

Introduction à l'embryologie

L'embryologie est l'étude de l'ontogenèse, c'est-à-dire de la genèse (= formation) de l'être vivant ; c'est l'étude du développement de l'embryon (de embryo = gonfler).

Un être commence à exister à partir de la fécondation, c'est-à-dire à partir du moment où un gamète mâle et un gamète femelle s'associent en un zygote (de zygos= fusion de deux éléments).

CHAPITRE I : LA GAMETOGENESE

1. Spermatogenèse

La spermatogenèse permet la production de cellules spécialisées dans la reproduction, haploïdes : les gamètes mâles ou **spermatozoïdes** à partir de cellules souches diploïdes appelées **spermatogonies**. Ce processus, continu au cours de la vie de l'homme, se déroule dans l'appareil génital mâle, au niveau des **tubes séminifères du testicule**.

1.1. APPAREIL GENITAL MALE

L'appareil génital mâle exerce deux fonctions complémentaires :

- ✓ **Exocrine** : par la production de spermatozoïdes qui sont émis hors de l'organisme dans un liquide de composition complexe : le sperme;
- ✓ **Endocrine** : par la production d'hormones sexuelles mâles (androgènes, essentiellement de la testostérone).

Aspect général (figure 1)

D'un point de vue anatomique, l'appareil génital mâle comporte :

- Deux **gonades** ou glandes sexuelles : les **testicules**;
- Les voies excrétrices :

intra-testiculaires : Tubes droit, Rete testis

extra-testiculaires : Cônes efférents, Canal épидидymaire, Canal déférent, Canal éjaculateur, Urètre;

- **Les glandes annexes** : vésicules séminales, prostate et glandes de Mery-Cowper;
- L'organe d'accouplement ou **verge**.

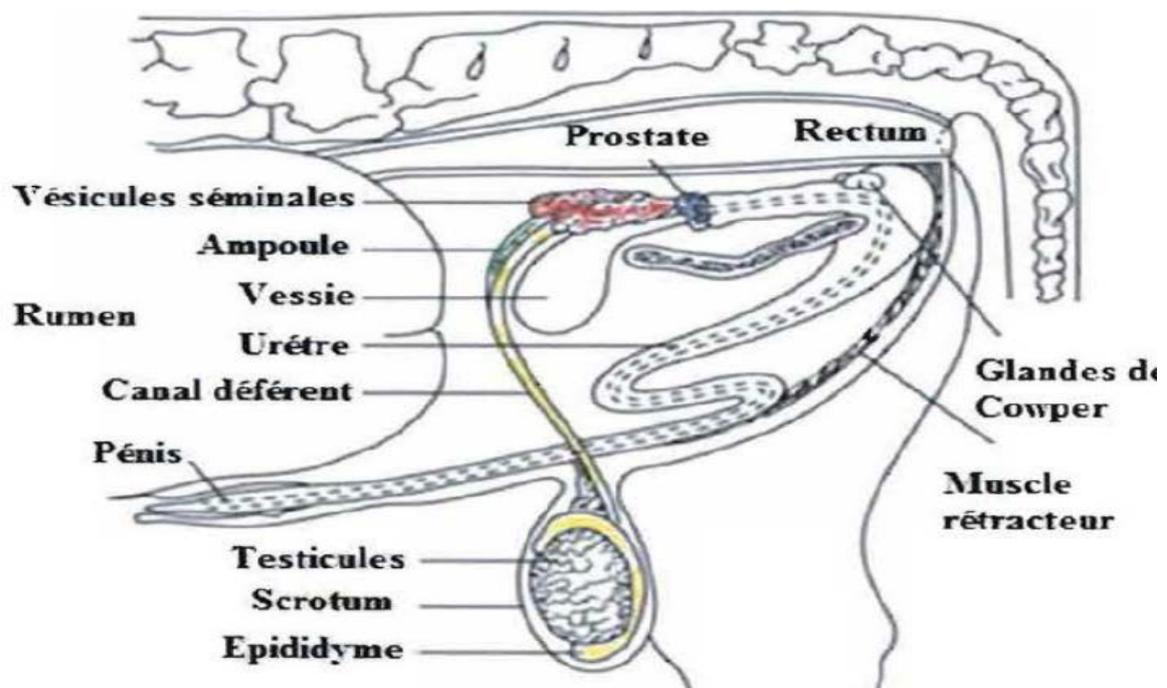


Figure 1 : Schéma d'un appareil reproducteur du taureau

A. TESTICULE ET EPIDIDYME

1) Testicule

Organe ovoïde, diamètre différent selon les espèces. Il est logé dans un sac cutané externe : le **scrotum**. Le testicule présente en coupe sagittale, l'aspect suivant :

❖ Il est entouré par l'**albuginée**, capsule conjonctive fibreuse, inextensible, dont une portion épaissie au pôle supérieur, forme le **corps de Highmore**;

Partant de ce dernier et irradiant vers la périphérie, de fines cloisons conjonctives (**septa testis**) délimitent des **lobules testiculaires**.

❖ Chaque lobule contient, au sein d'un tissu interstitiel, un peloton de **tubes séminifères** (1 à 4 par lobule);

❖ Les tubes séminifères de chaque lobule confluent en un tube droit, de 1 mm de long qui se continue dans le rete testis (réseau serré de canalicules au diamètre irrégulier) raccordé à l'épididyme. Tubes droits et rete testis sont noyés dans le **corps de Highmore**.

2) Epididyme

Elle présente trois parties :

- ✓ **Tête** : épaisse, coiffe le pôle supérieur du testicule;
- ✓ **Corps** : épouse sa forme externe;
- ✓ **Queue** : se termine directement dans le canal déférent.

L'épididyme contient deux types de canaux :

- les **cônes efférents** : Ils désignent 12 à 15 tubes issus du rete testis et qui émergent du hile du testicule pour se raccorder à angle droit au canal épидидymaire.
- le **canal épидидymaire** : long canal (6m) pelotonné sur lui-même et se poursuivant par le canal déférent.

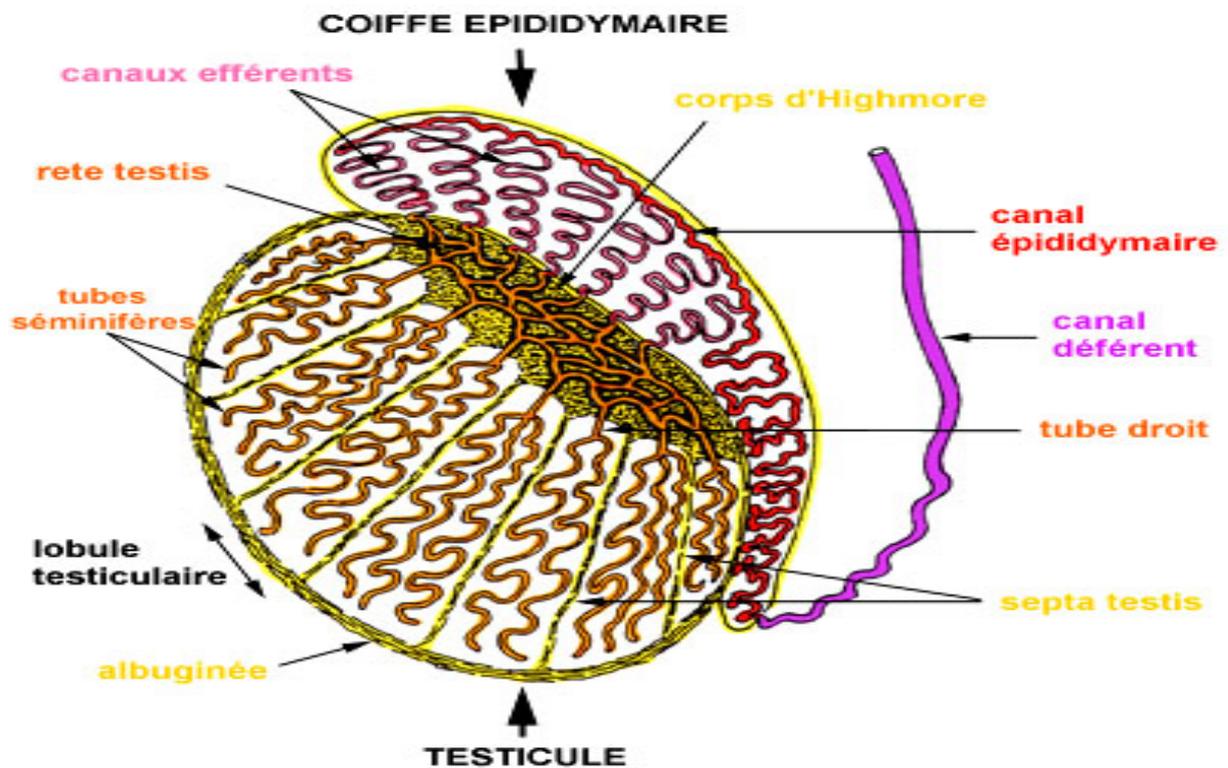


Figure 2 : Coupe sagittale d'un testicule

B. LOBULE TESTICULAIRE

Le parenchyme testiculaire comprend les tubes séminifères et le tissu interstitiel.

1) Tubes séminifères

En coupe transversale, un tube séminifère apparaît constitué par :

A. Membrane propre

Fine membrane conjonctive externe contenant des cellules contractiles.

B. Epithélium germinal, comporte 2 types de cellules :

Cellules de Sertoli :

En microscopie optique : elles apparaissent comme des cellules de grande taille et de forme complexe, disposées tous les 30 à 40 μm , selon les rayons du tube séminifère, comme des sortes de piliers. Leur pôle basal est accolé à la membrane propre et leur pôle apical atteint la surface de l'épithélium. Elles sont de plus reliées entre elles, aux extrémités de leurs prolongements latéraux, par des jonctions serrées créant ainsi une véritable barrière étanche : la **barrière hémato-testiculaire**. Deux compartiments sont ainsi délimités :

- un compartiment **basal** périphérique;
- un compartiment **ad-luminal**, communiquant avec la lumière du tube.

En microscopie électronique : on note les particularités suivantes :

- abondance du réticulum endoplasmique lisse;
- appareil de Golgi bien développé;
- activité sécrétoire avec présence de nombreux lysosomes;
- activité phagocytaire.

Cellules de la lignée germinale : Disposées entre les cellules de Sertoli, en assises plus ou moins régulières de la périphérie vers le centre du tube séminifère, elles représentent les stades successifs de la spermatogenèse, à savoir :

Spermatogonies

Spermatocytes primaires (I)

Spermatocytes secondaires (II)

Spermatides

Spermatozoïdes

2) Tissu interstitiel

Tissu conjonctif très fin, il contient :

1. *Les éléments vasculaires et nerveux du testicule*
2. *Des îlots de cellules interstitielles ou cellules de Leydig : responsables de la **sécrétion d'androgènes**.*

La spermatogenèse est mise en place à la puberté, c'est le processus de différenciation cellulaire qui, à partir de spermatogonies souches, aboutit à la production des spermatozoïdes (spz).

Déroulement de la spermatogenèse

La spermatogenèse comprend quatre étapes : la multiplication, la croissance, la maturation et la différenciation. La succession de ces étapes constitue le **cycle spermatogénétique**.

1. Phase de multiplication

Elle intéresse les **spermatogonies**, cellules souches diploïdes et elle est caractérisée par une succession de mitoses qui va aboutir à la formation des **spermatocytes I**, également diploïdes.

Les spermatogonies :

- ✓ Sont observées à la périphérie des tubes séminifères;
- ✓ Ont une forme ovoïde et sont de petite taille (10-15µm);
- ✓ Comptent trois types, définis par l'aspect de leur noyau :
 - **Spermatogonies A**, dites **poussiéreuses**, à noyau homogène, finement granuleux qui sont elles-mêmes de 2 sortes :
 - **Spermatogonies AP** (pale), à noyau clair
 - **Spermatogonies Ad** (dark); à noyau sombre
 - **Spermatogonies B**, appelées **croûteuses**, à noyau pourvu de chromocentres très nets.

Au début du cycle spermatogénétique, des spermatogonies Ad entrent en mitose et se transforment chacune en une nouvelle spermatogonie Ad (ce qui permet d'en reconstituer le stock) et en une spermatogonie Ap.

Cette dernière évolue ensuite de manière irréversible : elle donne naissance, par mitose, à deux spermatogonies B, lesquelles se divisent chacune en deux spermatocytes de premier ordre (spermatocytes I).

A partir d'une spermatogonie Ap, il se forme donc 4 spermatocytes I.

B- Phase de croissance

Les spermatocytes I subissent une phase de croissance cytoplasmique qui les transforme en grandes cellules ou **auxocytes** : cellules diploïdes de 25 µm de diamètre à noyau arrondi.

C- Phase de maturation

Les auxocytes subissent la méiose, c'est à dire 2 divisions successives qui vont entraîner la réduction de moitié du nombre de chromosomes et de la quantité d'ADN.

1) Première division de méiose ou division réductionnelle

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

2) Deuxième division de méiose ou division équationnelle

Très rapide (moins de 48 heures), elle explique le fait que le stade spermatocyte II soit très rarement observé. Elle aboutit, à partir d'un spermatocyte II, à deux **spermatides**, cellules légèrement allongées, à noyau clair possédant un nucléole volumineux.

*En résumé, un auxocyte (2n chromosomes, 2q ADN) donne naissance à 4 spermatides (n chromosomes, q ADN). La méiose produit deux grandes populations de spermatides (à X ou à Y) et crée une **très grande diversité génétique** par la répartition au hasard des chromosomes.*

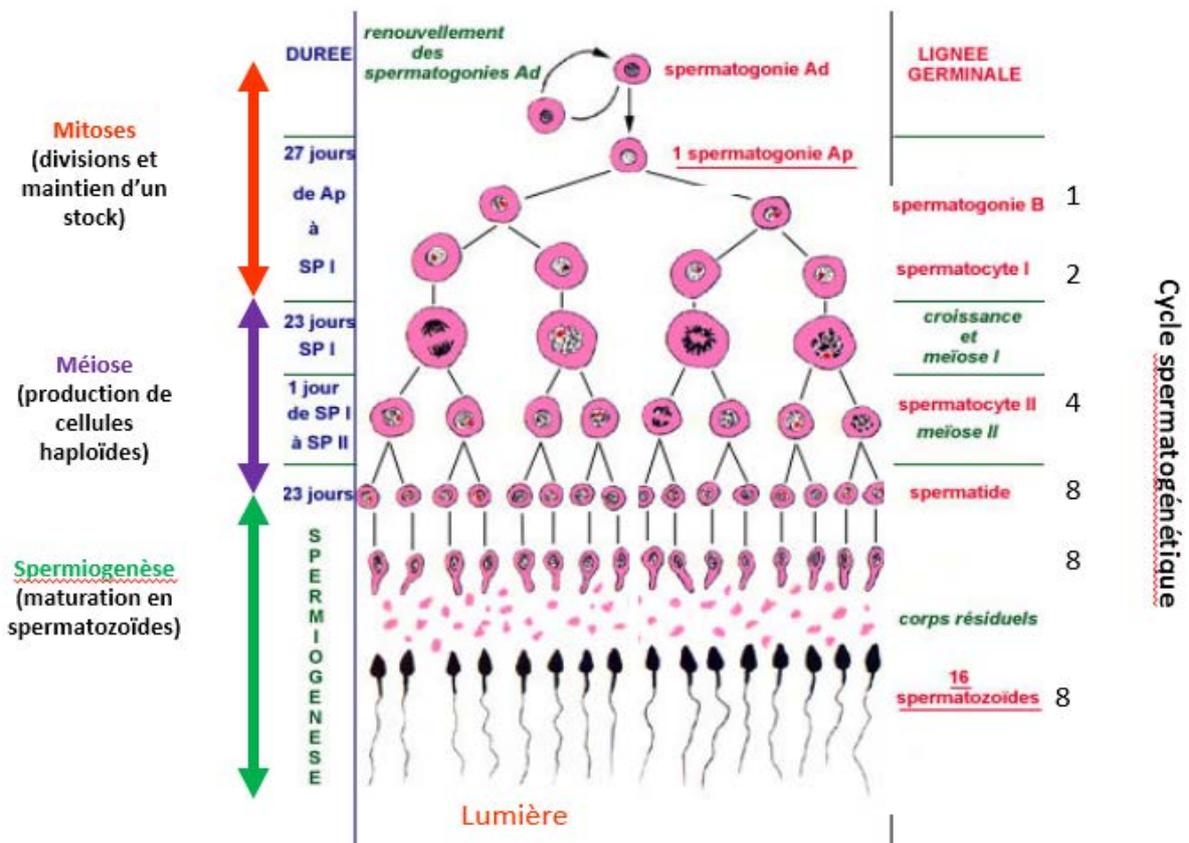
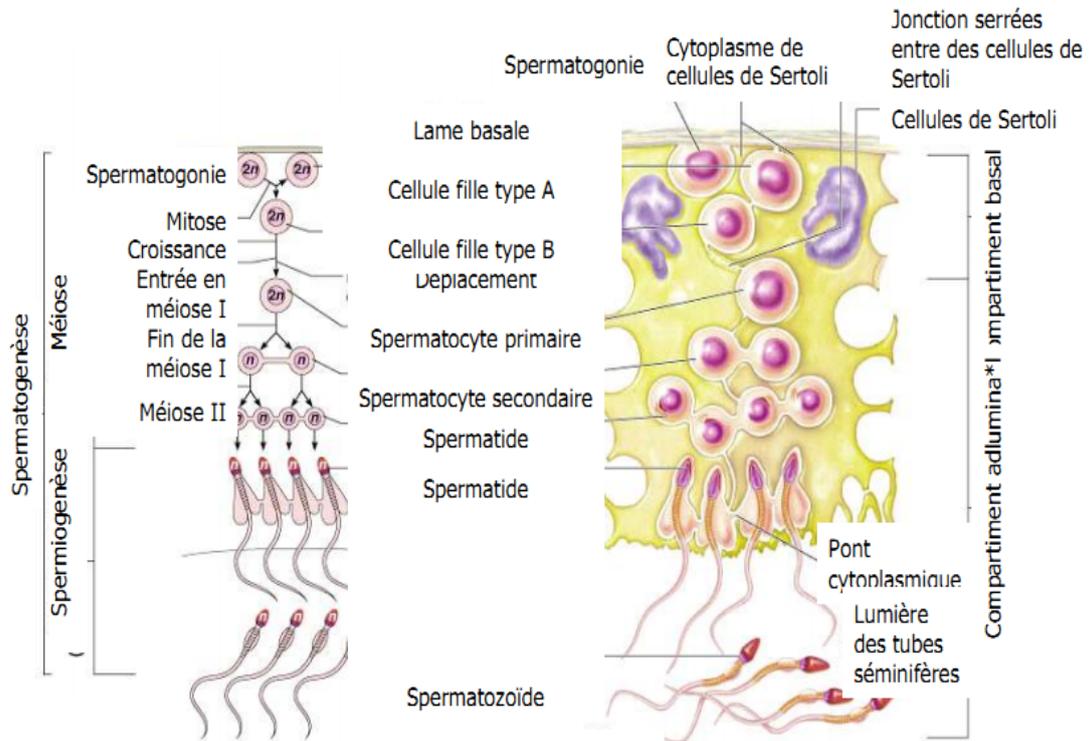


Figure 3 et 4 : Cycle spermatogénétique

D- Phase de différenciation ou spermiogenèse

Cette phase ne comporte pas de division cellulaire mais seulement des transformations nucléaires et cytoplasmiques des spermatides. Elle aboutit à la formation de cellules spécialisées dans la reproduction : les **spermatozoïdes**. Ces transformations, vont intéresser à la fois le noyau et le cytoplasme de la spermatide et consistent en :

1) La formation de l'acrosome

L'appareil de Golgi fournit de nombreuses vésicules qui confluent pour donner une vésicule unique dans laquelle apparaît peu à peu une masse granuleuse, dense : la **vésicule proacrosomique**. Cette dernière, d'abord proche des centrioles, rejoint le noyau (au niveau du pôle antérieur du futur spermatozoïde) et s'étale, en une **cape acrosomique**. Son contenu devient par la suite homogène; on parle alors d'**acrosome**.

L'acrosome, très riche en enzymes hydrolytiques (hyaluronidase, acrosine, etc.), constitue un **lysosome spécialisé**. En effet, son équipement enzymatique est indispensable au spermatozoïde pour qu'il atteigne l'ovocyte lors de la fécondation.

2) La formation du flagelle

L'appareil centriolaire de la spermatide est profondément modifié :

a. Le centriole proximal

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

b. Le centriole distal

Il disparaît peu à peu et il est remplacé par une structure complexe en forme d'entonnoir dont la base est orientée vers le noyau et dont la paroi est constituée par l'association de **9 colonnes d'aspect segmenté**. Pendant que s'élabore cette structure, les microtubules du centriole distal s'allongent et s'organisent en un **axonème** qui s'allonge et émerge de la cellule en repoussant la membrane plasmique.

3) Condensation du noyau et formation du manchon mitochondrial

- La chromatine se condense pour donner un noyau compact très dense de forme allongée dans lequel persistent quelques lacunes claires.
- Le repositionnement des mitochondries en une rangée hélicoïdale autour de la partie initiale du flagelle = formation du **manchon mitochondrial**.

5) Isolement des restes cytoplasmiques

Tout le reste du cytoplasme est éliminé, vers la fin de la spermiogenèse, sous forme d'une goutte qui s'écoule le long du flagelle et qui se fragmentera = **la goutte cytoplasmique**.

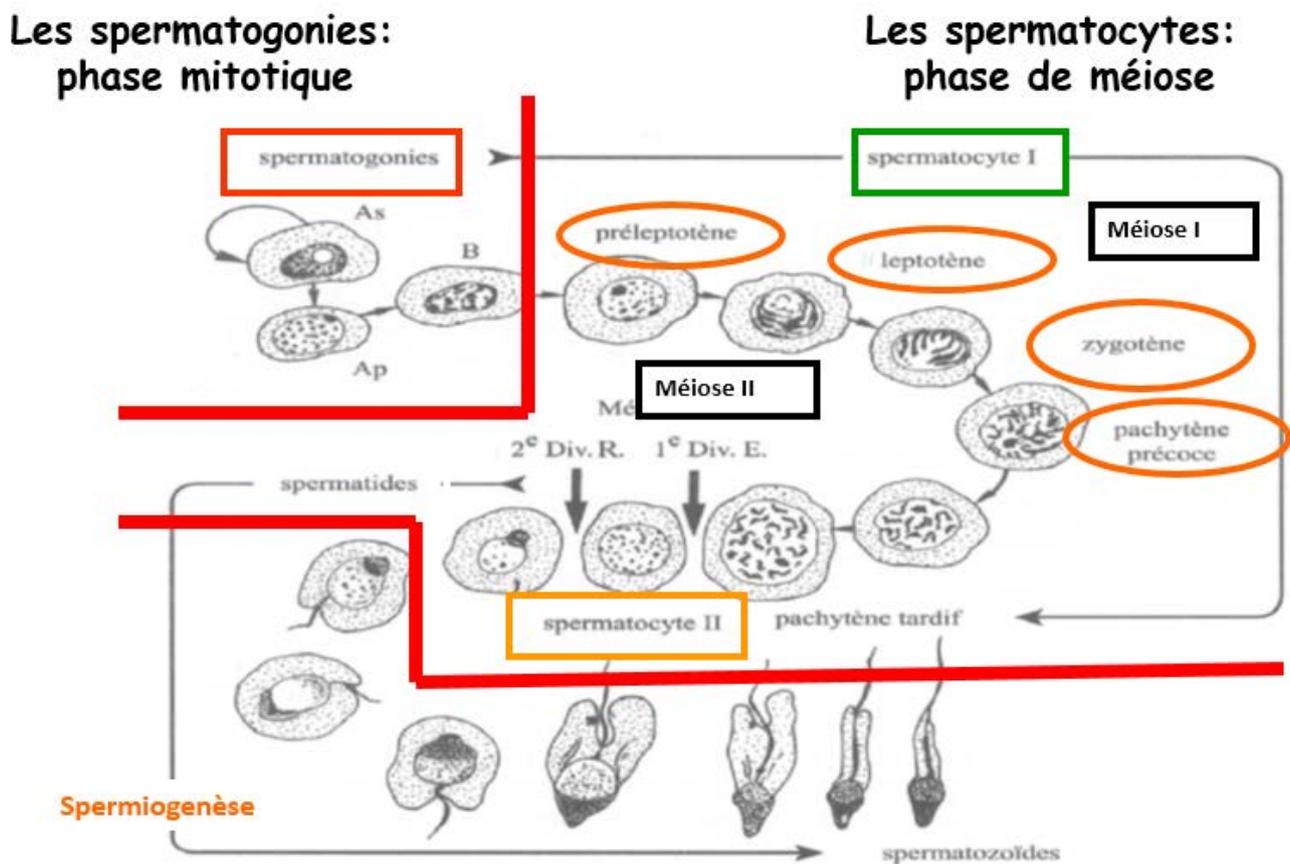


Figure 5: spermatogénèse et spermiogénèse

Lieu de l'acquisition de la fonctionnalité des spermatozoïdes

Lorsque les spermatozoïdes quittent les testicules, ils sont immatures, c'est en traversant les différents segments de l'épididyme qu'ils acquièrent leur pouvoir fécondant et leur motilité. Le temps nécessaire pour parcourir ce long tubule est

d'environ 10 jours chez les différents mammifères et d'environ 2 à 6 jours chez les humains. La maturation des spermatozoïdes est due :

- ✓ A l'influence des sécrétions épидидymaires qui ont un rôle nutritif pour les spermatozoïdes durant leur passage dans l'épididyme.
- ✓ Aux modifications morphologiques et biologiques des spermatozoïdes.

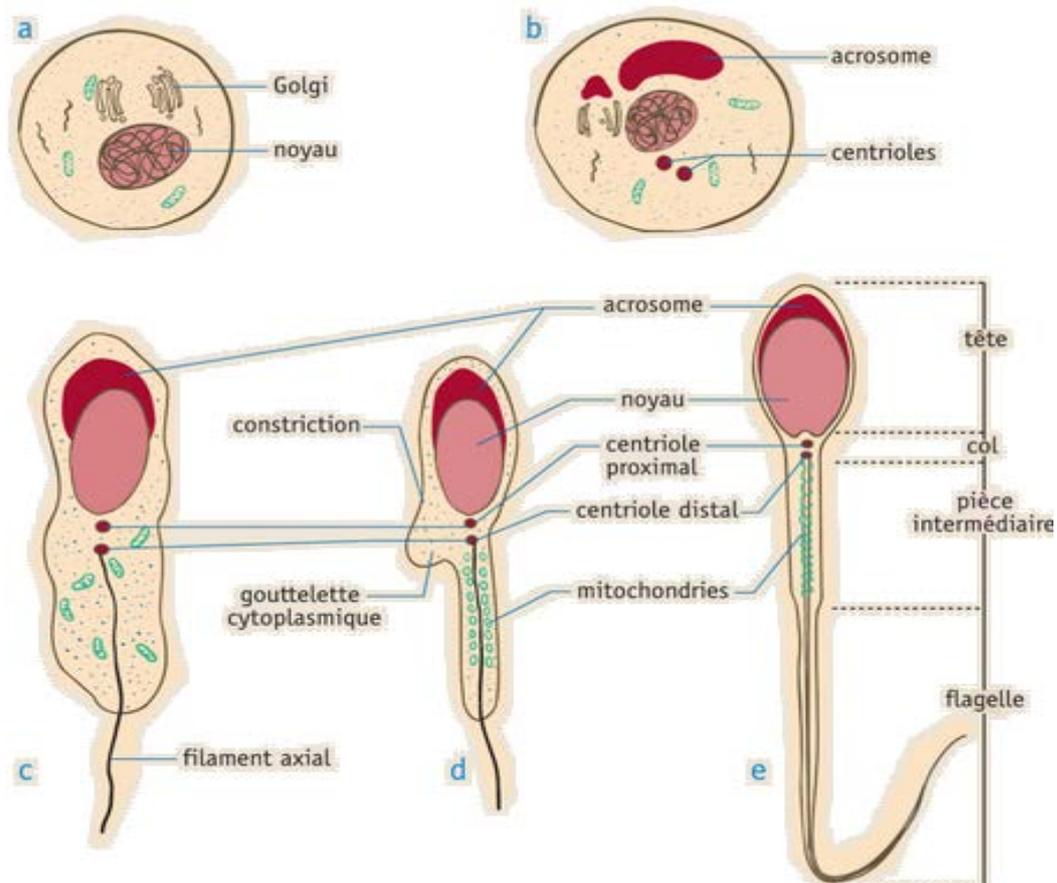


Figure 6 : les étapes de la spermiogenèse