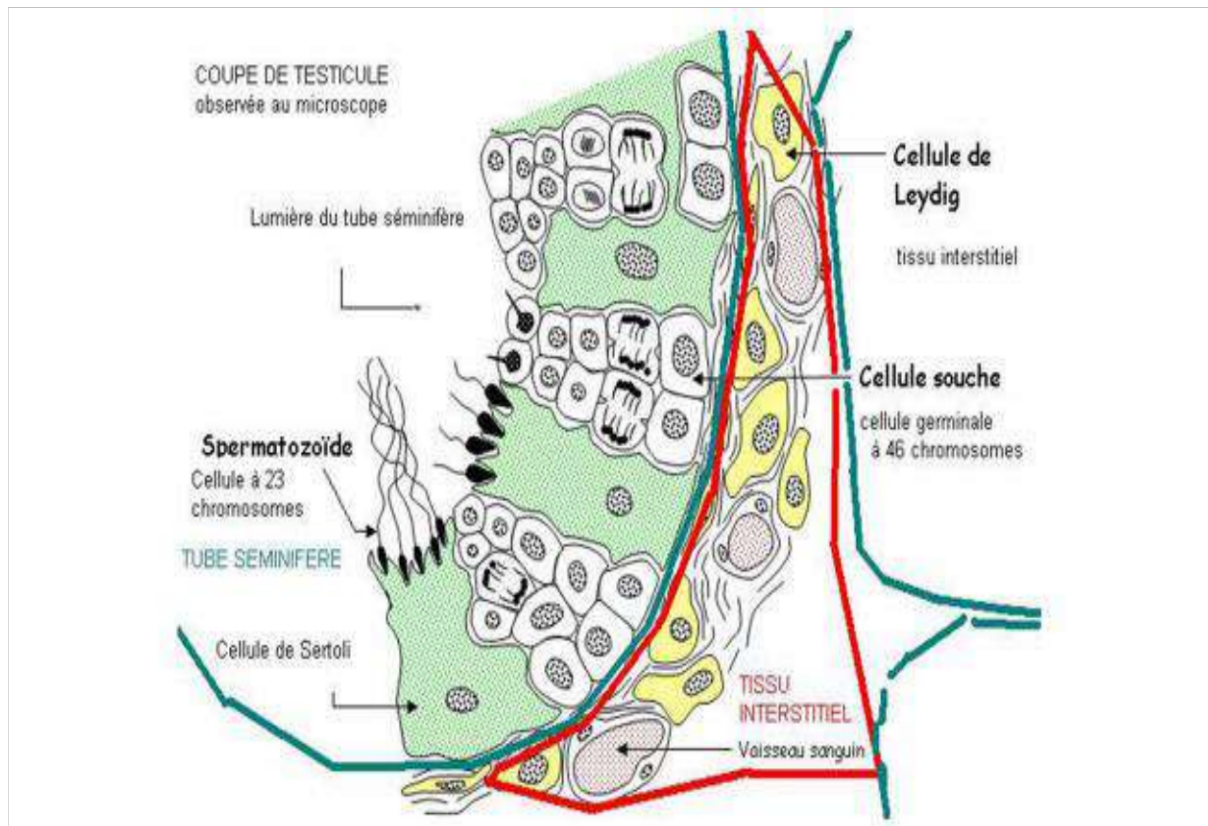
Les testicules contiennent les **tubes séminifères** qui sont le siège exclusif de la spermatogénèse. Entre les tubes séminifères (milieu interstitiel) se trouve un tissu conjonctif qui contient des cellules endocrines, les cellules de **Leydig**, qui sécrètent la testostérone.

Deux types de cellules occupent la paroi des tubes séminifères : de grandes cellules coniques, les cellules de **Sertoli** et les cellules **germinales**.

**Les cellules de Sertoli** sont des cellules de forme grossièrement pyramidale et de grande taille, occupant toute l'épaisseur de l'épithélium. Elles sont dotées de multiples prolongements et sont reliées entre elles par des jonctions serrées.

**Les cellules de la lignée germinale** se trouvent dans le compartiment basal, contre la membrane propre, entre les cellules de Sertoli, avec lesquelles elles sont en relation par divers systèmes de jonction. Disposées en assises plus ou moins régulières, elles représentent, de la périphérie vers le centre du tube, les stades successifs de la spermatogénèse: spermatogonies, spermatocytes primaires, spermatocytes secondaires, spermatoïdes, spermatozoïdes.

Dans le tissu conjonctif lâche entourant les tubes séminifères, on trouve des îlots de cellules interstitielles, ou cellules **de Leydig**, disposées en cordons autour de capillaires. Elles sont responsables de la sécrétion d'androgènes (Testostérone).



**Figure 3 : Structure schématique du tube séminifère :**

### 1-2 Phases de la spermatogénèse

- **Phase de multiplication** Elle concerne les spermatogonies, cellules souches diploïdes localisées à la périphérie du tube, contre la membrane propre. Ces cellules subissent une succession de mitoses (maintien du pool de spermatogonies), dont la dernière aboutit à la formation de spermatocytes primaires, également diploïdes (une spermatogonie donne 4 spermatocytes primaires).

- **Phase de maturation** Précédée par une phase d'accroissement et correspond à la méiose et concerne les deux générations de spermatocytes (primaires I ou secondaires II). Un spermatocyte I à  $2n$  chromosomes subit la première division de **méiose 5mitose réductionnelle**) et donne ainsi 2 spermatocytes II à  $n$  chromosomes.

Chaque spermatocyte II subit la deuxième division de méiose (**mitose équationnelle**) et donne 2 spermatides à n chromosomes.

**Un spermatocyte I a donc donné 4 spermatides à la fin de la méiose.**

- **Phase de différenciation** appelée aussi **spermiogénèse**, cette phase ne comporte pas de division mais une différenciation des spermatides en spermatozoïdes (mise en place de l processus de formation des structures qui leur conféreront mobilité et capacité de pénétration dans l'ovule. Ce passage est caractérisé par :

- Une réduction cytoplasmique de la spermatide.
- Apparition d'un acrosome formé à partir de la condensation des vésicules golgiennes.
- Formation d'un flagelle à partir des microtubules issus du centriole distal.

Dr BOURENVALE

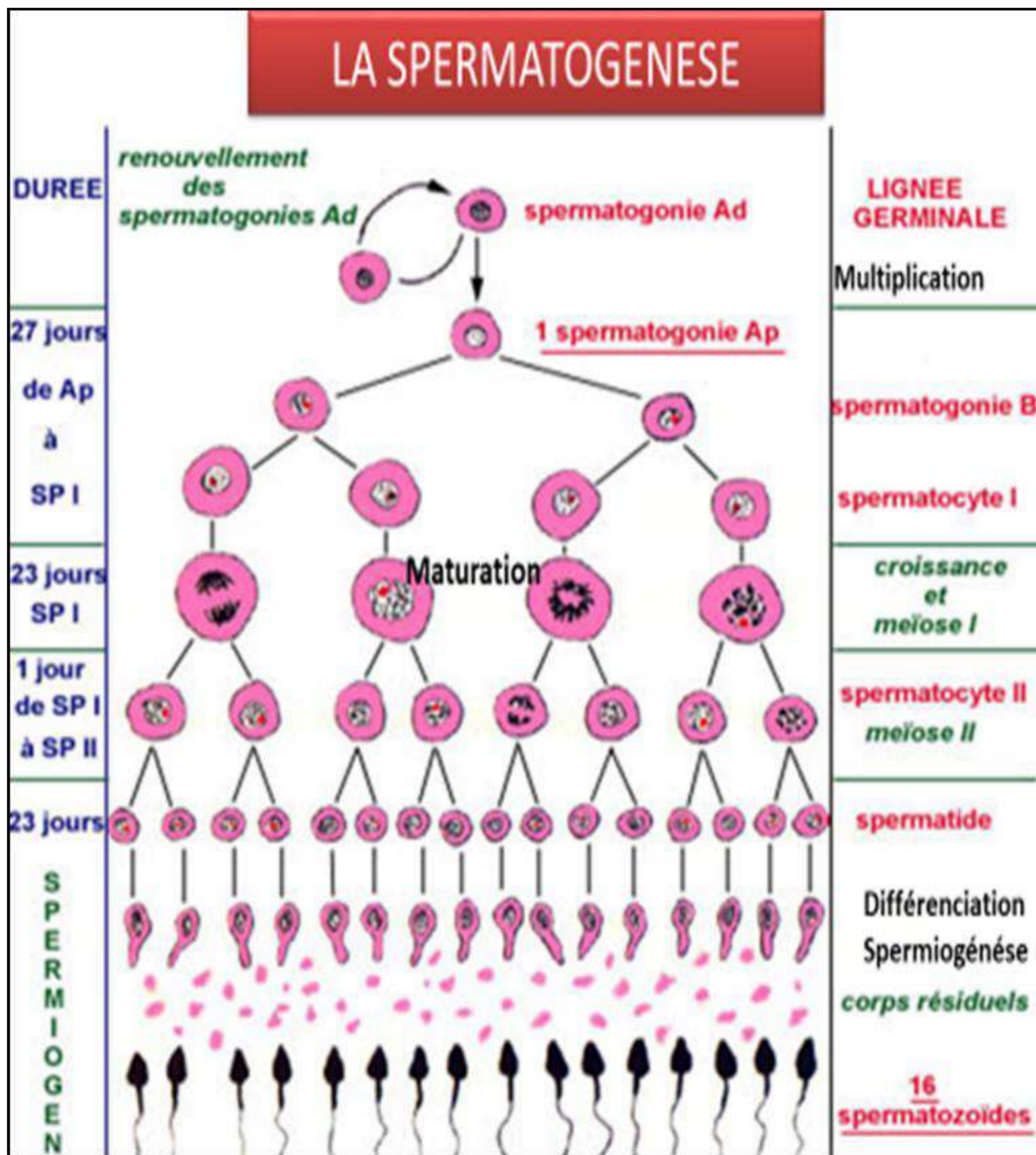
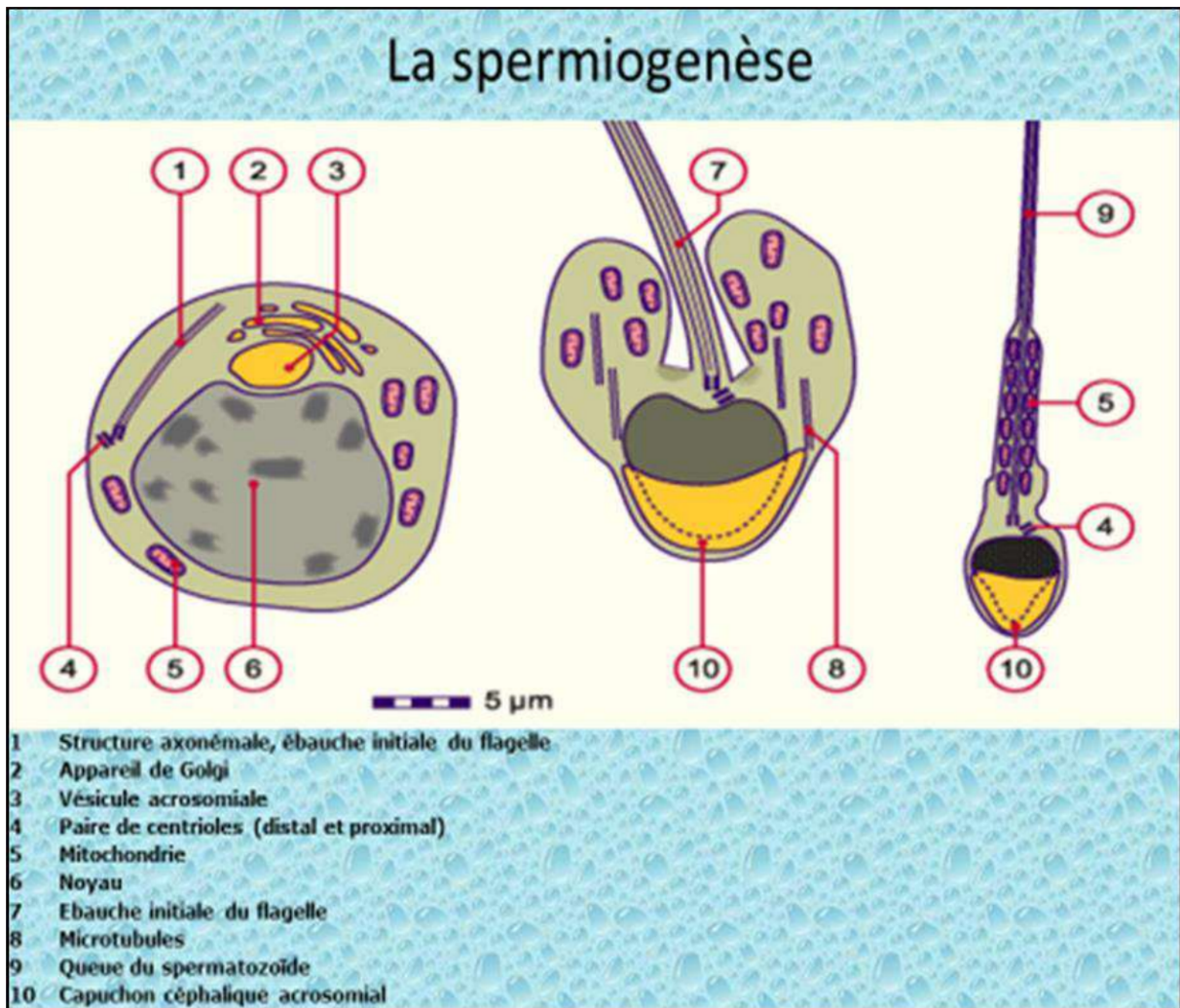


Figure 4 : Diagramme de la spermatogénèse

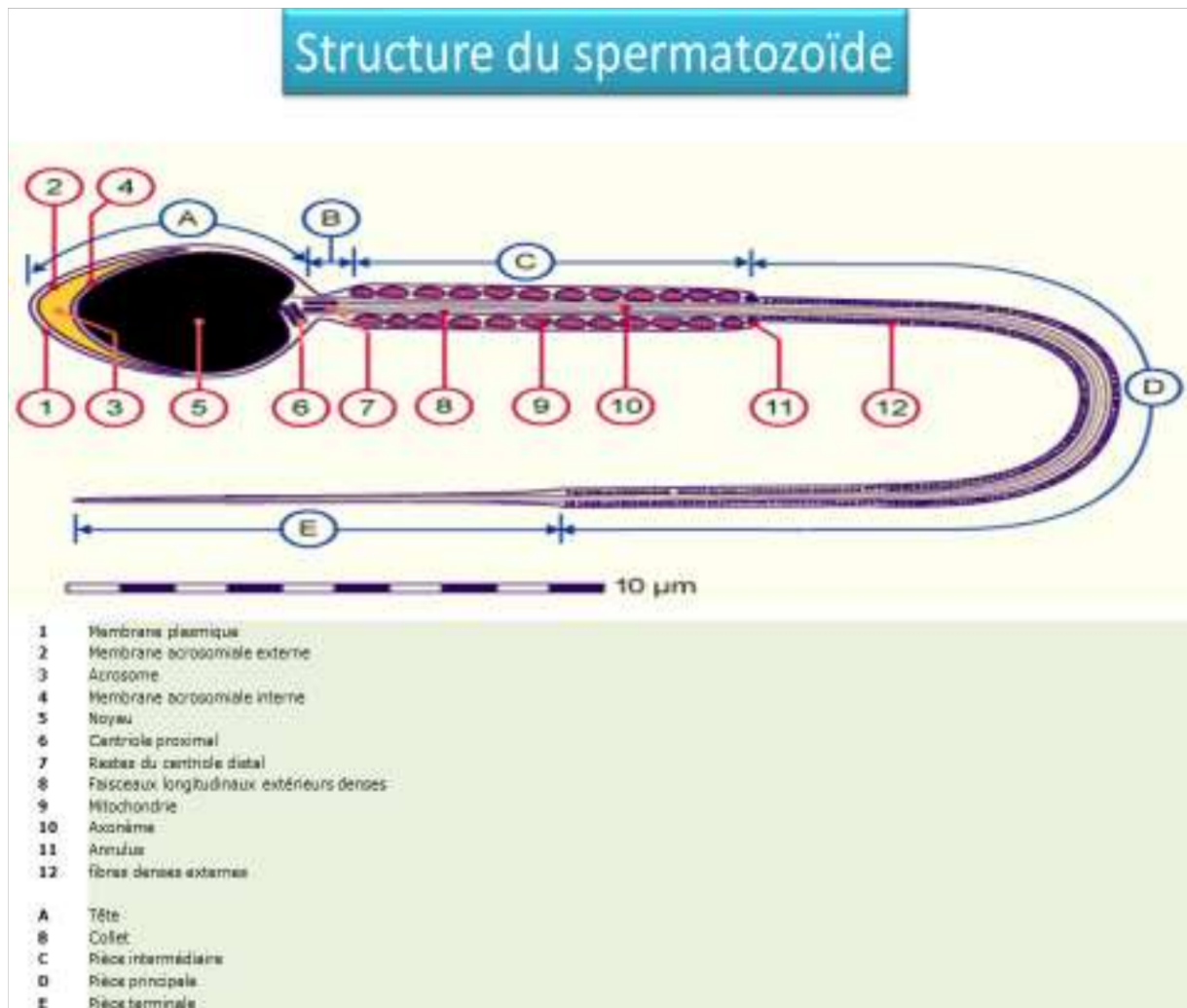


**Figure 5 : Etapes de la spermiogenèse ou différenciation**

**1-3 Émission des spermatozoïdes** Les spermatozoïdes sont produits et formés dans les testicules, puis libérés dans l'épididyme. Ils passent d'abord du rete testis vers la tête de l'épididyme, puis dans les cônes efférents qui se poursuivent par le canal de l'épididyme. Les gamètes sont modifiés tout au long de leur trajet dans les voies génitales.

- 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 mobiles). Dans l'épididyme, les protéines responsables de la fixation à l'ovocyte deviennent fonctionnelles : les spermatozoïdes acquièrent leur aptitude à se fixer sur la zone pellucide de l'ovocyte, étape nécessaire à la fécondation. C'est également dans l'épididyme que les spermatozoïdes sont **décapacités**, grâce au liquide séminal : les

spermatozoïdes perdent alors **momentanément** leur possibilité de fusion avec les autres membranes.



**Fig. 6 : Le spermatozoïde : photographie en microscopie électronique et schéma explicatif**

1) **Morphologie** Le spermatozoïde est une cellule très allongée composée de 3 parties visibles au microscope optique : la tête, le flagelle, et le col, portion étroite réunissant le flagelle à la tête. La tête : elle est grossièrement ovoïde, mais légèrement aplatie. Elle est constituée d'un noyau et d'un acrosome, enveloppés par une mince couche hyaloplasmique et par la membrane plasmique. Le noyau occupe la majeure partie de la tête



2) **L'acrosome** est une vésicule aplatie, recouvrant les 2/3 supérieurs du noyau. La texture de l'acrosome est finement granuleuse et uniforme. Il contient de nombreuses enzymes hydrolytiques : les hyaluronidases, phosphatase acide, protéinases neutres (acrosine) et acides, CpE ou Corona Penetrating Enzyme, etc. Ces enzymes interviendront dans la traversée des enveloppes de l'ovocyte. La membrane plasmique est classique et sans particularité morphologique.

3) **La pièce intermédiaire** plus étroite avec le centriole qui donne naissance au flagelle et des mitochondries disposées en hélice autour du flagelle et formant une gaine et fournissant l'énergie nécessaire aux mouvements du flagelle.

4) **Le flagelle** : à partir du col, on distingue sur sa longueur 3 parties de diamètres décroissants : la pièce intermédiaire, la pièce principale et la pièce terminale.

## 2- Anomalies testiculaires

### Les testicules cryptorchides ou ectopiques

Les testicules ou gonades mâles forment normalement deux types de produits :

\***les spermatozoïdes** ou gamètes mâles au sein des tubes séminifères.

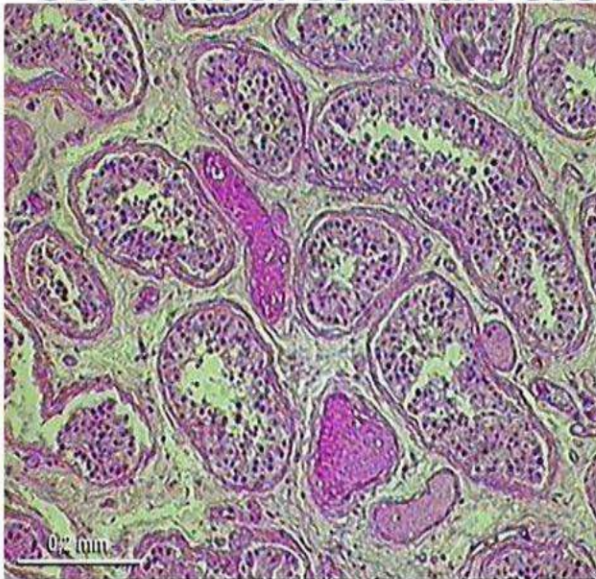
\*l'hormone sexuelle mâle "**testostérone**" par les cellules situées entre les tubes nommés pour cette raison cellules interstitielles.

Mais une bonne spermatogénèse au sein des tubes exige une légère **réfrigération**, c'est ce qui se produit avec la migration des testicules dans le scrotum ou bourses.

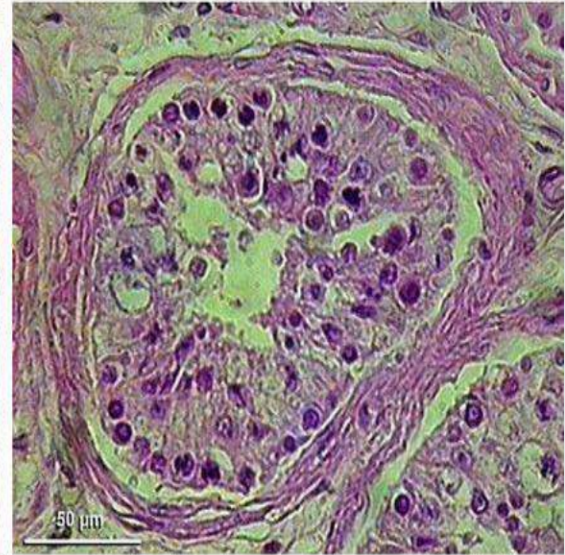
En cas de non migration, les testicules qui restent cachés dans l'abdomen (d'où leur appellation de **cryptorchides**) ne produisent pas de spermatozoïdes alors que la production de testostérone par les cellules **interstitielles (de leydig)** est maintenue.

Les coupes histologiques (figure ci-dessous) de ces testicules ectopiques sont vides de tout gamète ce qui induit donc la stérilité mais avec maintien des caractères sexuels secondaires mâles.

# Coupe transversale de tubes séminifères d'un testicule cryptorchide



Coupe colorée de testicule cryptorchide, observée au microscope optique (X100)



Coupe colorée dans un tube séminifère de testicule cryptorchide, observée au microscope optique (X400)

Figure7 : Anomalie testiculaire (testicule cryptorchide)

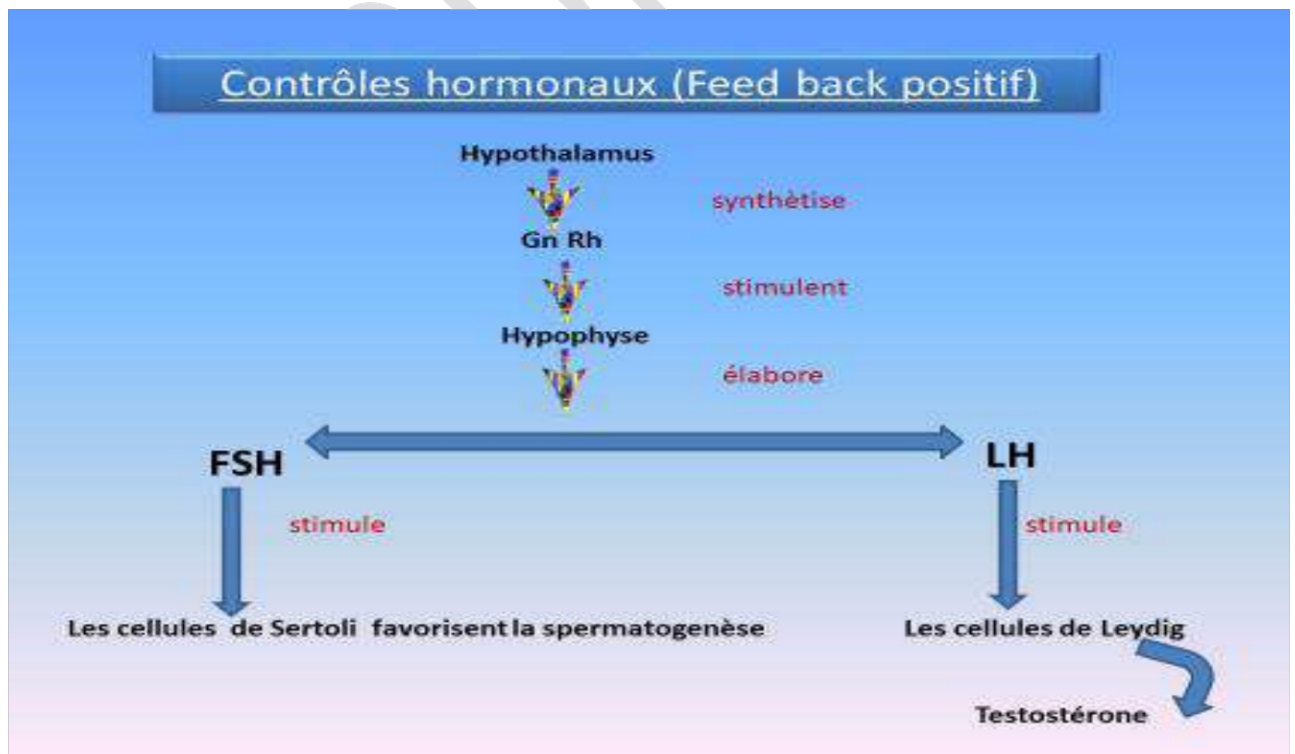


Figure 8 : Régulation de la spermatogénèse

### 3- Anomalies des spermatozoïdes

Les anomalies des spermatozoïdes sont la cause la plus commune de l'infertilité masculine. Bien que produits en nombre suffisant, des spermatozoïdes peuvent être immatures, présenter des formes anormales ou être incapables de se déplacer correctement, caractéristiques qui les priveront de leur capacité de féconder un ovocyte. Des spermatozoïdes normaux peuvent également être produits en nombre anormalement faible, d'où une diminution des chances de fécondation.

L'oligo-asthéo-téatospermie (OATS) désigne un ensemble d'anomalies détectées dans le sperme de l'homme. Les spermatozoïdes y sont à la fois très peu nombreux pour féconder un ovocyte (**l'oligospermie**), trop peu mobiles pour rejoindre l'ovocyte (**l'asthénospermie**) et présentent des anomalies de formes (**la téatospermie**). L'OATS est bien souvent à l'origine d'une infertilité masculine. Les causes qui expliquent la survenue d'une OATS sont très nombreuses :

**-Infections génitales anciennes ou récentes** - la présence d'une **varicocèle**, le tabagisme et la toxicomanie, l'obésité, une trop forte exposition à la chaleur (notamment dans certaines professions), des radiations, la prise de certains médicaments, le stress...

### 4- Les facteurs influençant la spermatogenèse

De nombreux facteurs sont **néfastes** pour la spermatogenèse

- **des maladies infectieuses**, inflammatoires, virales comme le virus **des oreillons**, peuvent conduire à une infection des organes génitaux ou entraîner **une atrophie** des testicules.
- Environ 25% des hommes ayant contracté les oreillons après leur puberté deviennent **infertiles**.
- **des troubles endocriniens** - ou hormonaux ne représentent qu'un faible taux (environ 2%-5%) des cas d'infertilité masculine. Une production insuffisante des hormones contrôlant la sécrétion de testostérone et la production de spermatozoïdes (FSH –LH)

- **des problèmes immunitaires** - certains hommes produisent **des anticorps** dirigés contre leurs propres spermatozoïdes conduisant à une mobilité insuffisante ou à des **agglutinations**.

- Des facteurs liés à **l'environnement** et au mode de vie comme une exposition à des radiations et certains traitements anticancéreux (soit temporairement, soit définitivement).

Les **anomalies anatomiques obstruant les voies génitales** peuvent conduire à l'infertilité, lorsqu'elles bloquent partiellement ou totalement l'écoulement du liquide séminal. Certaines de ces anomalies sont d'origine congénitale ou génétique, d'autres peuvent apparaître à la suite d'une infection ou d'une inflammation des voies urogénitales.

## **Conclusion**

Du point de vue de l'équipement chromosomique, il y a 2 sortes de spermatozoïdes. En effet la méiose séparant les 2 éléments de la paire XY fournit en nombre égal des spermatozoïdes à 22 autosomes + X et d'autres à 22 autosomes + Y. Ils ne sont pas distinguables morphologiquement les uns des autres, mais il existe des moyens de les séparer in vitro. Le spermatozoïde est une cellule très simplifiée et en même temps spécialisée, parfaitement adaptée à sa fonction, car pourvue des seuls constituants indispensables:- un noyau, avec un génome haploïde très compacté, ce qui facilite son transport et assure sa protection contre les génotoxiques;- un acrosome, pourvu d'un équipement enzymatique permettant la traversée des enveloppes de l'ovocyte; - un appareil flagellaire assurant son déplacement vers le gamète féminin, qui est immobile;- un équipement mitochondrial fournissant l'énergie nécessaire aux mouvements flagellaires;- des protéines membranaires et cytoplasmiques permettant la fécondation. Temporairement cependant le spermatozoïde éjaculé est incapable de féconder, car il est **décapacité**, et pour devenir fécondant il devra ultérieurement être **capacité** dans le tractus génital féminin.