

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mohamed Boudiaf- **M'Sila**
Faculté des Sciences

Annexe de Médecine (Univ. Sétif).



Année universitaire 2023 / 2024

Définitions utiles à l'embryologie.

- **L'embryologie** est l'étude de l'Ontogenèse, (ontos = être vivant et genèse =formation), C'est une branche de la biologie qui s'intéresse à l'étude du développement d'un organisme du stade de l'œuf fécondé au stade le plus ressemblant à l'adulte.
- **L'embryologie descriptive** étudie le développement d'un point de vue morphologique.
- **La Tératologie** (tératos = monstre, logos = étude) ou embryologie pathologique

C'est l'étude des anomalies de l'embryon qui peuvent être génétique ou due à des facteurs tératogènes, l'embryologie expérimentale détermine ces facteurs et étudie leur action.

- **Ovocyte** est l'œuf vierge ou gamète femelle, ou encore cellule sexuelle (haploïde).
- **Spermatozoïde** : Cellule sexuelle mâle assurant la fécondation (haploïde).
- **Zygote** : Est l'œuf fécondé résultant de la fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle (cellule diploïde).
- **Gonocyte** : Cellule dont la différenciation produira un gamète (cellule germinale).
- **Cellule somatique** : Cellule quelconque constitutive du corps d'un organisme (diploïde).
- **Gamétogenèse** : La gamétogenèse est le processus de formation des gamètes dans les deux sexes. Les gamètes mâles et femelles sont appelés respectivement spermatozoïde et ovocyte II

La gamétogenèse se déroule dans les glandes génitales, testicules pour le sexe masculin et ovaires pour le sexe féminin. Elle concerne une lignée cellulaire particulière dite la lignée germinale ou germen.

- **Germe** : Correspond aux premiers stades du développement du zygote tant que la forme externe est plus ou moins sphérique.
- **Embryon** : Il fait suite au germe ; on parle d'embryon jusqu'à la fin du deuxième mois du développement embryonnaire.
- **Fœtus** : Terme utilisé à partir du début du troisième mois de la grossesse du fait qu'il ressemble plus ou moins à l'être humain adulte.
- **Annexes embryonnaires** : Chez les vertébrés, en plus du zygote, il y a formation d'organes temporaires extra embryonnaires que l'on appelle par : annexes embryonnaires, dont le rôle sert à la respiration, la protection et la nutrition.

■

▪ Cours 1 : La spermatogenèse

Chez l'homme, la genèse des spermatozoïdes dite spermatogenèse a lieu dans les testicules précisément au niveau des tubes séminifères

1- Anatomie de l'appareil reproducteur (génital) masculin : L'appareil génital masculin comprend (Figure 1):

- Deux gonades ou testicules.
- Des conduits excréteurs.
- Des glandes annexes.
- Le pénis (organe copulateur).

1.1. Testicule (gonade mâle) : Les deux testicules sont logés dans le scrotum (bourse) qui maintient les testicules à une température inférieure à celle du corps.

La gonade mâle, dont les dimensions sont de 30 et 45mm, est une glande ovoïde délimitée par un tissu conjonctif (albuginée) qui émet des cloisons à l'intérieur formant ainsi entre 200 et 300 lobules. Chaque lobule renferme entre 1 et 4 tubes séminifères, dans lesquels s'effectue la spermatogenèse (figure 2).

1.2. Conduits excréteurs : Les conduits excréteurs sont de deux types, à savoir

a) Les conduits excréteurs intra testiculaires : ils sont représentés par les tubes droits de 1 mm de longueur. Ils s'ouvrent dans le rete testis. Ces deux structures sont noyées dans un tissu conjonctif dit le corps de Highmore ;

b) Les conduits excréteurs extra testiculaires : ils sont représentés par l'épididyme, constitué par les canaux efférents et le canal épидидymaire, dont la longueur est de 6m en moyenne. Les spermatozoïdes acquièrent leur **mobilité** et leur **pouvoir fécondant** dans le canal épидидymaire. De l'épididyme se détachent deux canaux déférents droit et gauche. Après les deux vésicules séminales les deux canaux déférents constituent les deux canaux éjaculateurs. Après la prostate, ils débouchent dans l'urètre.

1.3. Glandes annexes

a) Vésicules séminales : Les sécrétions des deux vésicules séminales constituent 50% du sperme. Ces sécrétions, à pH acide, sont représentées essentiellement par des lipides, des protéines, des sels minéraux, de l'acide ascorbique, du fructose et de la prostaglandine.

b) Prostate : ses sécrétions alcalines, qui constituent le liquide prostatique, neutralisent l'acidité du liquide séminal. En outre, elles sont riches en zinc qui a un pouvoir bactéricide. Le liquide prostatique renferme la spermine qui est une protéine responsable de l'odeur du sperme.

c) Glandes de Cowper (Bulbo-urétrales) : Elles se situent de chaque côté de l'urètre et débouchent dans ce conduit à l'entrée du pénis. Elles sécrètent un liquide alcalin qui neutralise l'acidité au niveau de l'urètre.

1.4. Pénis (organe d'accouplement) : La verge ou pénis est constitué de trois corps érectiles : deux corps caverneux et un corps spongieux, dans lequel se trouve l'urètre. Le corps spongieux se dilate à son extrémité formant ainsi le gland du pénis qui est recouvert d'une peau fine et mobile dite le prépuce.

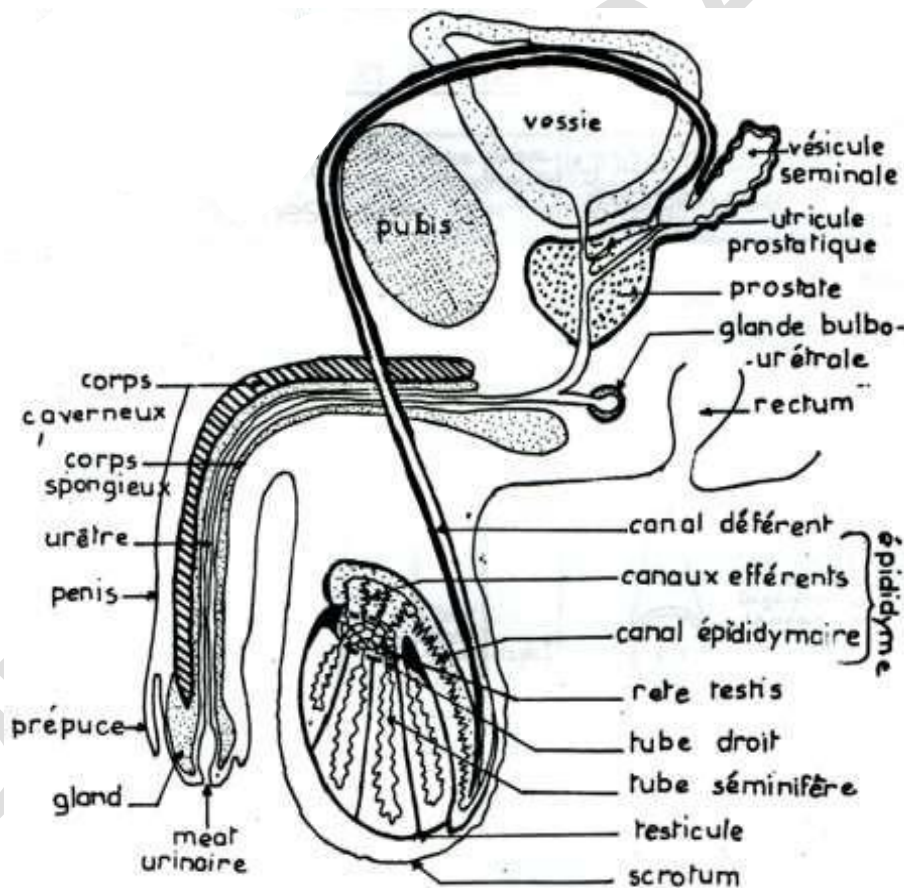


Figure 1: Représentation schématique de l'appareil reproducteur masculin

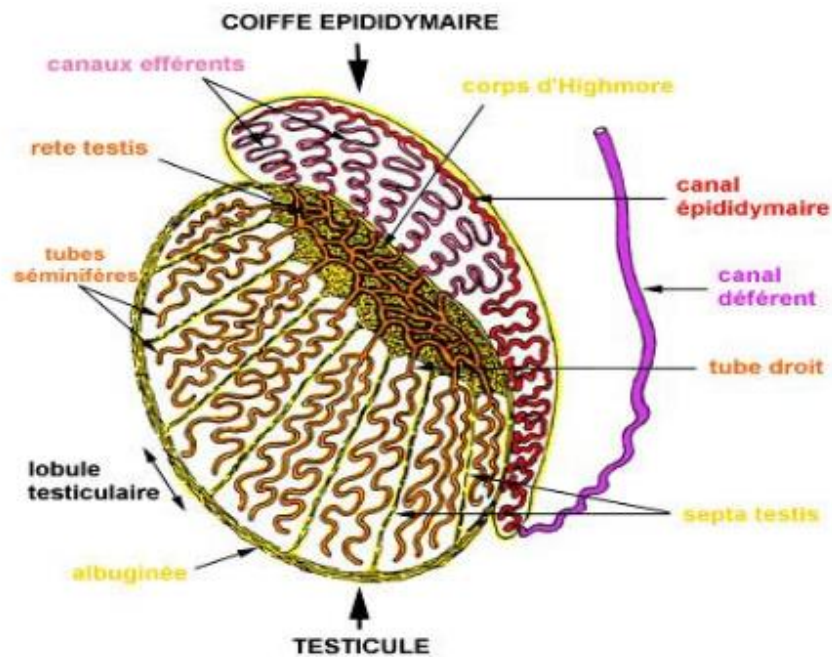


Figure 2 : Structure du testicule

2. Lieu de déroulement de la spermatogenèse

Dès la puberté, les testicules deviennent fonctionnels et fabriquent, en grande quantité, des spermatozoïdes. Cette fabrication s'effectue à l'intérieur des petits tubes pelotonnés, appelés tubes séminifères (Figure 3 et 4).

3. Cellules somatiques du testicule

3.1. Cellule de Sertoli: Elles sont plaquées contre la face interne du tube séminifère. La cellule de Sertoli présente un gros noyau ovalaire. Leur taille est nettement supérieure à celle des cellules germinales. Les cellules de Sertoli assurent la nutrition des cellules de la lignée germinale mâle, la phagocytose des débris cellulaires de la spermatogenèse, elle constitue une barrière hémato testiculaire, elle assure la synthèse de l'inhibine et de la S.B.P. (Steroid Binding Protein).

3.2. Cellule de Leydig: Les cellules de Leydig se trouvent dans le liquide interstitiel entre les tubes séminifères. Elles constituent une glande endocrine diffuse stéroïdique responsable de la fonction endocrine des testicules. Les cellules de Leydig sécrètent essentiellement la testostérone et à un degré moindre l'Androstène Dione et la D.H.E.A. (Di Hydro Epi Androstérone)

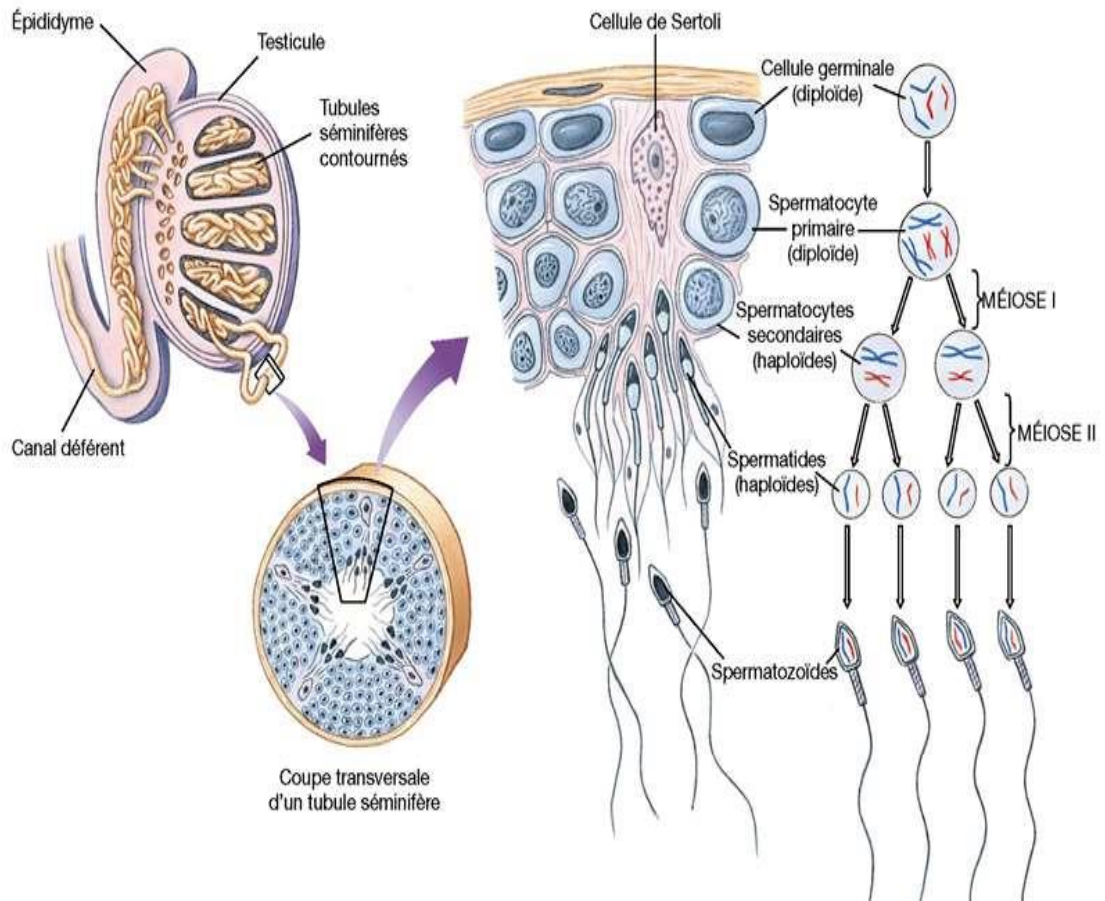


Figure 3 : Coupe transversale du tube séminifère

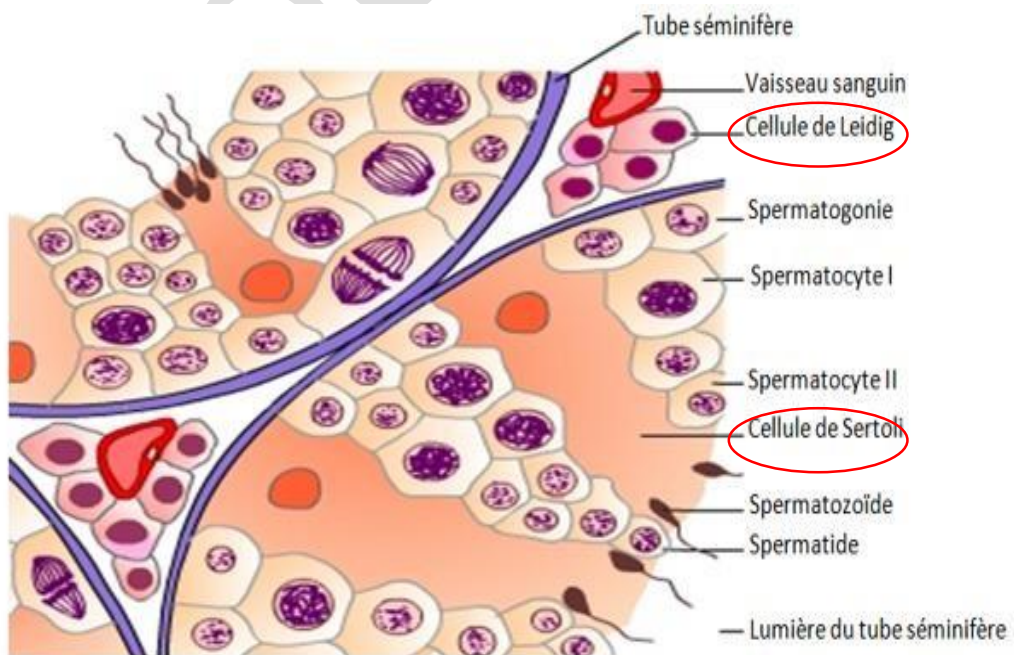


Figure 4 : Coupe transversale d'un lobule testiculaire

4. Les fonctions du testicule

Les testicules ont une fonction exocrine et endocrine

- **Une fonction exocrine** : production de spermatozoïdes émis hors de l'organisme dans le liquide séminal.
- **Une fonction endocrine** : qui consiste en la production d'hormones telles que les androgènes nécessaire à la masculinisation du corps de l'homme (barbe, voix, développement du pénis, développement des muscles etc.) et au maintien de la spermatogénèse (Testostérone).

5. La spermatogenèse

Vers le 18^{ème} jour du développement embryonnaire, des **cellules mésoblastiques** migrent dans le mésenchyme du pédicule de fixation pour se différencier en gonocytes primordiaux. **Ces cellules sont à l'origine des cellules germinales mâles.**

Pendant la vie embryonnaire, les gonocytes primordiaux se divisent activement par simple mitose afin d'augmenter leur stock. Au cours de la vie fœtale, les gonocytes primordiaux évoluent en spermatogonies (Ad), dont le nombre de chromosomes est de $2n$.

A la naissance, on ne retrouve dans les tubes séminifères du testicule que des spermatogonies (Ad).

De la naissance à la puberté, la spermatogenèse est bloquée, ensuite elle reprend jusqu'à la mort de l'individu.

La spermatogenèse est composée de quatre grandes phases (figure 5 et 6):

- La phase de multiplication
- La phase d'accroissement,
- La phase de maturation

La phase de différenciation où spermiogenèse.

5.1. La phase de multiplication

Cette étape commencée pendant la vie fœtale (multiplication des gonocytes primordiaux). La spermatogonie-souche est située à la périphérie du tube séminifère, c'est une cellule au noyau arrondi, à chromatine dispersée et très colorée on l'appelle spermatogonie poussiéreuse sombre (Ad). Cette spermatogonie donne

une nouvelle spermatogonie- souche sombre (le pool de cellules-souches est ainsi conservé) et une spermatogonie à chromatine claire dite poussiéreuse pâle (Ap). Cette dernière se divise en deux spermatogonies B croutelleuses dont la chromatine se présente en amas.

5.2. La phase d'accroissement

Les spermatogonies croutelleuses donnent deux spermatocytes I. D'abord peu différents des spermatogonies B, ils subissent une phase de croissance cytoplasmique qui les transforme en grandes cellules de 25µm environ. Leur noyau arrondi a une chromatine en mottes. Le passage d'une spermatogonie poussiéreuse à quatre spermatocytes I dure 27 jours. Les quatre spermatocytes sont diploïdes. et ont donc 44 autosomes XY = 46 chromosome.

5.3. La phase de maturation

Les spermatocytes I subissent la méiose (c'est-à-dire deux divisions successives qui entraînent la réduction de moitié du nombre de chromosomes, passage de 2n à n chromosomes).

La première division de méiose est longue (22 jours) et donne deux spermatocytes II à n chromosomes (à 22 + X ou 22 + Y). La seconde division est très rapide (moins de 24 heures) Chaque spermatocyte II subit la deuxième division de méiose et donne **2 spermatides à n chromosomes**.

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

Ce sont des cellules arrondies à noyau clair et à nucléole volumineux qui s'observent vers l'intérieur du tube séminifère. La méiose produit donc deux grandes populations de spermatozoïdes (à X ou à Y) et crée une très grande diversité génétique par la répartition au hasard des chromosomes.

5.4. La phase de différenciation ou (Spermiogénèse)

Cette phase ne comporte pas de division, mais elle assure la transformation des quatre spermatides issues d'un spermatocyte I en quatre spermatozoïdes. Elle permet la transformation d'une cellule arrondie en une cellule effilée à cytoplasme réduit et spécialisée dans la reproduction.

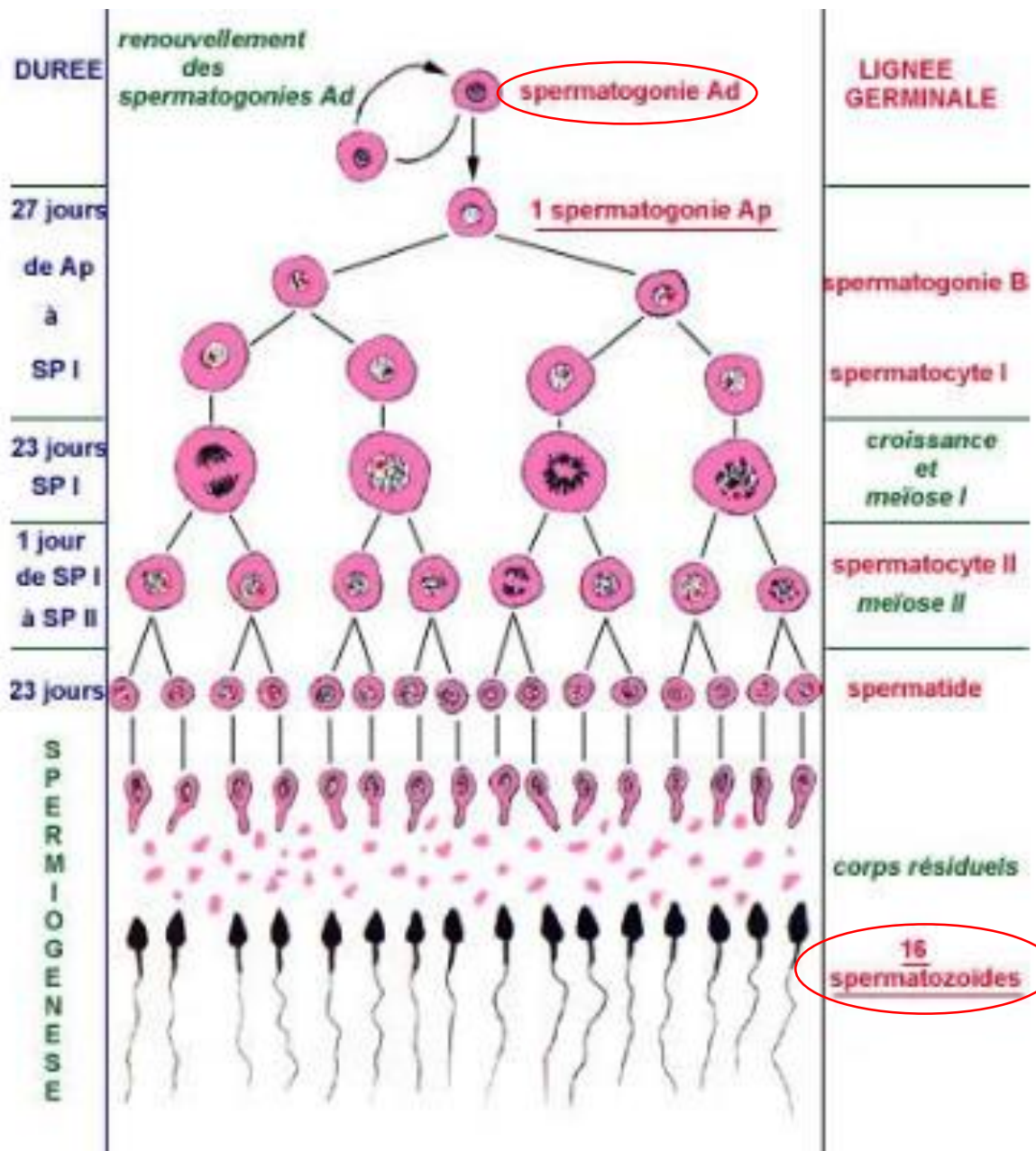


Figure 5 : Schéma général de la spermatogénèse

Vie embryonnaire

27 jours

23 jours

23 jours

Division réductionnelle 22j

Division équationnelle 1j

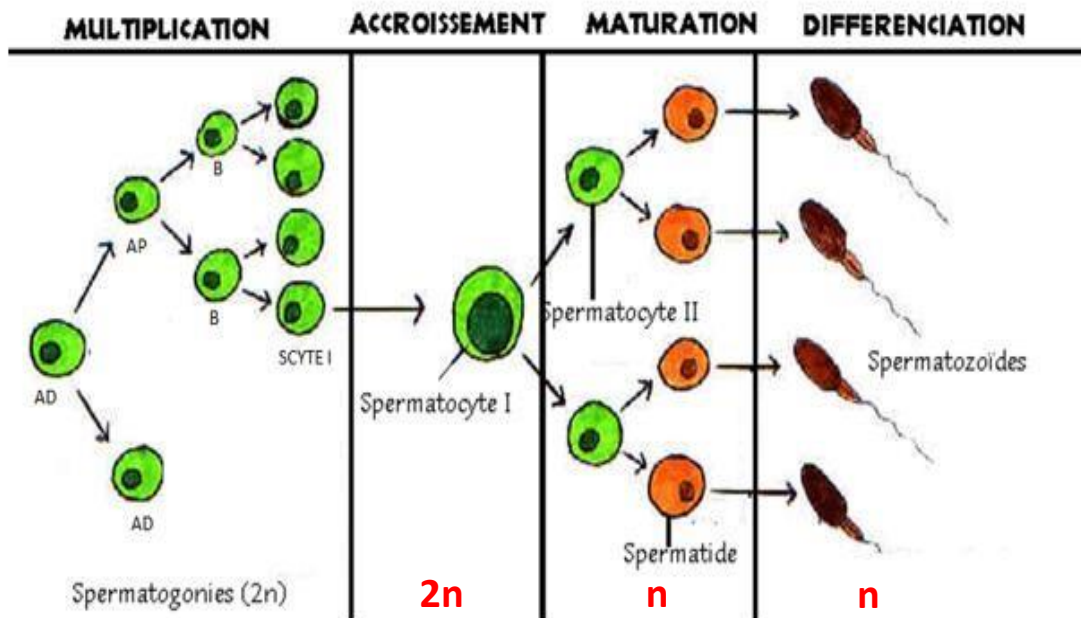


Figure 6 : Estimation de la durée de la spermatogenèse chez l'homme

La spermiogenèse dure 23 jours et a pu être étudiée au microscope électronique, elle est caractérisée par des transformations morphologiques radicales, passant des spermatides rondes aux spermatozoïdes (Figure 7):

- **Réorganisation nucléaire** : condensation du noyau, on passe à un noyau ovale, élimination des nucléoles, remplacement des histones par des protamines au niveau de l'ADN (pour produire une structure condensée, insoluble et très organisée ; c'est une compaction protectrice).
- **Formation de l'acrosome** : migration de l'appareil de Golgi, fusion des vésicules golgiennes en une vésicule acrosomiale formant l'acrosome.
- **Élongation du flagelle** : Les deux centrioles des spermatides migrent au pôle du noyau opposé à l'acrosome. Le centriole proximal sera à l'origine du fuseau nucléaire et le centriole distal s'allonge grâce aux microtubules et forme l'axonème ; structure centrale du flagelle.

- **Formation du manchon mitochondrial** : Les mitochondries viennent former un manchon en hélice (Manchon mitochondrial).
- **Élimination du cytoplasme en excès** (corps résiduel) qui sera phagocyté par la cellule de Sertoli
- Obtention de la forme allongée du spermatozoïde.

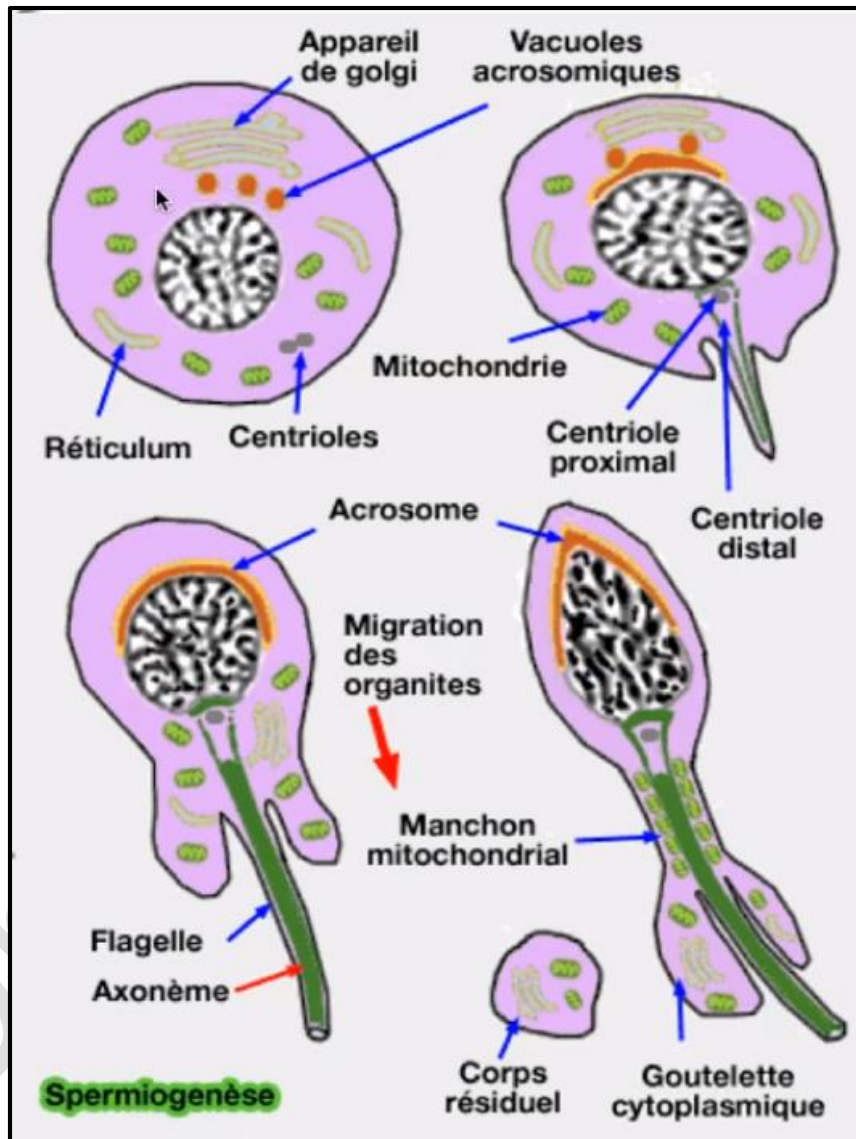


Figure 7 : La spermiogénèse

6. Le spermatozoïde

Le spermatozoïde est une cellule très allongée composée de 3 parties visibles au microscope optique : la tête, la pièce intermédiaire **et** le flagelle (figure 8).

C'est au microscope électronique qu'apparaissent les détails de cette cellule très spécialisée.

6.1. La tête : elle est grossièrement ovoïde, mais légèrement aplatie et un peu effilée vers l'avant. 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, dont il a la forme. Il est caractérisé par un aspect très dense et homogène. Il n'y a pas de nucléoles. Il est entouré par une enveloppe nucléaire de structure classique, mais dépourvue de pores.

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 : hyaluronidase, phosphatase acide, N-acétylglycosaminidase, protéinases neutres (acrosine) et acides, CPE ou Corona Penetrating Enzyme, etc. Ces enzymes interviendront dans la traversée des enveloppes de l'ovocyte.

6.2. La pièce intermédiaire : c'est la région " métabolique " qui est constituée de mitochondries, carburant du spermatozoïde (ATP) et, en particulier, des mouvements du flagelle. Elle contient le centriole proximal dont le rôle est essentiel dans le rapprochement des pronuclei mâle et femelle (formation du spermaster) et dans la fabrication du premier fuseau mitotique du zygote (œuf fécondé). Le centriole proximal servira à fournir tous les organites tubulaires du futur zygote

Le centriole distal produit des microtubules qui forment l'axonème du flagelle.

6.3. Le flagelle : c'est l'organe de propulsion du spermatozoïde.

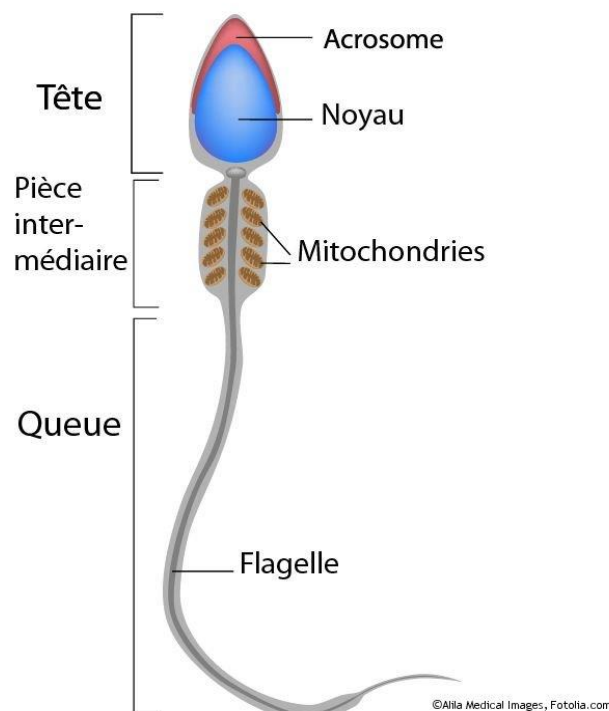


Figure 8 : Schéma d'un spermatozoïde

7. Trajet des spermatozoïdes dans les voies génitales mâles et formation du sperme.

De l'épididyme, les spermatozoïdes passent dans le canal déférent, qui est prolongé par le canal éjaculateur traversant la prostate et la vésicule séminale, ce dernier débouche ensuite dans l'urètre.

Durant leur trajet, les spermatozoïdes sont mélangés à des liquides produits par les glandes sexuelles (vésicules séminales et prostate), le mélange de ces liquides donne le sperme. Un éjaculat est constitué d'environ 2 à 5 mL de sperme et contient environ 60 millions de spermatozoïdes par mL.

Sperme = Spermatozoïdes + Liquide séminal

8. Décapacitation des spermatozoïdes

- Les spermatozoïdes sont très peu mobiles ou immobiles au niveau des tubes séminifères. Au cours de leur passage par l'épididyme, la vésicule séminale et la prostate ils acquièrent leur **mobilité**.
- Dans l'épididyme, les spermatozoïdes sont **décapacités** : La membrane recouvrant l'acrosome est stabilisée par un dépôt glycoprotéique qui empêchera la libération précoce des enzymes de l'acrosome (il réprime le pouvoir fécondant des gamètes). Les spermatozoïdes perdent alors momentanément leur possibilité de fusion avec les autres membranes et peuvent être stockés dans l'épididyme et y survivre jusqu'à trois semaines environ.
- Les spermatozoïdes présents dans le sperme éjaculé sont incapables de réaliser la fécondation de l'ovule. Ils doivent subir un processus de maturation **dans les voies génitales femelles** aboutissant au démantèlement de la membrane acrosomiale : c'est la **capacitation**.

A la suite de la capacitation, les spermatozoïdes acquièrent leur **pouvoir fécondant**.

9. Facteurs influençant la spermatogenèse

9.1. La température : la spermatogenèse ne se déroule normalement que si les testicules sont bien descendus dans le scrotum (bourse) donc soumis à une température inférieure à celle de l'organisme (34°C ou 35°C, c'est la température habituelle des testicules à l'extérieur du corps). Si la descente inguinale ne s'effectue pas ou se fait trop tard, les cellules germinales dégénèrent et il y a alors stérilité : testicule ectopique ou cryptorchidie.

Une poussée de température (40°C) peut déclencher une azoospermie temporaire.

9.2. La lumière : stimule la spermatogenèse.

9.3. La nutrition : les carences en vitamines A et E, l'absence d'acides gras diminuent la production des spermatozoïdes.

9.4. L'intégrité vasculaire du testicule : un choc, une torsion du testicule chez l'homme et l'arrêt de la circulation sanguine entraîne des lésions en 10 heures ; une nécrose au bout de 15 à 20 jours.

9.5. Les radiations ionisantes : les spermatozoïdes sont très radio sensibles. Ils peuvent entraîner une stérilité définitive avec des doses élevées.

9.6. Les infections: .De nombreuses maladies infectieuses peuvent se compliquer d'orchite et entraîner ultérieurement des troubles de la spermatogenèse : syphilis, grippe, oreillons.

9.7. Toxiques chimiques : De nombreux corps chimiques peuvent être toxiques (les pesticides, Les organochlorés)

9.8. Certains médicaments: Les antihypertenseurs, les neuroleptiques, les hormones stéroïdes, les anti-inflammatoires, Les chimiothérapies.

9.9. Facteurs exogènes divers: Les altérations de l'état général, le tabac, l'alcool, le cannabis sont connus pour altérer la spermatogenèse.

9.10. Le contrôle hormonal

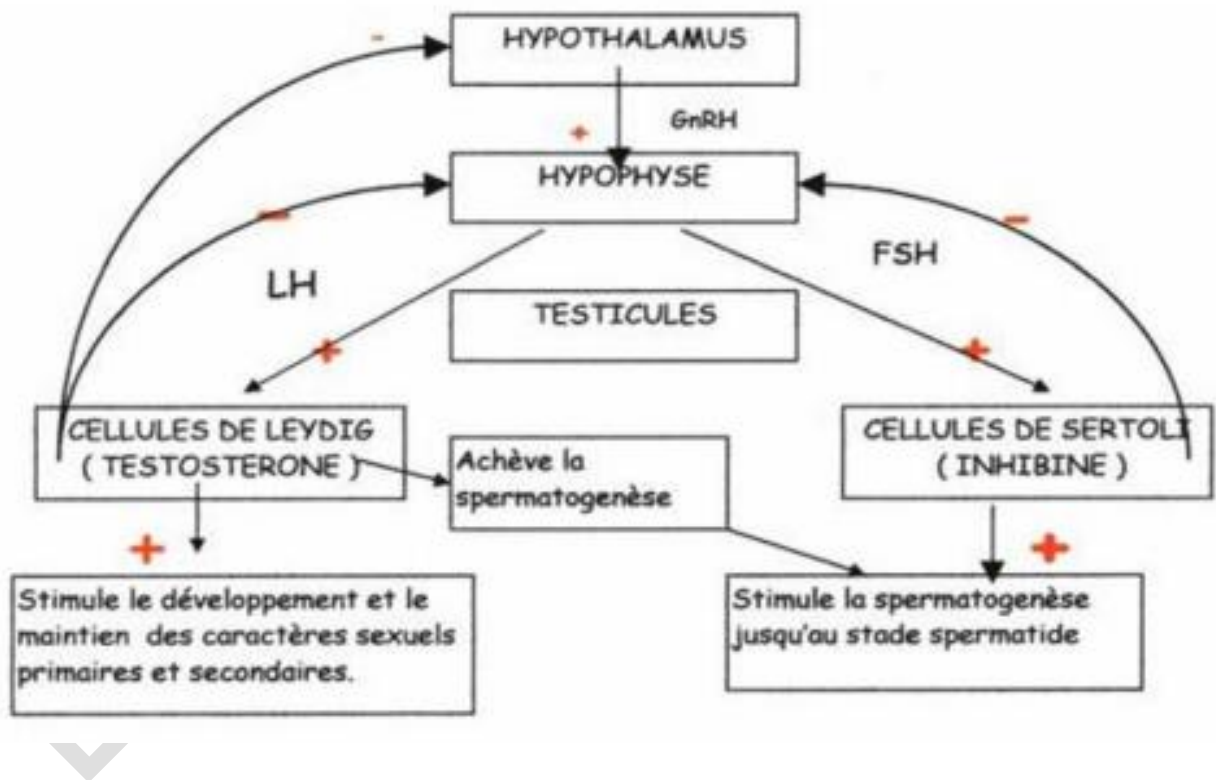


Figure 9 : Contrôle hormonal de la spermatogenèse

La régulation de la spermatogenèse dépend de l'hypothalamus (GnRH: Gonadotrophin-Releasing hormone), de l'hypophyse (LH: Hormone luteinisante et FSH: Hormone folliculostimulante) et du testicule (testostérone, inhibine).

Rôle de LH (luteinizing hormone)

La **LH** agit sur les cellules de **Leydig** en stimulant la sécrétion de la **testostérone**.

Rôle de la testostérone :

- La majeure partie de la testostérone pénètre dans le cytoplasme sertolien et se lie à l'**ABP** (Androgen Binding Protéine ou transporteur de la testostérone) pour **stimuler la spermatogenèse**
- La testostérone libre passe dans le sang et exerce deux actions
 - Une action positive sur **le développement des organes génitaux** et **l'acquisition des caractères sexuels secondaires**.
 - Une **rétroaction négative** sur l'hypothalamus et l'hypophyse : (La testostérone inhibe la sécrétion de **GnRH** par l'hypothalamus, et la sécrétion de **FSH** et **LH** par l'hypophyse, ce qui permet la stabilité du taux de testostérone).

Rôle de F.S.H (follicle stimulating hormone)

La **FSH** agit sur les **cellules de Sertoli** en stimulant :

- La production de spermatozoïdes (**spermatogenèse**).
- La production d'**ABP**.
- La sécrétion d'**inhibine**.

L'inhibine produite par les cellules de Sertoli exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion hypophysaire de FSH.