

# La Gamétogénèse

## (1 : Spermatogénèse)

**la gamétogénèse :** La gamétogénèse est la formation à partir des cellules germinales et dans les glandes génitales des gamètes: spermatozoïdes dans le sexe masculin (la spermatogénèse), et ovules dans le sexe féminin (l'ovogénèse).

Au cours de la gamétogénèse, les cellules germinales subissent une série de transformations aboutissant à la réduction du nombre de chromosomes à la moitié de celui de la cellule somatique (46 à 23) et à la modification de la forme des cellules germinales. La cellule germinale mâle, initialement ronde et de grande taille, perd pratiquement tout son cytoplasme, développe une tête et une queue. La cellule germinale femelle au contraire grandit considérablement par accroissement du cytoplasme.

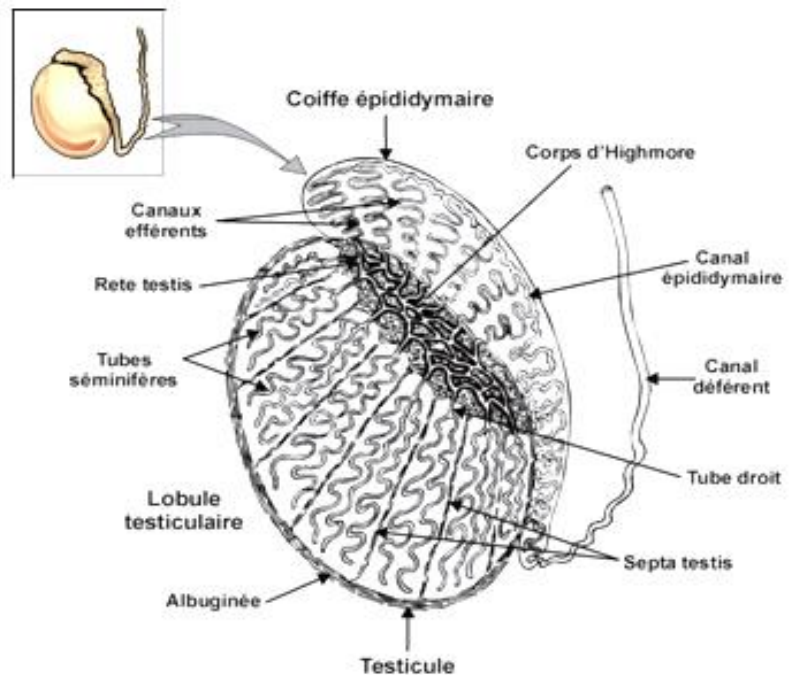
**1. La spermatogénèse :** (chez l'homme) La spermatogénèse est le processus de production des spermatozoïdes, qui a lieu dans les tubes séminifères des testicules. Elle englobe les phénomènes qui, des spermatogonies, cellules souches diploïdes ( $2n$  chromosomes), aboutissent aux spermatozoïdes, gamètes mâles haploïdes ( $n$  chromosomes). Les cellules souches de la lignée germinale, les spermatogonies, apparaissent la sixième semaine du développement au niveau des ébauches des glandes génitales, restent inactives jusqu'à la puberté. C'est alors que commence, dans la paroi des tubes séminifères du testicule, la spermatogénèse, ensemble de transformations cellulaires qui aboutissent à l'individualisation des spermatozoïdes.

Pendant toutes ces étapes les cellules germinales sont entourées par les prolongements des cellules de Sertoli. Les cellules souches se situent initialement en périphérie des tubes séminifères. Par un trajet en spirale, elles gagnent la lumière du tube séminifère en même temps qu'interviennent les divisions et les transformations cellulaires. Ce cycle spermatique dure environ 74 jours.

Diagramme montrant le testicule et les canaux qui servent au transport des spermatozoïdes des tubes séminifères vers le canal déférent.

Les tubes séminifères ouvrent dans le rete testis, ou réseau de canaux qui communiquent avec les canaux efférents (*ductuli efferentes*). Ceux-ci traversent l'albuginée et se fusionnent pour former un seul tube très contourné, le canal épидидymaire, qui occupe la tête, le corps et la queue de l'épididyme.

Le canal épидидymaire est continu avec le canal déférent (*vas deferens*) qui quitte le scrotum et rejoint l'urètre.



Les cellules de Sertoli dans l'épithélium séminifère sont étroitement attachées à la membrane limitante du tube (M) mais leur membrane latérale n'est pas identifiable en microscope optique. Les cellules germinales sont étiquetées comme suit:

- Les spermatogonies (Sg)
- Les spermatocytes (Sc)
- Les jeunes spermatides rondes (St-a)
- Les spermatides en fin de la spermiogenèse (St-b) aux noyaux condensés

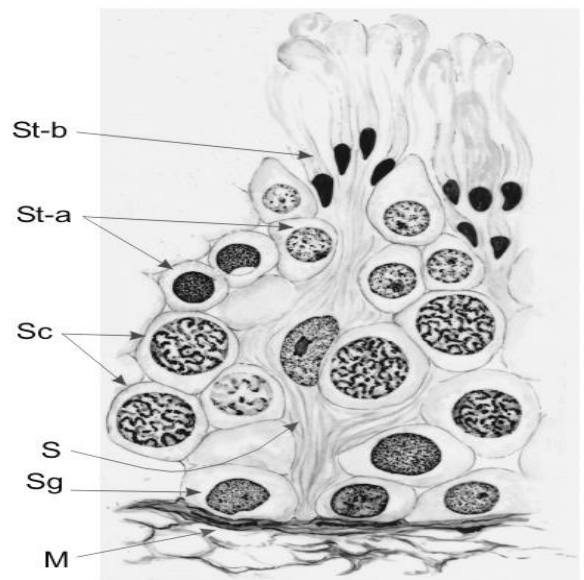
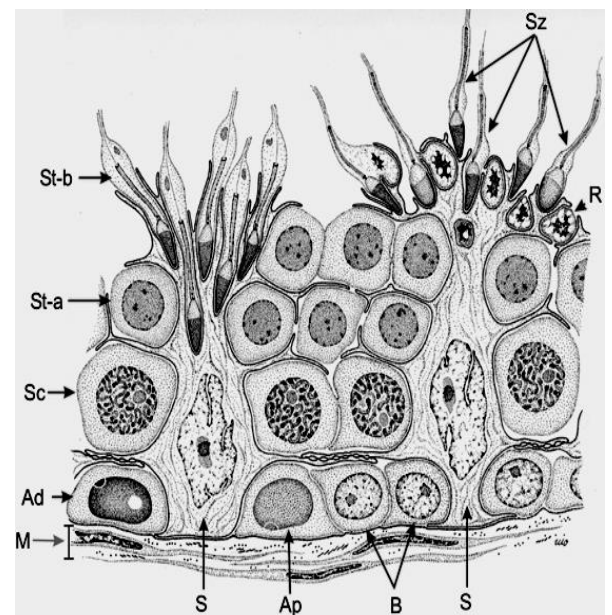


Schéma d'un segment de la paroi d'un tube séminifère humain.

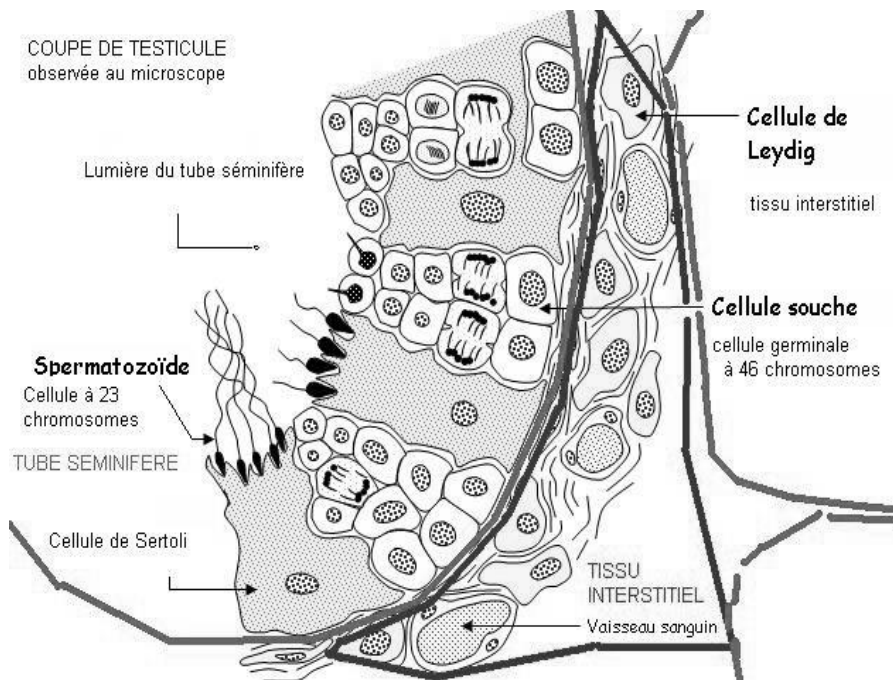
On observe deux catégories de cellules dans l'épithélium séminifère: Les cellules somatiques de soutien ou cellules de Sertoli (S) et les cellules de la lignée germinale, i.e. les spermatogonies (Ad, Ap and B) présentes le long de la membrane limitante (M), les spermatocytes pachytènes (Sc), les jeunes spermatides ronds (St-a), les spermatides allongées (St-b) et les spermatozoïdes (Sz).

Fonctions des cellules de Sertoli:

1. Cellules permanentes de soutien.
2. Elles transmettent aux cellules germinales des substances nutritives.
3. Elles sécrètent le liquide tubulaire.
4. Elles pratiquent l'endocytose.
5. Ce sont des phagocytes qui éliminent les corps résiduels (R).
6. Elles forment une barrière hémato-testiculaire entre les spermatogonies et les spermatocytes.



COUPE DE TESTICULE  
observée au microscope



La  
peut être  
étapes

- la

spermatogenèse  
répartie en **deux**  
**successives:**

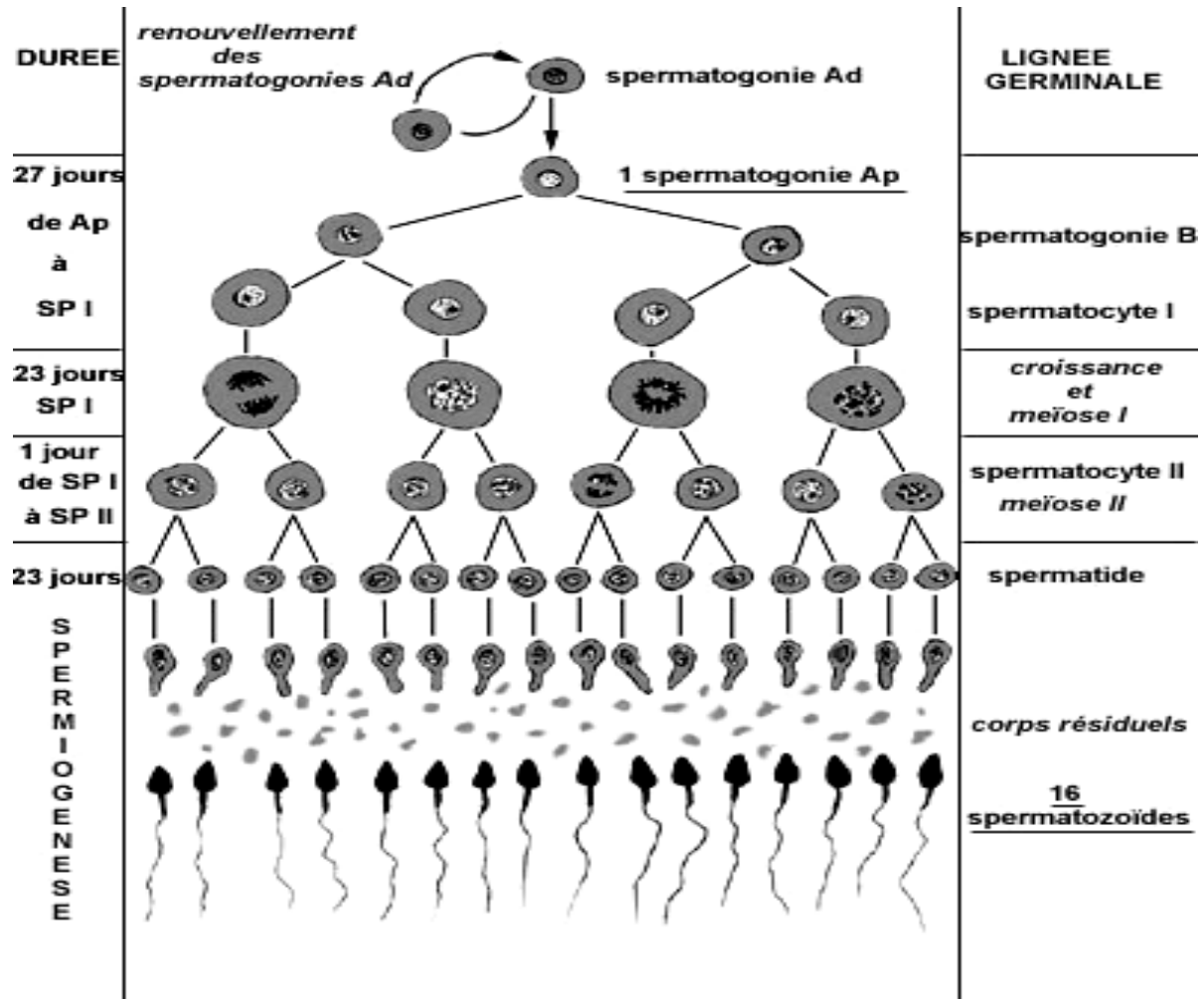
première étape

comprend les cellules allant de la spermatogonie au spermatoocyte secondaire inclus: elle est appelée **spermatocytogenèse**.

- la seconde étape comprend la **différenciation/maturation** des spermatozoïdes à partir du spermatide: elle est appelée **spermiogenèse** respectivement **spermiogénèse**.

Dans la couche basale de l'épithélium germinale, on distingue plusieurs types de **spermatogonies** ; certaines cellules de **type A** sont considérées comme des cellules souches, elles se divisent et forment leurs homologues (**division homonyme**) permettant ainsi à la population des cellules souches de rester constante. Le début de la spermatogénèse commence par une division **hétéronyme**, suite à laquelle les deux cellules filles (**deuxième groupe des cellules de types A**) restent liées les unes aux autres par un **mince pont cytoplasmique**. C'est à travers ce processus qu'une spermatogonie est engagée dans le processus de la spermatogénèse.

une division mitotique supplémentaire sont formées les **spermatogonies de type B** qui se divisent également par mitose pour donner les **spermatocytes primaires (I)**.

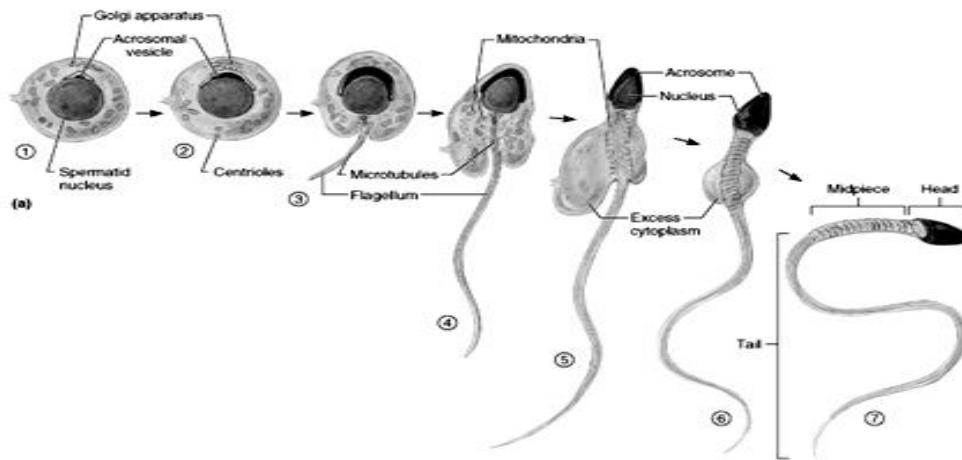


Après Les **spermatocytes primaires (I)** nouvellement formés subissent alors une première division méiotique. Ils entament immédiatement la phase S, dédoublent leur contenu en ADN, quittent la zone basale et atteignent le milieu spécial de la zone médiane en rompant transitoirement les complexes jonctionnels (tight junction) des cellules de Sertoli. Après la phase S, ces cellules entament les stades complexes de la **prophase méiotique**.

**La spermiogénèse** Dernière étape de la **spermatogénèse**, est un processus de différenciation au cours duquel la cellule germinale acquiert, par des transformations cellulaires successives, ses spécificités. Ces transformations portent sur l'ensemble des constituants cellulaires, durent environ 24 jours et aboutissent à la libération du spermatozoïde à la surface des cellules de Sertoli, dans la lumière du tube séminifère. La

**spermatide**, initialement, est une cellule ronde à noyau central de 6 à 7  $\mu$  de diamètre, à chromatine granulaire irrégulière, La spermiogenèse est résumée en cinq phases :

**formation de l'acrosome du Golgi ; formation du flagelle à partir du centre cellulaire ; formation du manchon mitochondrial ; isolement des restes cytoplasmiques ; condensation du noyau.**



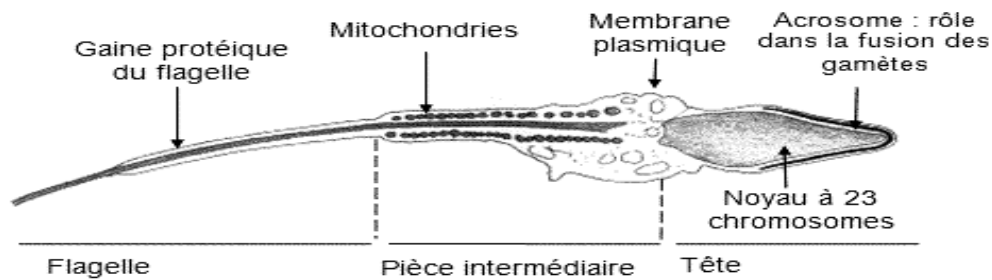
**1. Le noyau :** Il se condense et sa membrane présente un **épaississement** au niveau de deux pôles diamétralement opposés : l'un au dessous de la région où se développe l'acrosome, l'autre en regard du système centriolaire.

**2. L'acrosome :** Il se développe à partir de vésicules dites *pro-acrosomiques* qui se détachent de l'**appareil de Golgi**, fusionnent pour donner une vésicule unique, le *capuchon acrosomique*, qui s'étale au contact du noyau. Le contenu vésiculaire forme un granule dense qui progressivement grossit et remplit toute la cavité du capuchon. C'est alors le stade d'**acrosome** qui persiste sous cette forme dans le spermatozoïde.

**3. Les centrioles :** L'un des centrioles, dès le stade spermatide, donne naissance au *complexe axonémal*, ébauche de la structure filamentaire qui constituera l'axe du flagelle du spermatozoïde. Lorsque les centrioles migrent pour se placer près du noyau au pôle opposé à l'acrosome, ce centriole devient le plus périphérique (**centriole distal**). L'autre centriole se place au contact de la membrane nucléaire (**centriole proximal**). Pendant cette migration, sont élaborés les constituants de la *pièce intermédiaire* : **plaque basale, colonnes segmentées, fibres denses**.

**4. Les mitochondries :** Le cytoplasme glisse autour de ces différentes structures pour occuper le pôle opposé à l'acrosome de telle sorte que le noyau et l'acrosome deviennent totalement excentrés. La membrane plasmique est appliquée contre l'acrosome mais en arrière de ce dernier elle reste séparée du noyau par un espace étroit occupé par la cape post-acrosomique. Au delà, le cytoplasme s'élargit et entoure la pièce intermédiaire. Les mitochondries s'accumulent en périphérie de cette dernière et de la partie initiale du flagelle ; au delà, la membrane se resserre à la naissance du flagelle pour former l'**annulus**.

**5. Le flagelle :** Le **flagelle** se constitue par allongement progressif du complexe axonémal et des **fibres denses** entourés par un mince film cytoplasmique et la **membrane plasmique**. Au stade terminal, des expansions des **cellules de Sertoli** pénètrent dans la zone périphérique du cytoplasme, progressivement éliminé par un double processus de fragmentation et de phagocytose. Ces ponts cytoplasmiques retiennent les cellules germinales matures à la surface des cellules de Sertoli ; à la fin de la spermiogénèse, la destruction de ces ponts cytoplasmiques permet la libération des spermatozoïdes dans la lumière du tube séminifère.



**la Régulation hormonale :** Le développement et le fonctionnement des appareils reproducteurs sont sous la dépendance d'hormone. L'hypothalamus sécrète la GnRH (*gonadotropin releasing hormone*) qui stimule l'hypophyse qui sécrète alors 2 hormones:

1. La F.S.H. (*follicle-stimulating hormone*);
2. La L.H. (*luteinizing hormone*).

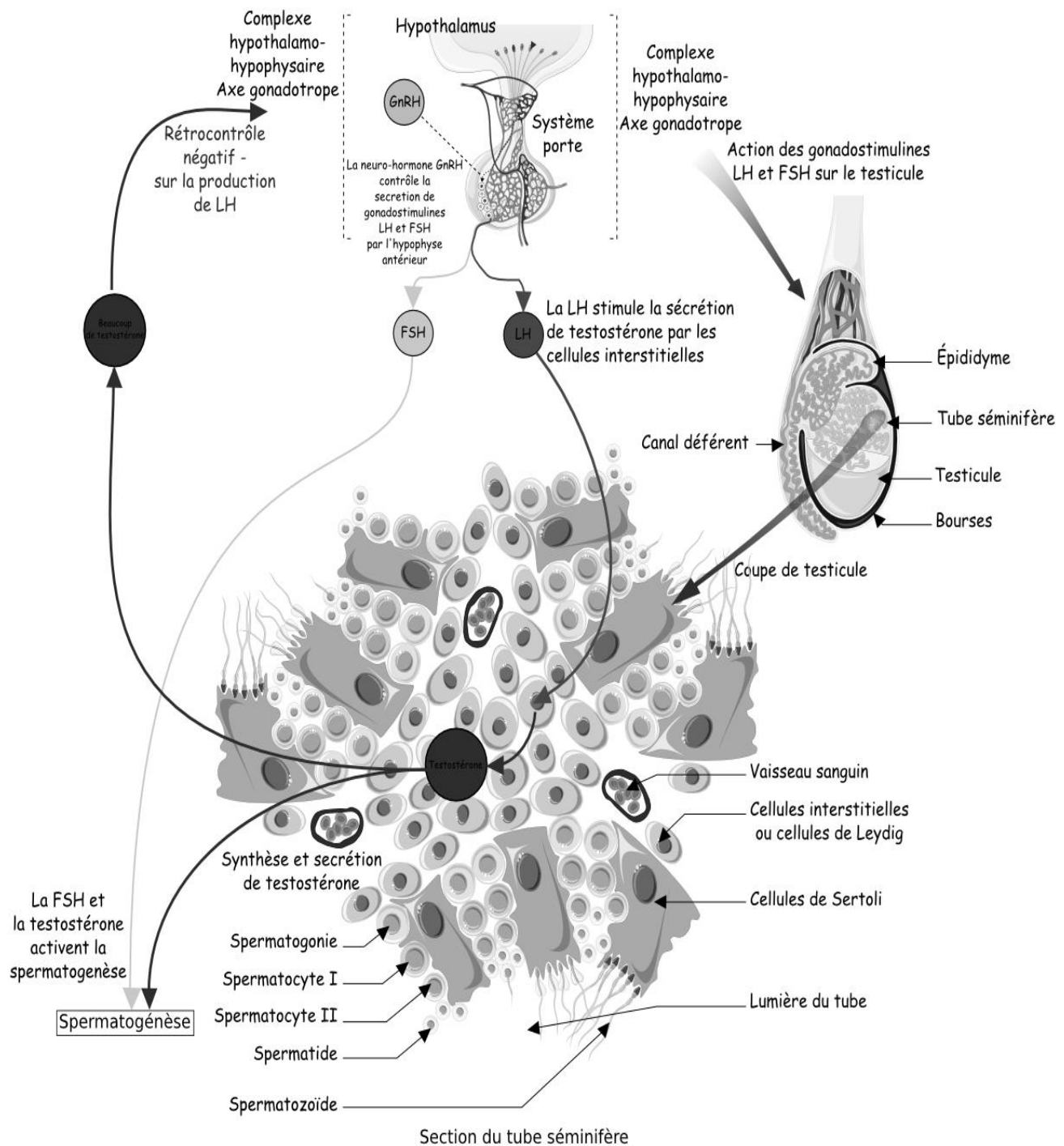
Ces hormones libérées dans la circulation sanguine générale vont agir sur des cellules cibles situées dans les gonades. Schématiquement, on peut considérer que FSH agit sur la fonction exocrine du testicule (spermatogenèse) alors que LH agit sur son activité endocrine (production de testostérone). Leurs actions ne sont toutefois pas comparables.

**LH** agit directement sur les cellules de Leydig en stimulant la production de testostérone. Comme elle est libérée de manière pulsatile, il s'ensuit que la sécrétion de testostérone obéit au même rythme et qu'elle se traduit par de brefs épisodes (de l'ordre de quelques minutes) de libération intense séparés dans le temps par des intervalles plus ou moins longs, variables au cours de la journée et pouvant atteindre plusieurs heures.

**FSH** agit indirectement sur la spermatogenèse en stimulant la production d'ABP (Androgen Binding Protein) par les cellules de Sertoli (cellules nourricières de la lignée séminale). Cette protéine de liaison libérée dans la lumière des tubes séminifères présente en effet une grande affinité pour la testostérone et la dihydrotestostérone ce qui leur permet d'augmenter leurs concentrations intratesticulaires et d'agir sur les cellules de la lignée séminale, celles-ci étant dépourvues de récepteurs à la FSH et incapables de fixer la testostérone libre.

**LH et FSH** exercent ainsi en permanence leurs effets sur le testicule et lui permettent d'assurer ses fonctions exocrine et endocrine de manière continue. Toutefois, leur libération se faisant sous le contrôle de la GnRH, toute modification des paramètres centraux est susceptible d'entraîner des répercussions sur la production de testostérone et de spermatozoïdes. Enfin, il faut signaler que le fonctionnement du complexe hypothalamo-hypophysaire est lui-même soumis à deux rétroactions (feed-back) négatives :

- d'une part, le taux de testostérone circulante exerce un effet inhibiteur sur la production de LH et de GnRH ;
- d'autre part, les cellules de Sertoli fabriquent une glycoprotéine, l'inhibine, libérée de manière pulsatile en même temps que la testostérone, qui exerce un effet inhibiteur sur la production de FSH



**les anomalies :** Chez l'homme, les anomalies de la gamétogenèse se traduisent le plus souvent par des anomalies au spermogramme. Il s'agit de :

- l'azoospermie sécrétoire : c'est à dire l'absence de production de spermatozoïdes mûres, associée parfois à une desquamation des cellules germinales immatures.
- L'oligospermie : production d'un faible nombre de spermatozoïdes (< 20 millions de spz / ml de sperme)
- L'asthénospermie : anomalie de la mobilité touchant plus de 50% des spermatozoïdes.
- La tératospermie : perturbation de la morphologie touchant plus de 70% des spermatozoïdes.
- La nécrospermie : production d'un taux élevé (>25%) de spermatozoïdes morts.

Ces anomalies du spermogramme peuvent exister de manière isolée ou associée. Elles peuvent avoir des étiologies diverses (troubles endocriniens, anomalies du caryotype ou encore anomalies génétiques).