

La Gamétogenèse

I. Introduction

- **La gamétogenèse** est un délicat processus de maturation qui aboutit par méiose à :
 - La réduction à la moitié du nombre de chromosomes.
 - Acquisition d'une forme et d'une fonction par les cellules germinale.
- Se déroule dans les gonades males (Testicules) et femelle (ovaires).
- Comprend plusieurs étapes qui sont presque identique avec des profondes différences qui distinguent la spermatogenèse de l'ovogenèse.

II. Rappel embryologique :

- Les gamètes proviennent des gonocytes ou cellules germinales primordiales qui apparaissent dans la paroi de l' allantoïde à la 4eme semaine du développement embryonnaire.
- De là, les gonocytes migrent par mouvements amiboïdes vers les ébauches des gonades où ils parviennent à la fin de la 5eme semaine.
- Au cours de leur migration et une fois parvenus à la gonade, ils se divisent par division mitotique.

III. La spermatogenèse dans l'espèce humaine :

A. Structure anatomique de la gonade male

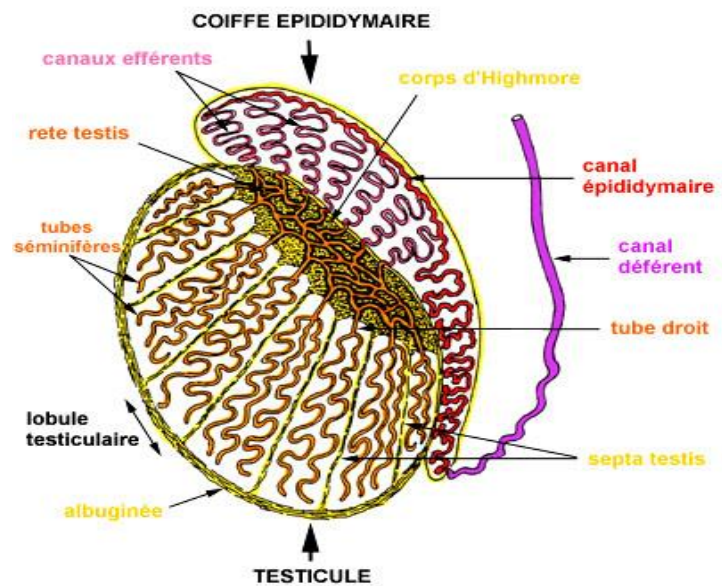
Vers le 7^e mois les testicules migrent de l'abdomen vers la région inguinal, et vers le scrotum vers le 8^e ou le 9^e mois ; afin d'être à une température inférieure à celle de l'abdomen (2 °C au moins).

Le testicule parvenu à maturité avec une forme ovoïde (5cm de long, 3cm de large et 2,5 cm d'épaisseur). Il est divisé en lobules (200 à 300 lobules). L'albuginée délimite et sépare les lobules. Chaque lobule contient de 2 à 3 tubes séminifères (TS).

Le testicule assure une fonction exocrine, en produisant les spermatozoïdes dans les tubes séminifères, et une fonction endocrine en produisant des hormones (androgènes) dans les cellules de Leydig.

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 (7m chez l'homme) est continu avec le canal déférent (*vas deferens*) qui quitte le scrotum et rejoint l'urètre.



Structure d'un testicule

B. Étude analytique de la spermatogenèse

- Processus lent et continu (74 jours), se déroule dans les testicules le long des tubes séminifères.
- Commence au début de la puberté
- Regroupe l'ensemble des transformations cellulaires allant de la spermatogonie jusqu'aux spermatozoïdes.

Dans l'épithélium séminifère, on observe: Les cellules somatiques de soutien ou cellules de Sertoli (S) et les cellules de la lignée germinale, les spermatogonies (Ad, Ap et B) présentes le long de la membrane limitante (M), les spermatocytes pachytènes (Sc), les jeunes spermatozoïdes ronds (St-a), les spermatozoïdes allongés (St-b) et les spermatozoïdes (Sz).

Fonctions des cellules de Sertoli:

1. Cellules permanentes de soutien. Nourrissent les cellules germinales.
2. Elles sécrètent le liquide tubulaire.
3. Elles pratiquent l'endocytose.
4. Ce sont des phagocytes qui éliminent les corps résiduels (R).
5. synthèse de l'**ABP** (**A**ndrogen **B**inding **P**rotein) (transport de la testostérone) sous l'influence de l'FSH.
6. synthèse de l'**inhibine** (rétrocontrôle de la sécrétion de la FSH).

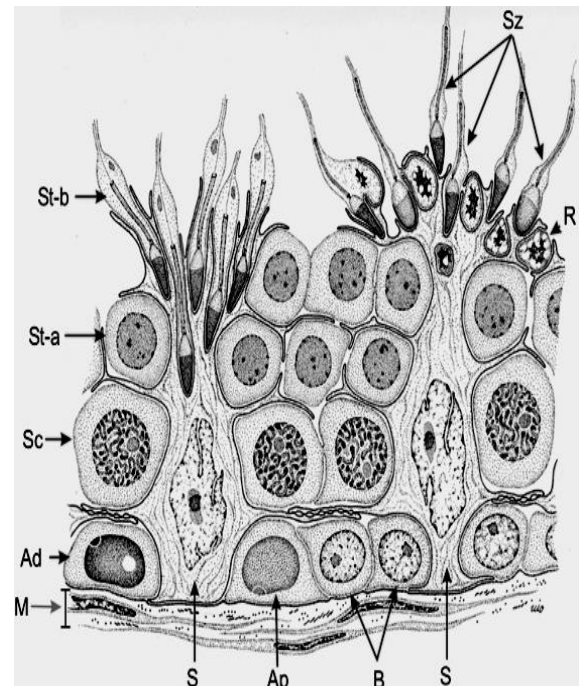


Schéma dans la paroi d'un tube séminifère humain

a) La spermatocytogenèse (des spermatogonies aux spermatoctes)

1) La phase de multiplication :

A partir des cellules souche ($2n$) 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, chromatine fine renfermant 1 ou plusieurs nucléoles.
- Spermatogonies crouteuses (B): chromatine plus ou moins foncé, à chromatine disposée en bloc.

Les spermatogonies se multiplient par mitoses, la spermatogonie Ad se divise en deux :

- La spermatogonie Ad : reste cellule souche (pool de réserve)
- La spermatogonie Ap : qui elle-même se divise en deux, elle donne deux spermatogonies B.

2) La phase d'accroissement :

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

3) La phase de maturation :

Les spermatoctes I subissent la méiose : 2 divisions successives qui vont entraîner la réduction de la moitié du nombre de chromosome et de la quantité d'ADN.

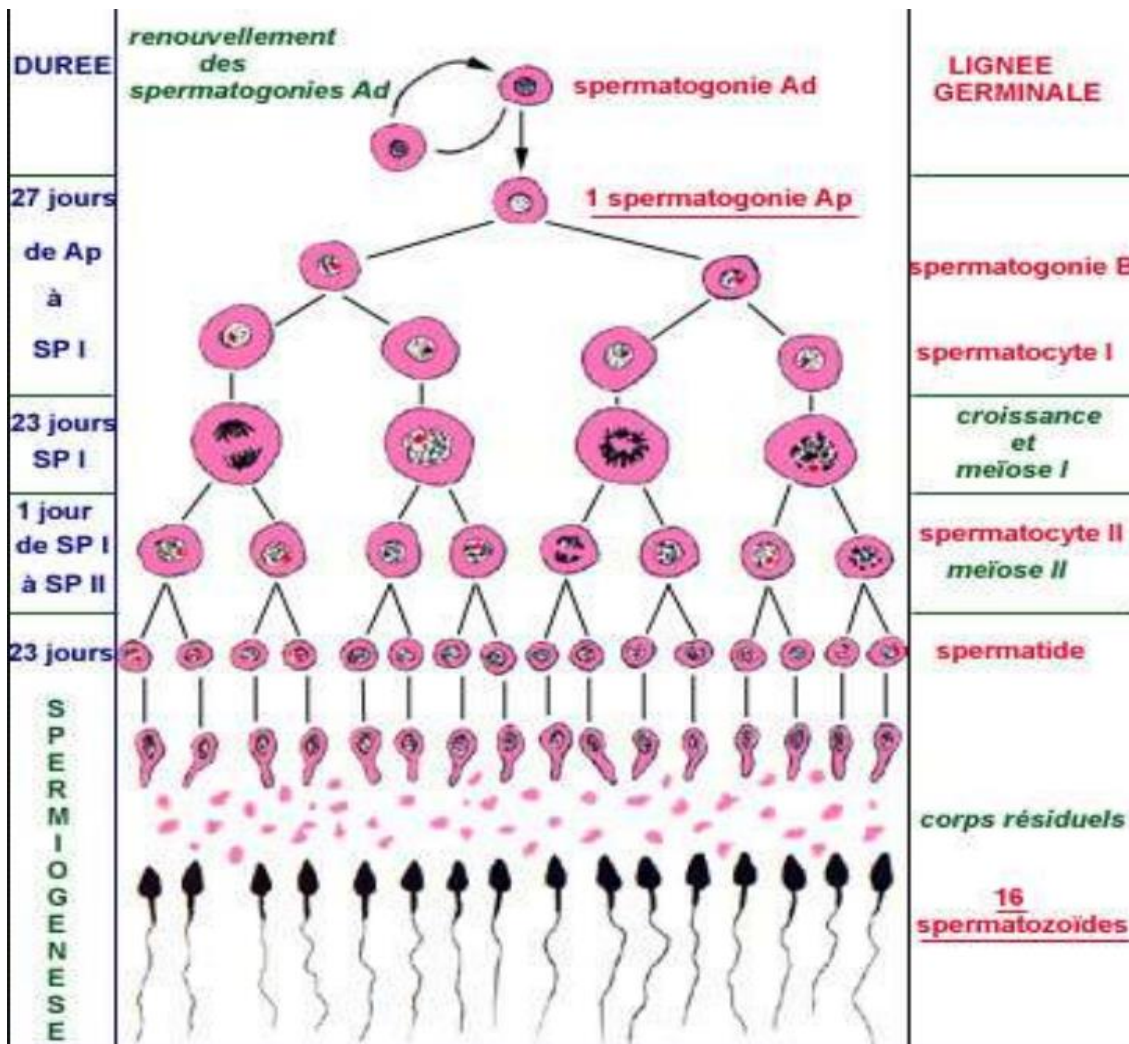
Première division de méiose ou division réductionnelle

Les spermatoctes 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 spermatoctes II (cellules haploïdes) mais à $2q$ d'ADN et ne contenant qu'un seul chromosome sexuel (X ou Y).

Cette phase est longue (23 jours).

Deuxième division de méiose ou division équationnelle

Elle aboutit, à partir d'un spermatoctes II à la formation de 2 spermatides (n chromosomes, q ADN). Elle est courte et dure quelques heures.



Les différentes étapes de la spermatogénèse

b) La spermiogénèse :

Dernière étape de la spermatogénèse qui ne comporte pas de division cellulaire mais consiste à une différenciation au cours duquel la cellule germinale acquiert, par des transformations nucléaires et cytoplasmiques, son stade terminale (= spermatozoïdes).

4) La condensation du noyau :

Deviens de plus en plus petit, se condense et adopte sa forme typiquement aplatie. 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. Le noyau et l'acrosome forment la tête du spermatozoïde.

5) La formation de 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

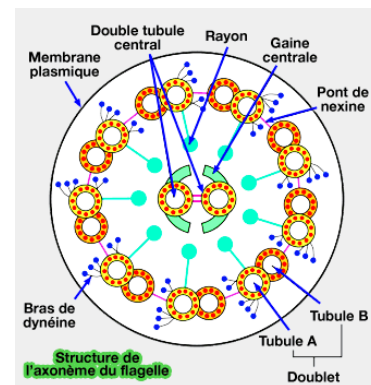
du noyau et est progressivement grossit et rempli: c'est l'acrosome qui est très riche en enzymes hydrolytiques (hyaluronidase, acrosine etc) **indispensables à la fécondation**.

6) 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 se loge 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.

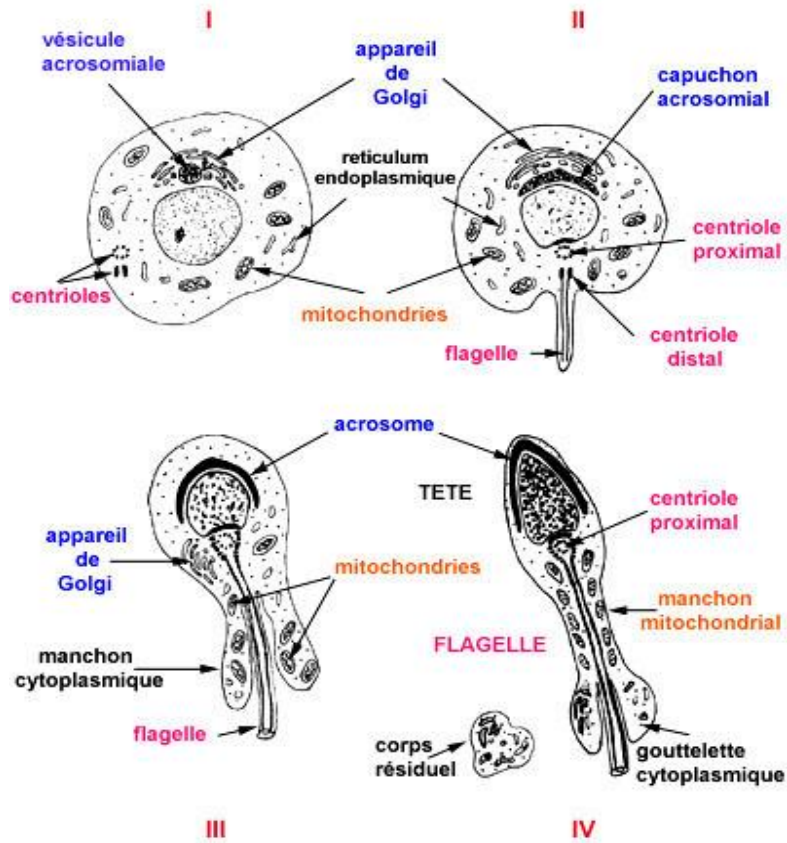


4) La formation du manchon mitochondrial :

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. Au delà, la membrane se resserre à la naissance du flagelle pour former l'annulus.

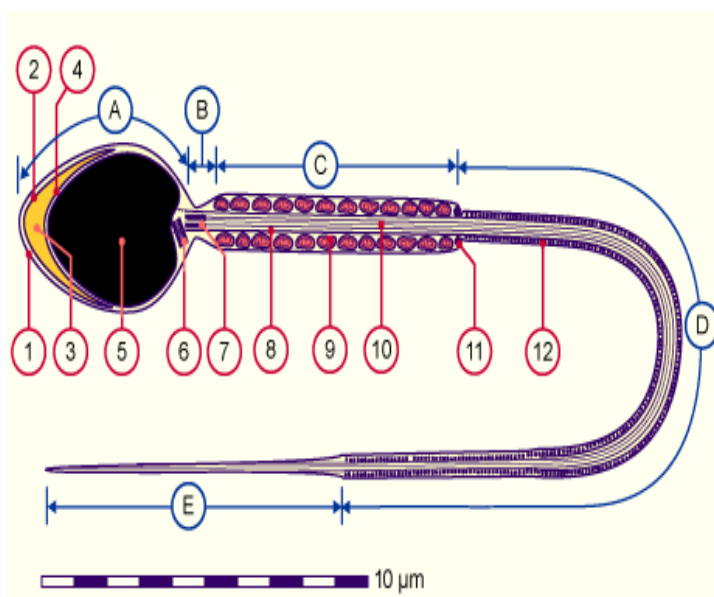
5) Isolement des restes cytoplasmiques :

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



Modifications cytoplasmiques au cours de la spermiogenèse

a) Le spermatozoïde



Structure d'un spermatozoïde mature

C. Contrôle hormonal de la spermatogenèse

La spermatogenèse commence à la puberté et se poursuit jusqu'à la mort

Elle est sous la dépendance d'un contrôle hormonal (FSH et LH hypophysaire) :

LH (*luteinizing hormone*) : hormone hypophysaire favorise la production de **testostérone** par les cellules interstitielles de **Leydig**, qui se situent dans le conjonctif lâche des espaces inter-tubulaires. Il existe un mécanisme de rétrocontrôle négatif incluant l'hypothalamus.

FSH (*follicle-stimulating hormone*) : hormone hypophysaire agit sur les cellules de Sertoli en provoquant la synthèse de dans ces dernières d'une protéine liant la testostérone (ABP = androgen binding protein). De cette façon testostérone peut être transportée par les cellules de Sertoli dans la zone luminale et y être concentrée. La testostérone est indispensable pour la spermatogenèse.

Principe de la régulation physiologique de l'axe gonadotrope mâle

