

## LE TESTICULE

L'appareil génital mâle est formé par l'ensemble des organes chargés de l'élaboration du sperme. Il comporte trois parties, dont chacune possède son équivalent dans l'appareil génital femelle :

- la section glandulaire, constituée des testicules.
- la section tubulaire, formée par les voies de stockage et de transport du sperme jusqu'au sinus uro-génital. Elle constitue les voies spermatiques qui comportent de chaque côté : l'épididyme, le conduit déférent et la glande vésiculaire.
- la section uro-génitale formée par un long conduit impair : l'urètre. A celui-ci sont annexées des glandes (prostate, glandes bulbo-urétrales) et des formations érectiles comme le corps caverneux.

Le testicule représente la glande génitale mâle est un organe pair chez les Mammifères composée par:

- des structures tubulaires glandulaires exocrines : les tubes séminifères chargés de l'élaboration, la fabrication et l'excrétion des gamètes mâles, les spermatozoïdes
- des structures glandulaires insulaires endocrines : les cellules interstitielles (anciennement cellules de Leydig) responsables de la sécrétion des hormones mâles, les androgènes.

### I HISTOLOGIE TOPOGRAPHIQUE

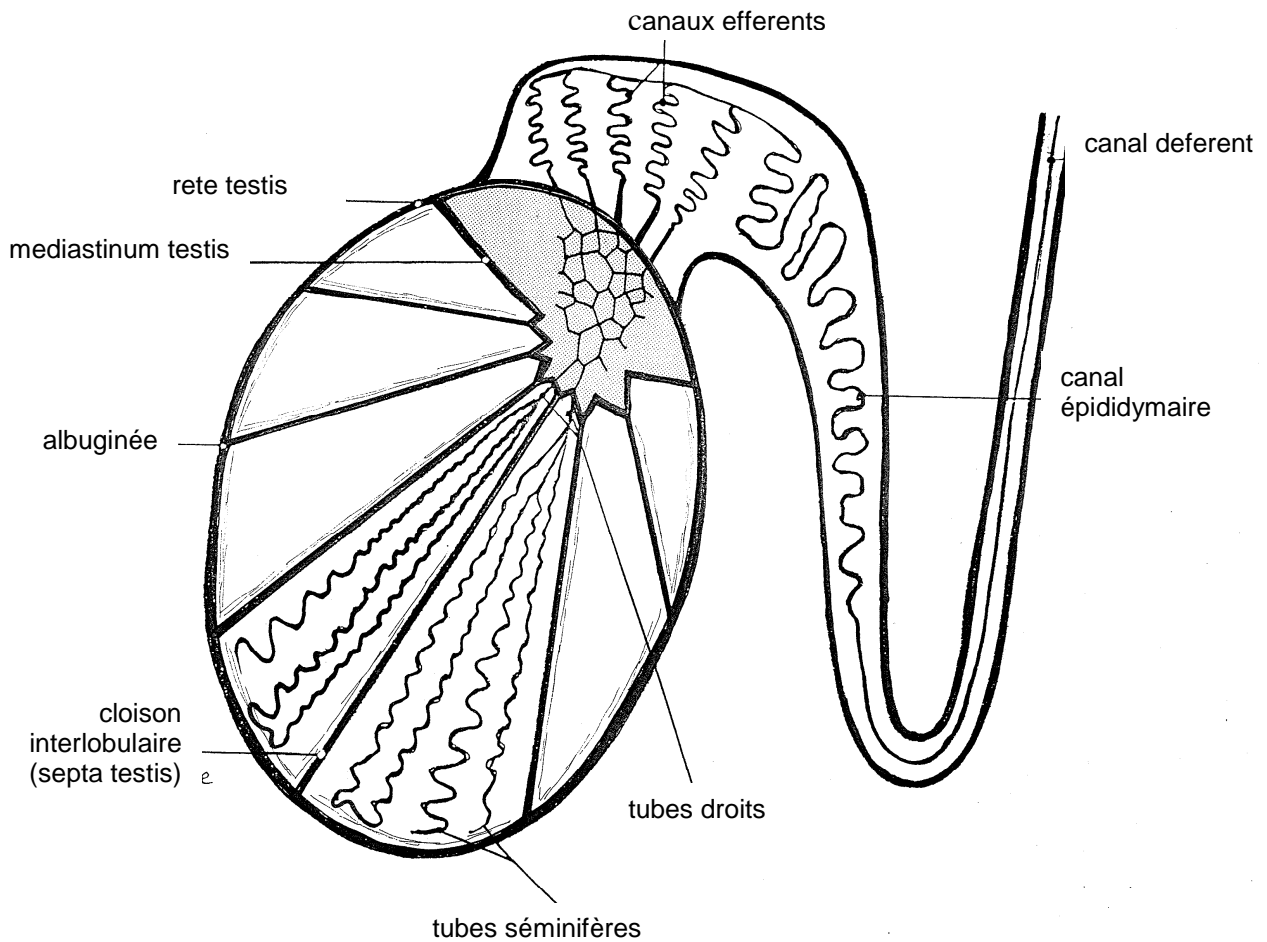
#### I.1. Charpente conjonctive

L'organe est limité par une capsule conjonctive fibreuse, blanc nacré : **la tunique albuginée** constituée de fibres de collagène et de quelques fibres élastiques.

De l'albuginée, partent des cloisons (*Septula testis*) conjonctives grêles qui divisent l'organe en lobules (200 à 300 par testicule, sauf dans les très petites espèces). Les cloisons convergent et fusionnent au pôle supérieur, formant un massif conjonctif épais : le **médiastinum testis** (anciennement corps d'Highmore). Il est formé d'un tissu conjonctif beaucoup moins dense que celui de l'albuginée et mêlé de fibres élastiques souvent abondantes. Il loge, outre de nombreux vaisseaux, un réseau de conduits excréteurs anastomosés : le **rete testis** (anciennement réseau de Haller). Celui-ci collecte les **tubes droits** (Tubulus rectus) qui proviennent des tubes séminifères et émet d'autre part les canalicules efférents qui pénètrent dans l'épididyme.

#### I.2. Parenchyme testiculaire

Dans chaque lobule, sont pelotonnés deux à cinq **tubes séminifères contournés** (*Tubulus seminifer convolutus*) (100 à 300 µm de diamètre). Ils se terminent au sommet des lobules en tubes droits qui eux mêmes se dirigent vers le médiastinum testis. L'ensemble des tubes droits rejoint un groupe de canaux anastomosés (réseau tubulaire complexe) : le *rete testis* (le rete testis se prolonge au pôle apical de l'organe par les canalicules efférents qui quittent le testicule pour pénétrer dans l'épididyme).



**TOPOGRAPHIE DES VOIES SPERMATIQUES INTRATESTICULAIRES ET DE LEUR ABOUCHEMENT DANS LE DEBUT DES VOIES SPERMATIQUES EXTRATESTICULAIRES CHEZ LE CHIEN**

### **I.3. Vascularisation et innervation**

*Artérielle* : l'artère testiculaire (née de l'aorte abdominale) pénètre dans l'organe par son pôle apical, se ramifie dans l'albuginée, le mediastinum testis et les cloisons interlobulaires. Les ramifications terminales se résolvent dans le tissu conjonctif intertubulaire en formant un très riche réseau capillaire.

*Veineuse* : les veinules prennent naissance en regard des capillaires et sont drainées par une veine testiculaire. En quittant le testicule, les veines testiculaires forment un réseau anastomosé et très convoluté : le plexus pampiniforme qui entoure l'artère testiculaire.

*Lymphatique* : de nombreuses fentes lymphatiques naissent dans les lobules et sont drainées par les vaisseaux lymphatiques des cloisons d'une part vers le médiastinum testis, d'autre part vers l'albuginée où le réseau devient plus net.

*Innervation* : des fibres amyéliniques vasomotrices viennent au contact des fibres musculaires lisses des vaisseaux de la charpente conjonctive et jusqu'au tour des tubes séminifères. Il semble que les fibres nerveuses ne pénètrent pas dans ces derniers.

## II. HISTOLOGIE TOPOGRAPHIQUE DU LOBULE TESTICULAIRE

### II.1. Les tubes séminifères

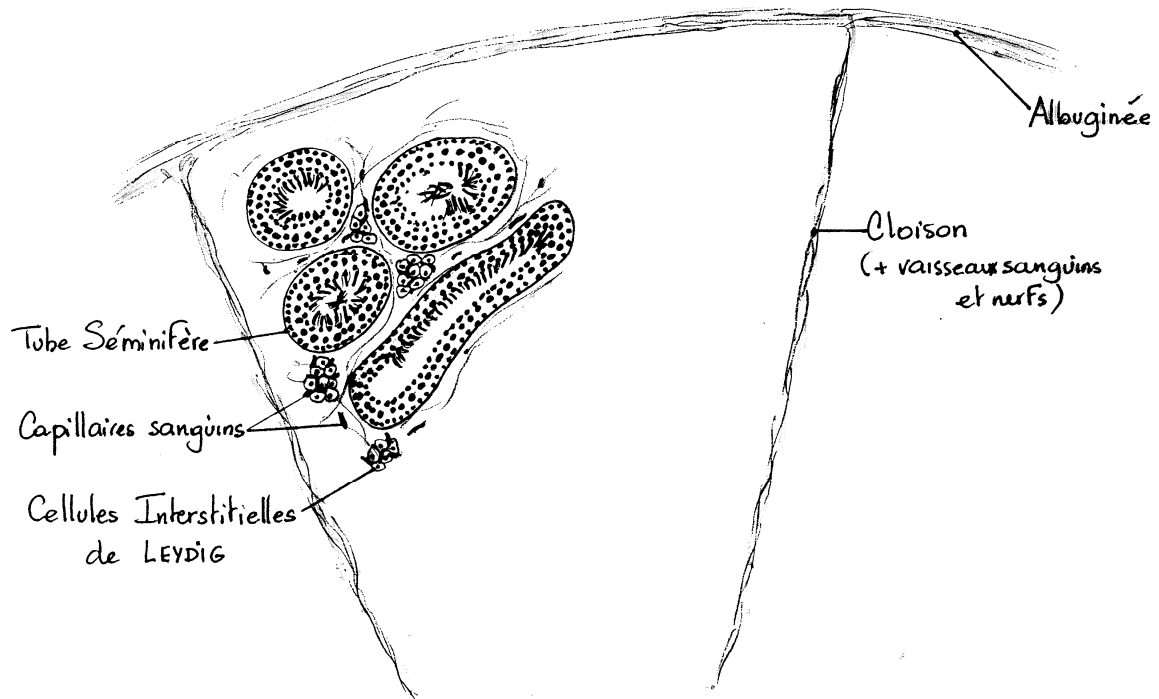
Ils apparaissent de section circulaire ou ovoïde en fonction de leur orientation mais aussi du plan de coupe (250 µm de diamètre chez le Rat).

Ils sont délimités par une lame basale épaisse et entourés par une fine couche très cellulaire.

Chaque tube séminifère présente une lumière centrale bordée par un épithélium stratifié : **l'épithélium spermatogène** (*Epithelium spermatogenicum*) où les limites intercellulaires sont peu apparentes. Tous les tubes séminifères n'ont donc pas le même aspect.

### II.2. Le tissu interstitiel

L'interstitium est disséminé entre les tubes séminifères. Il est constitué d'un stroma conjonctif grêle dans lequel on observe de petits amas de cellules interstitielles (*Endocrinocyti interstitiales*) (anciennement cellules de Leydig) serrées sur le trajet des vaisseaux capillaires.



## HISTOLOGIE TOPOGRAPHIQUE D'UN LOBULE TESTICULAIRE

## III. STRUCTURE HISTOLOGIQUE

### III. 1. Le tube séminifère

① *Les cellules de la lignée mâle ou cellules spermatogènes* dérivent des cellules germinales primordiales. Polymorphes, elles passent par les divers stades de la spermatogenèse, c'est-à-dire de la formation des spermatozoïdes. La spermatogenèse se subdivise en trois phases :

- \* la spermatocytogenèse, dans laquelle les spermatogonies se développent en spermatocytes
- \* la méiose, division réductionnelle qui donne aux spermatides son nombre haploïde de chromosomes

\* la spermiogénèse, transformation des spermatides en spermatozoïdes

**Les spermatogonies** ou cellules souches (directement dérivées des gamétocytes) sont situées au voisinage de la membrane limitante. Leur cytoplasme est clair, d'aspect homogène et leur noyau volumineux. On en reconnaît deux types :

- *les spermatogonies A* (diamètre 12  $\mu\text{m}$ ) : le noyau, clair, présente une chromatine en fine poussière et un nucléole central proéminent.

Ces cellules subissent quelques mitoses. La dernière division mitotique produit une nouvelle spermatogonie de type A et une spermatogonie de type B, qui est à l'origine d'une lignée spermatogène.

- *les spermatogonies B* : le noyau présente des mottes denses de chromatine, le nucléole est moins proéminent que celui du type précédent.

La phase de multiplication dure 3 jours chez le Rat.

La division méiotique des spermatogonies B donne naissance aux spermatocytes primaires.

**Les spermatocytes primaires :**

Cellules diploïdes (diamètre 20  $\mu\text{m}$ ) dont le noyau ressemble à celui des spermatogonies qui leur ont donné naissance. Les spermatocytes I s'éloignent de la région basale de l'épithélium et augmentent de taille. Ce sont les cellules les plus volumineuses dans le tube.

Celle-ci dure 12 jours chez le Rat.

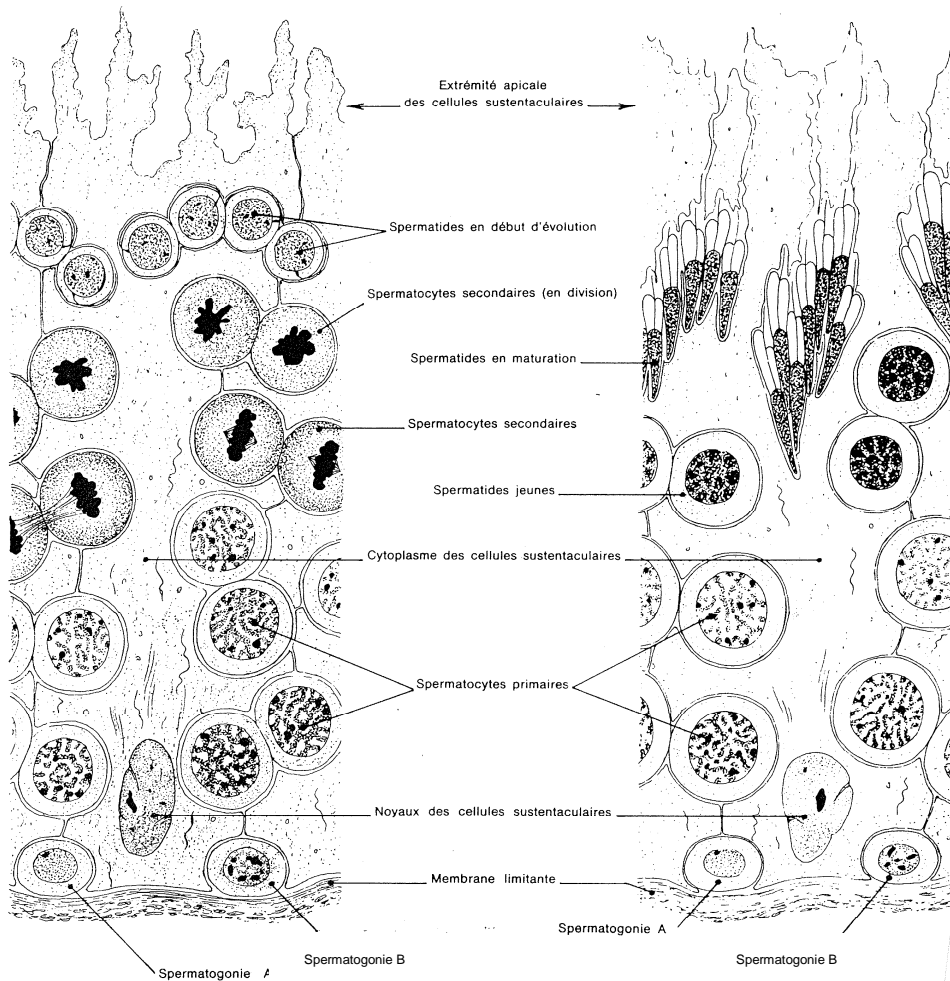
**Les spermatocytes secondaires :**

Cellules de plus petite taille que les spermatocytes I aux noyaux nucléolés (chromatine fine, granulaire, peu colorée). Les spermatocytes II subissent aussitôt une nouvelle et rapide (quelques minutes à une heure) division méiotique qui produit les spermatides.

**Les spermatides :**

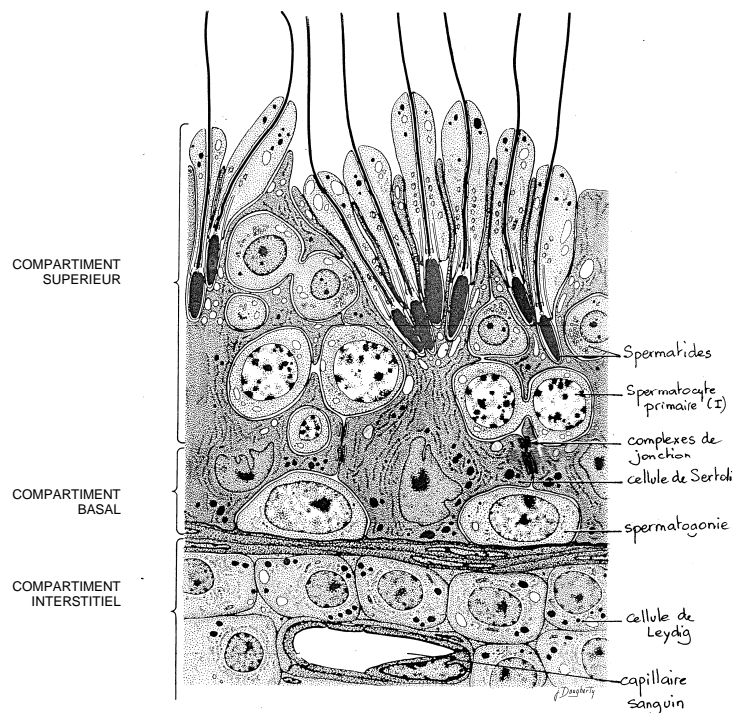
Au stade initial, les spermatides sont des cellules de petite taille (5 à 6  $\mu\text{m}$  de diamètre), arrondies, au noyau à chromatine finement granuleuse. Le cytoplasme est peu abondant. Le noyau va ensuite s'allonger, se densifier tandis que se développe un très long flagelle et que la plus grande partie du cytoplasme est éliminé.

La microscopie électronique a donné peu de renseignements par rapport à la microscopie photonique sur la cytologie de la lignée germinale. Par contre, elle a permis de cerner les différents stades morphologiques dans l'évolution des spermatides en spermatozoïdes.



**STRUCTURE HISTOLOGIQUE DU TUBE SEMINIFERE**

(D'après R.Barone, Anatomie comparée des Mammifères domestiques, Tome IV, 1990)



**ULTRASTRUCTURE D'UNE PORTION DE TUBE SEMINIFERE**

In « W.J.Banks : Applied Veterinary Histology, third edition, Mosby Year Book, 1993 »

Quatre phases caractéristiques peuvent être reconnues dans la spermiogénèse.

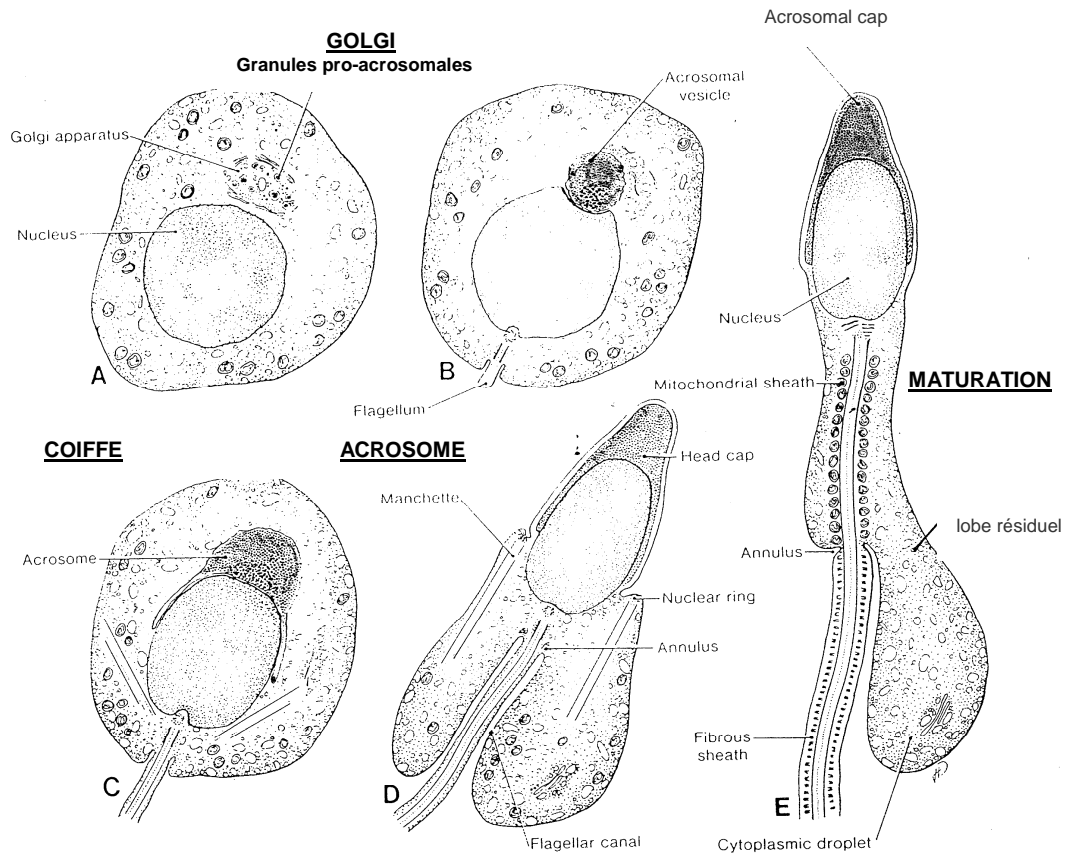
Elle est divisée en quatre phases :

**une phase du Golgi**

**une phase de la coiffe (du capuchon)**

**une phase de l'acrosome**

**une phase de maturation**



### LES DIFFERENTES PHASES DE LA SPERMIOGENESE

In « W.J.Banks : Applied Veterinary Histology, third edition, Mosby Year Book, 1993 »

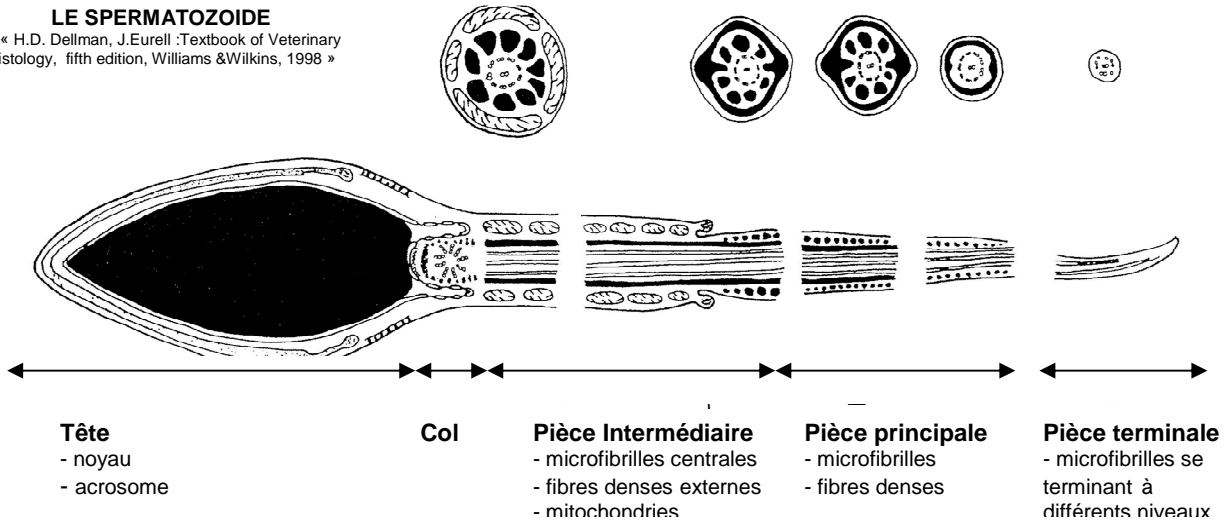
### Les Spermatozoïdes

Les spermatozoïdes sont des cellules qui apparaissent en microscopie photonique comme des éléments filiformes très basophiles dans la lumière du tube séminifère. Ils présentent une partie proximale : la tête au noyau allongé basophile; une partie distale : le flagelle.

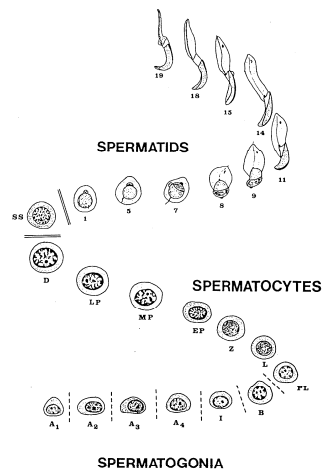
En microscopie électronique, un spermatozoïde mûr est une cellule très différenciée, formée de trois parties.

**LE SPERMATOZOÏDE**

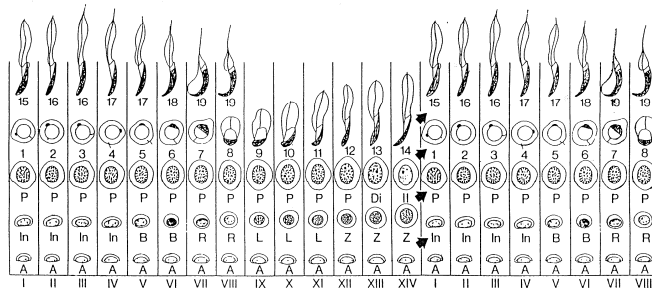
In « H.D. Dellman, J.Eurell :Textbook of Veterinary Histology, fifth edition, Williams &Wilkins, 1998 »



L'ensemble de ces cellules représente plusieurs étapes morphologiques dans la formation des gamètes mâles. Normalement cette activité se fait par vague mitotique cyclique qui progresse dans la paroi du tube séminifère selon un trajet hélicoïdal. Pour cette raison, il est très difficile de trouver tous ces stades morphologiques regroupés sur une même coupe de tube séminifère. On observe au contraire une association d'images représentant différents stades de maturation. La pratique des coupes sériées a permis de montrer qu'il existe un nombre limité d'association d'images par espèce : 14 chez le Rat, 8 le Chien... Ces images se répètent à intervalle régulier, toujours au même endroit et illustre l'aspect régulier, périodique de la spermatogenèse.



Spermatogenesis: the process of cell division and maturation whereby primitive spermatogonial stem cells develop into highly specialized haploid spermatozoa. Spermatogonia undergo numerous mitotic divisions from type A (A) through intermediate (I) to type B (B) spermatogonia. The final division produces spermatocytes which undergo the long prophase of meiosis passing through the stages of preleptotene (PL), leptotene (L), zygotene (Z), early, mid, and late pachytene (EP, MP, LP), and diplotene (D). This is followed by the first division to produce secondary spermatocytes (SS) and the second division to produce the haploid spermatid (1). The complex differentiation of the spermatid (spermiogenesis) can be separated into 19 different steps using morphological criteria. Courtesy of A. Churchill.



**LES 14 CYCLES DU TUBE SEMINIFERE CHEZ LE RAT**

Creasy D.M & Foster P.M.D: Male reproductive system in" W.M. Haschek etal., Hanbbook of Toxicology Pathology,second ed., Academic Press,2002, pp 785-846 "

Diagram illustrating the cellular composition of the 14 stages of the cycle of the seminiferous epithelium where each column represents a stage (denoted by roman numerals I-XIV). The stages are defined by the step of development of the accompanying spermatid. Spermatid development is subdivided into 19 steps (denoted by arabic numerals 1-19) according to the appearance of the acrosome structure, which can be demonstrated using the periodic acid-Schiff-hematoxylin technique. In a given area of tubule, cellular associations succeed one another in time, proceeding from the left to the right of the diagram. Stage XIV is followed by stage I to begin another cycle. One complete sequence of the 14 cellular associations constitutes one cycle of the seminiferous epithelium whereas the developmental sequence of spermatogonia through spermatocytes to spermatids constitutes the process of spermatogenesis.

② *Les cellules de soutènement ou cellules sustentaculaires (Epitheliocyti sustentantes) ou anciennement cellules de Sertoli* : constituent le support des cellules de la lignée spermatogène. Elles se multiplient jusqu'au début de la période de spermatogenèse où leur nombre ne s'accroît plus.

*Microscopie photonique :*

De grande taille, les cellules de Sertoli s'étendent sur toute la hauteur de l'épithélium (représentent 15 à 25 % du volume de l'épithélium tubulaire). Le noyau volumineux de forme ovale ou irrégulière, souvent indenté est situé en région basale et disposé perpendiculairement à la membrane limitante. La chromatine est réticulée, un ou parfois deux nucléoles très colorables sont visibles. Le cytoplasme abondant acidophile émet des prolongements autour des cellules germinales

La limite des cellules n'est pas nette et jusqu'à l'avènement de la microscopie électronique, on admettait qu'elles formaient un syncytium.

*Microscopie électronique :*

Cellule de grande taille (toute l'épaisseur du tube séminifère) qui repose sur une basale. Elle émet latéralement des prolongements cytoplasmiques qui mettent les cellules sustentaculaires en contact les unes avec les autres (présence de desmosomes). Les prolongements sont en forme de tentacules et sont à l'origine du nom des cellules.

Ces cellules présentent une surface des plus irrégulière car elle se prête à l'évolution des cellules de la lignée mâle, ces dernières étant en quelque sorte « moulées » entre les cellules de Sertoli.

### **III. 2. Les cellules interstitielles (cellules de Leydig)**

Cellules de grande taille (15 à 20  $\mu\text{m}$ ), polyédriques, isolées ou en amas.

*Microscopie photonique :*

- noyau sphérique central, clair, nucléolé
- cytoplasme abondant clair ; nombreuses gouttelettes lipidiques

*Microscopie électronique :*

- cytoplasme abondant riche en mitochondries à crêtes internes tubulaires, réticulum endoplasmique lisse très développé ( $\rightarrow$  métabolisme lipidique important), Golgi, liposomes de diamètre variable. Ces cellules sont au contact de capillaires fenêtrés.

Cette description montre l'aspect caractéristique d'une cellule élaborant des hormones stéroïdes. La cellule interstitielle sécrète l'hormone mâle ou testostérone, nécessaire au développement et au maintien morphologique et fonctionnel des glandes accessoires de l'appareil génital mâle.

## **IV. HISTOPHYSIOLOGIE**

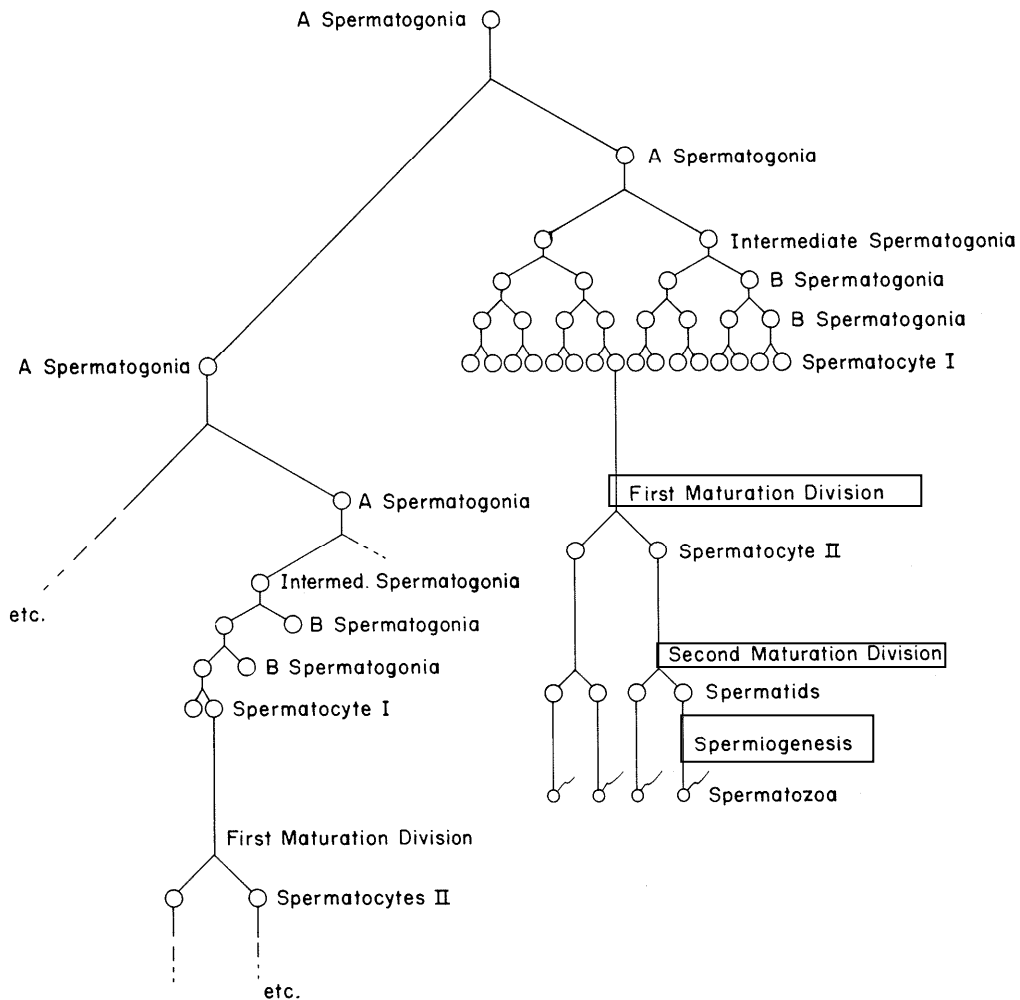
### **IV.1. Les fonctions testiculaires**

#### **► La glande interstitielle : sécrétion d'androgènes**

Les cellules interstitielles élaborent à partir du cholestérol la testostérone, hormone mâle indispensable dans le déroulement de la spermatogenèse, le développement et le maintien des glandes annexées à l'appareil génital mâle et des caractères sexuels secondaires. Elle est sous le contrôle de l'hormone adénohypophysaire LH.

► **Le tube séminifère : la spermatogenèse :**

Ensemble des phénomènes qui à partir de cellules souches, aboutissent à la formation des gamètes mâles. On distingue plusieurs étapes : multiplication, croissance, maturation et spermiogenèse.



*Schematic drawing of the sequential events during spermatogenesis, bull, boar, stallion. (Redrawn and slightly modified from Ortavant, R., Courot, M., and Hochereau, M.T.: Spermatogenesis and morphology of the spermatozoon. In Reproduction in Domestic Animals, 2nd Ed. Edited by H.H. Cole and P.T. Cupps. New York, Academic Press, 1969, pp. 251-276)*

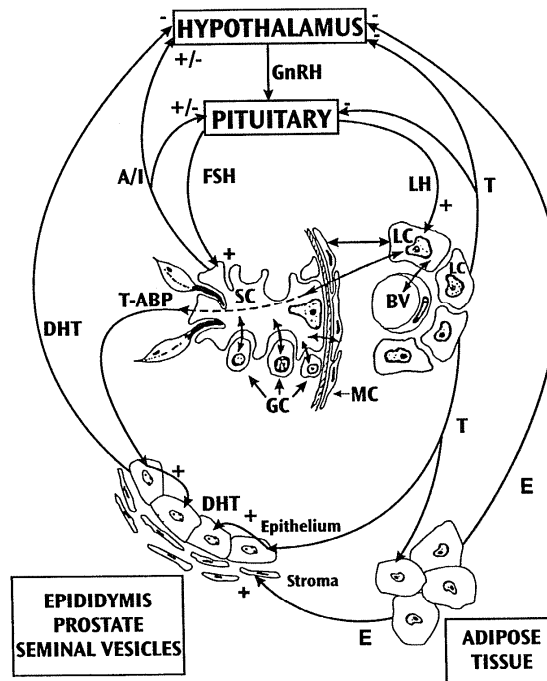
**LA SPERMATOGENESE**

In « Textbook of veterinary Histology, H.D.Dellmann, 3<sup>th</sup> ed., 1987”

**Rôle de la cellule de Sertoli** important dans le bon déroulement de la spermatogenèse :

IV.2. Facteurs de la spermatogenèse

IV.3. Régulation des fonctions testiculaires



**REGULATION DE LA FONCTION TESTICULAIRE**  
 D.M.Creasy, P.M.D.Foster, Male Reproductive System In: "Handbook of Tox. Pathol., second ed.,vol.2, Academic Press 2002, pp 785-846 »

**Figure 11.** Major endocrine and paracrine pathways regulating male reproductive function. The main hormone testosterone (T) secreted by the Leydig cell (LC) in response to luteinizing hormone (LH) from the pituitary, which is under the control of the gonadotropin-releasing hormone (GnRH) secreted from the hypothalamus. The follicle-stimulating hormone (FSH), which acts on the Sertoli cell (SC), also has a permissive role in the maintenance of spermatogenesis and is positively regulated by activin (A) and negatively controlled by inhibin (I) secreted by the Sertoli cell. In response to testosterone, the Sertoli cell secretes a variety of proteins (androgen-regulated proteins), which modulate germ cell (GC) development. One of these proteins, androgen-binding protein, binds and acts as a transport protein for testosterone within the seminiferous tubule fluid (T-ABP). Androgen receptors on the blood vessels (BV) and peritubular myoid cells (MC) also enable testosterone to regulate blood flow and vascular permeability as well as tubular contractility. The regulation is a two-way process with factors being secreted by the target cells back to the Leydig cells. Testosterone enters the peripheral circulation and is also transported by the seminiferous tubule fluid to the secondary sex tissues where it is converted to dihydrotestosterone (DHT) and to peripheral tissues such as adipose tissue where it is converted into estradiol (E). DHT and estradiol maintain secondary sexual characteristics and provide regulatory feedback to the hypothalamic-pituitary axis. Reproduced with permission from Creasy (1999).