

Chapitre II : Anatomie et fonctions de l'appareil génital mâle

L'appareil reproducteur mâle a pour rôle la production de sperme et son dépôt dans les voies génitales femelles où a lieu la fécondation. Il comprend :

- Deux gonades ou testicules, glandes génitales à double fonction : spermatique, assurant l'élaboration des gamètes mâles ou spermatozoïdes et endocrine assurant la sécrétion d'hormones sexuelles mâles : androgènes, œstrogènes, AMH, ABP, inhibine ;
- Des voies spermatiques : **l'épididyme, le canal déférent, l'urètre, le pénis**, assurant la maturation des spermatozoïdes et leur acheminement vers les voies génitales femelles ;
- Des glandes annexes : vésicules séminales, prostate, glandes de Cowper. Les produits de sécrétion de ces glandes se mêlent au fluide testiculaire qui dilue et nourrit les spermatozoïdes, facilite leur survie et transport pour former le **sperme**.

3.1. Les gonades mâles : les testicules

3.1.1. Position des testicules

Les testicules se différencient près des reins. Chez les mammifères, ils subissent, plus ou moins tôt par rapport à la naissance, une migration qui les amène à la périphérie du corps afin que leur **température** soit de **quelques degrés inférieure à celle du corps**, condition indispensable à la production de spermatozoïdes féconds (**spermatogénèse**).

Ils sont contenus dans les bourses, suspendus à l'extrémité du cordon testiculaire. Ils ont une forme ovoïde, déprimés d'un côté à l'autre et de taille très variable suivant les espèces. Ils sont relativement volumineux, par rapport au format de l'animal chez les petits ruminants. Le testicule gauche est généralement plus gros que le droit. Ils sont en position sous-inguinale, longuement pendants entre les cuisses chez les **ruminants**, près de l'aine chez les **équidés** ; en position périnéale, sous-anale chez les **porcins**.

Le poids moyen des 2 testicules chez les sujets adultes varie suivant les individus et les races.

Tableau 1 : Poids moyen des deux testicules chez les sujets adultes de quelques espèces

ESPECE	POIDS (GRAMMES)
TAUREAU	600 – 700
ETALON	300 – 600
ANE	120 – 180
BELIER	300 – 600
BOUC	500
CHIEN	6 – 60
CHAT	2
LAPIN	6
RAT	3.5
SOURIS	0.2
MACAQUE	78

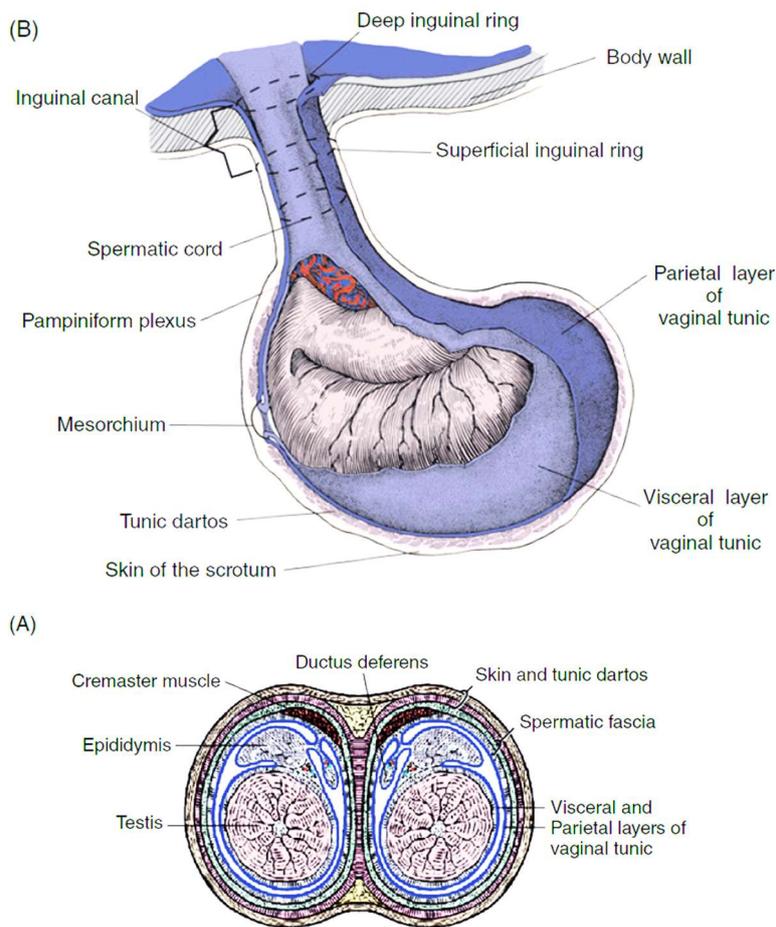


Figure 1 : Rapports du testicule avec les feuillets péritonéales.
 (A) coupe transversale du testicule dans le scrotum et son rapport avec les différents feuillets du péritoine.
 (B) Le cordon spermatique : canal déférent, vaisseaux sanguins, et nerfs, passent à travers la cavité abdominale via le canal inguinal.

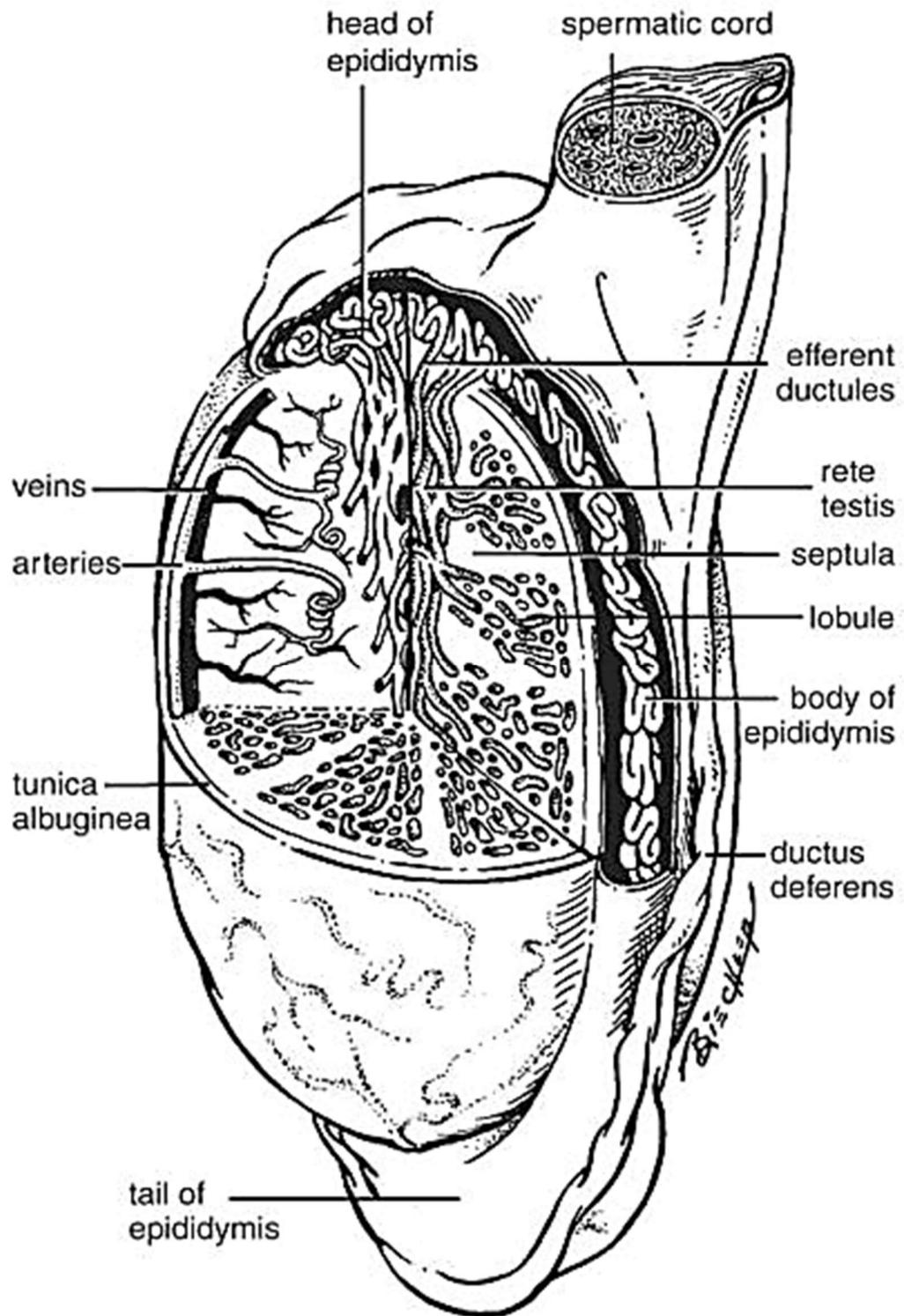


Figure 2 : Représentation schématique d'un testicule bovin.

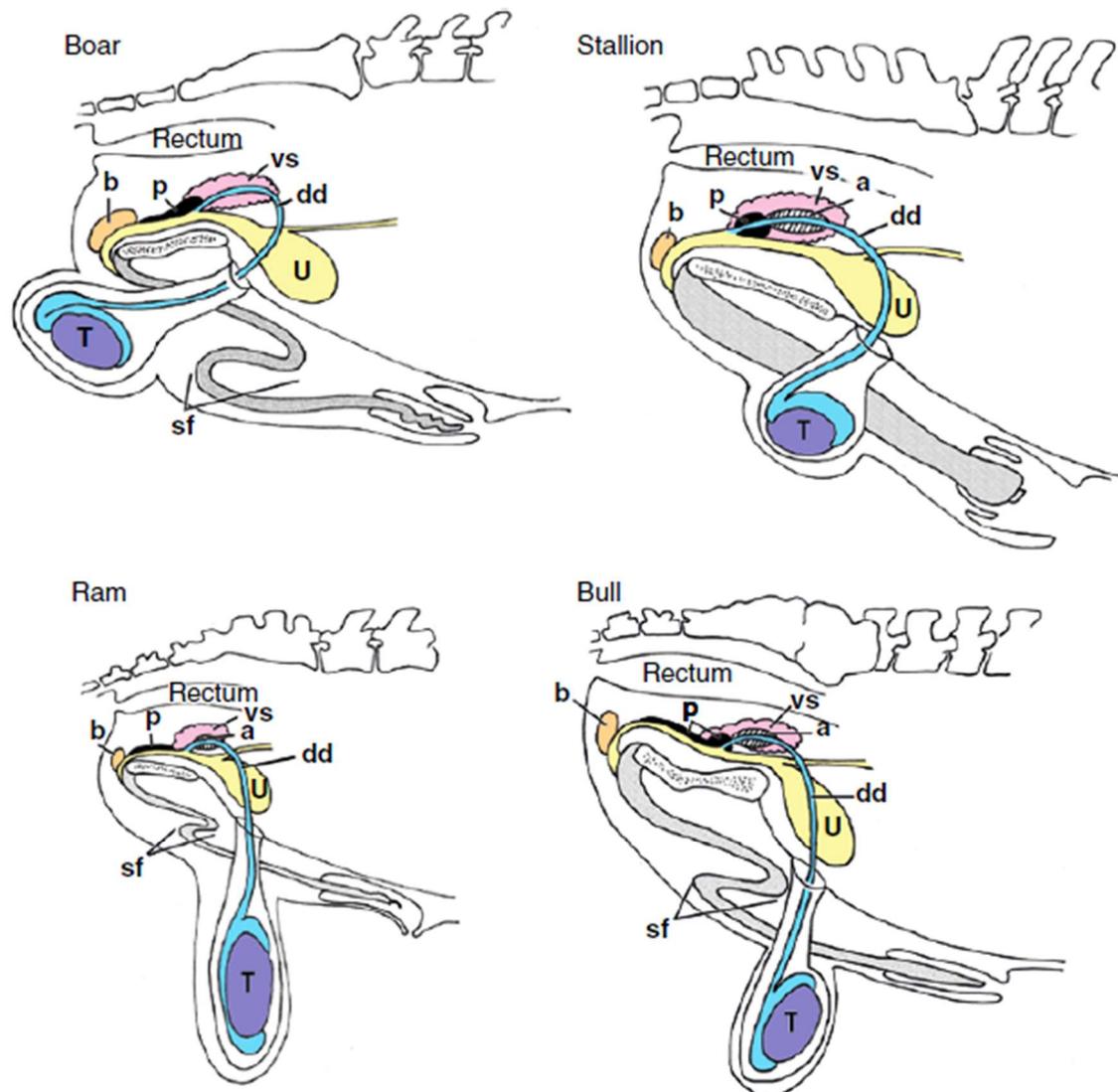


Figure 3 : Diagramme schématique comparant l'anatomie de l'appareil reproducteur du verrat, étalon, bœlier et taureau.

T, testicule ; U, vessie ; dd, canal déférent ; a, ampoule ; vs, glande vésiculaire ; p, prostate ; b, glande bulbo-urétrale ; sf, flexion sigmoïde.

3.1.2. Les enveloppes testiculaires

Les enveloppes testiculaires soutiennent et protègent les testicules, les voies spermatiques qui leur sont accolées (épididyme, canal déférent) et les vaisseaux sanguins qui les irriguent. Leur principal rôle est d'assurer la thermorégulation du testicule, importante pour la spermatogenèse.

Disposées sous la région inguinale ou reportées vers la région périnéale suivant les espèces, les bourses présentent quelques différences suivant les espèces.

Elles sont accolées l'une à l'autre formant une saillie proéminente divisée en 2 lobes arrondis par un sillon plus ou moins prononcé chez le cheval. Elles forment une masse ovoïde, bilobée, aplatie d'avant en arrière, pendante dans la région inguinale chez les ruminants. Elles forment une masse ovoïde, non pendante, nettement bilobée et reportée vers l'arrière de la région inguinale chez le chien. Chez le chat, elles sont situées sous l'anus où elles forment une masse peu saillante, faiblement bilobée. Chez le lapin, elles forment, en région inguinale, deux masses nettement séparés et divergentes en arrière.

Chaque bourse est constituée par six (6) plans membraneux, deux superficiels formés par le **scrotum** et le **dartos**, trois profonds formés par le **crémaster**, la **fibreuse** et la **séreuse vaginale** et un intermédiaire, la **tunique celluleuse**.

Le scrotum représente l'enveloppe cutanée fine, thermorégulatrice, unique, commune aux deux testicules ; la peau du scrotum est mince, glabre, adhérente au dartos. Toutefois, le scrotum du bélier est souvent couvert de laine, celui du bouc de poils grossiers, celui du chat de poils abondants et celui du lapin de poils longs. Une espèce de bouc brésilien présente la particularité d'avoir un scrotum double ce qui permet d'optimiser la thermorégulation par séparation des deux sacs dartoïques.

Le dartos est une enveloppe, propre à chaque testicule, formée d'un mélange de fibres élastiques, de fibres conjonctives et de fibres musculaires lisses. Il constitue l'appareil suspenseur des bourses, s'épanouissant au pourtour de l'anneau inguinal inférieur et ne s'engageant pas dans le canal inguinal. Les deux sacs dartoïques indépendants l'un de l'autre mais ils s'adossent sur la ligne médiane pour former une double cloison dont les lames s'écartent supérieurement pour livrer passage au pénis. Le dartos joue un rôle thermorégulateur grâce aux contractions musculaires formant des rides au scrotum en cas de froid.

La celluleuse n'est pas distincte en tant que membrane séparable ; elle représente un fascia lamelleux doué d'une grande mobilité. Chez le cheval, elle se condense vers la queue de l'épididyme pour former une sorte de cordon reliant le

dartos à la fibreuse vaginale. Elle joue un rôle protecteur. Elle permet au testicule et à son sac fibreux de fuir en cas de choc ou de compression.

Le crémaster est un muscle à contraction volontaire, étalé sur la face externe et les bords de la gaine vaginale, s'insérant en haut sur la face externe de l'aponévrose lombo-iliaque et en bas sur la face externe de la fibreuse vaginale. Chez le lapin, ce muscle est assez mince et forme un sac complet enveloppant totalement la gaine vaginale.

La contraction du **crémaster** détermine l'ascension du testicule ; chez le lapin, du fait de la disposition du crémaster et de la largeur de l'anneau inguinal la contraction peut entraîner une invagination de la gaine vaginale dans la cavité abdominale.

Le **crémaster** joue un rôle thermorégulateur grâce à ses contractions importantes, il éloigne et rapproche le testicule du corps.

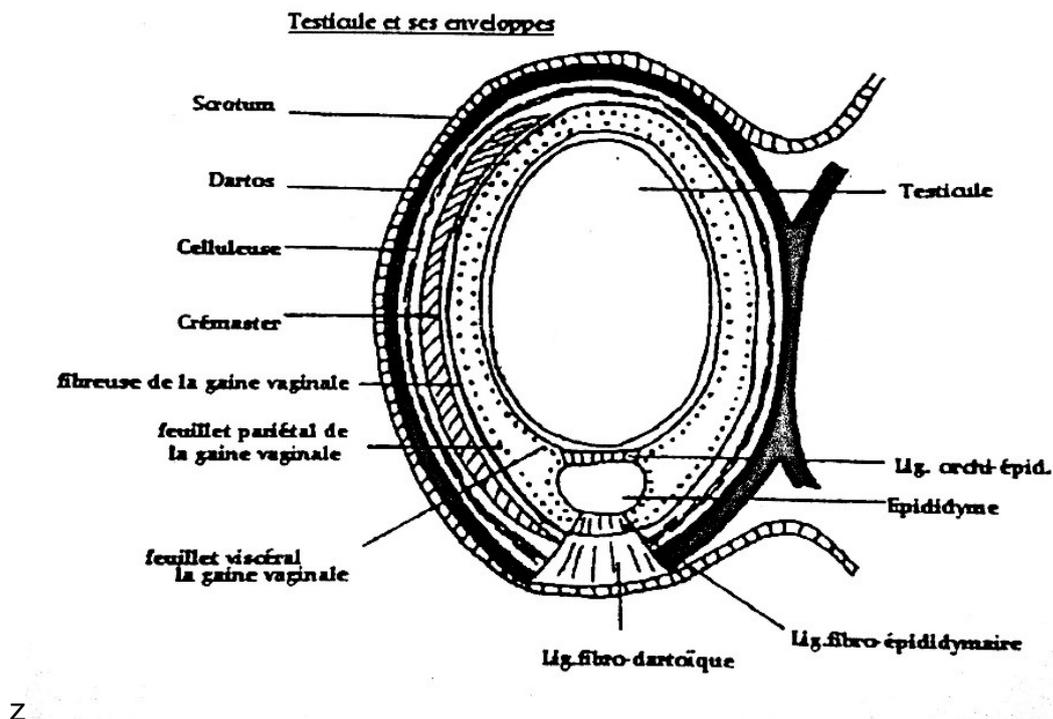


Figure 4 : Les enveloppes testiculaires.

Le **sac fibreux** forme un sac autour de chaque testicule prenant naissance dans l'abdomen et passant l'anneau inguinal. Il permet la fixation du crémaster et la protection du testicule. Chaque sac est formé par deux tuniques : la **tunique vaginale**

qui correspond au feuillet externe du péritoine, la **tunique fibreuse** de nature conjonctive :

✚ **La gaine vaginale** représente un diverticule de la cavité abdominale. Elle est constituée d'une partie externe fibreuse, et d'une partie interne séreuse. La gaine vaginale est renflée dans sa partie inférieure où se loge le testicule ; la partie moyenne est rétrécie et appliquée sur le cordon testiculaire tandis que la partie supérieure, légèrement écrasée, forme l'anneau vaginal point de communication avec la cavité péritonéale.

✚ **La tunique fibreuse** est en continuité, au niveau de l'anneau inguinal supérieur avec le *fascia transversalis* dont elle n'est qu'une dépendance.

La séreuse est une expansion du péritoine ; elle comprend un feuillet pariétal qui tapisse la face interne de la fibreuse et un feuillet viscéral qui recouvre le testicule et le cordon testiculaire. Feuillet pariétal et feuillet viscéral sont réunis l'un à l'autre par un frein séreux formé de 2 lames adossées soutenant le cordon testiculaire qui comprend le canal déférent et les vaisseaux spermatiques : artères testiculaires et plexus veineux pampiniformes.

Les ligaments, orchi-épididymaire, fibro-épididymaire, fibro-dartoiqque stabilisent le testicule dans ses enveloppes.

Le cordon testiculaire assure la suspension du testicule. Il comporte :

- ✓ Le canal déférent ;
- ✓ Le cône vasculaire qui renferme l'artère et la veine testiculaire, les vaisseaux lymphatiques, les nerfs.

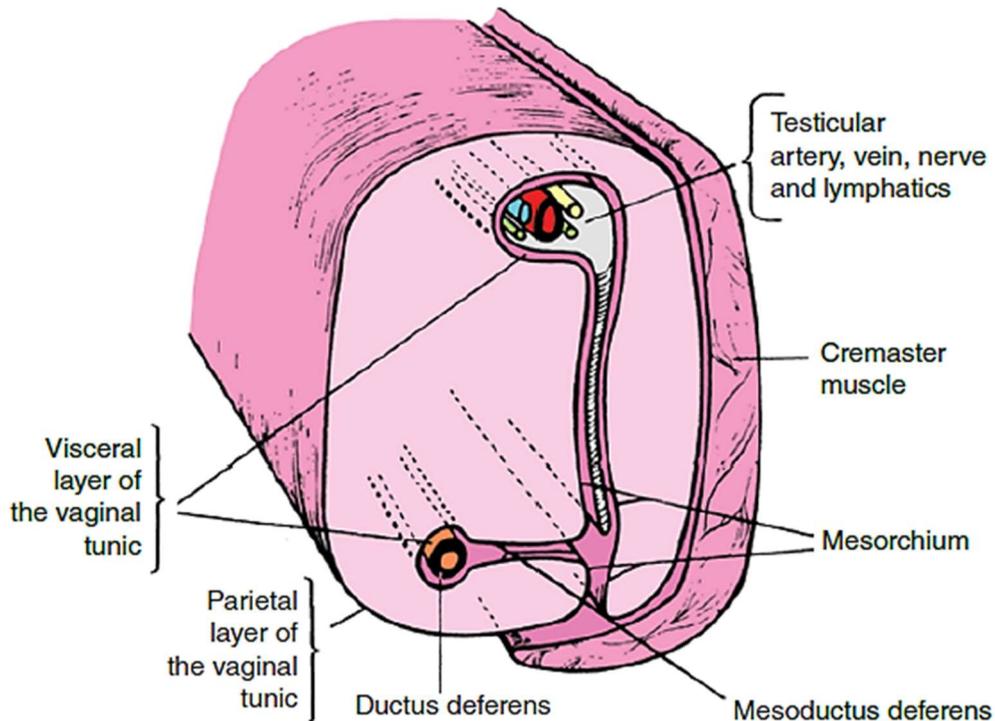


Figure 5 : Coupe transversale du cordon spermatique ou testiculaire.

3.1.3. Structure interne du testicule

Le testicule est revêtu d'une capsule fibreuse, l'albuginée, qui s'invagine et délimite des lobules testiculaires. Chaque lobule contient des tubes séminifères.

3.1.3.1. Les structures tubulaires des testicules

A la sortie d'un lobule, les tubes séminifères se jettent dans un tube droit dont la paroi ne comporte plus que des cellules cubiques, homologues des cellules de Sertoli, et reposant sur une lame basale. Dans le corps de Highmore, les tubes droits s'anastomosent et forment un réseau de canaux, le rete-testis qui se dirige vers la tête de l'épididyme.

3.1.3.2. Les tubes séminifères

Chaque tube, fortement pelotonné sur lui-même, peut mesurer jusqu'à 2 à 3 m de long chez les grandes espèces et 120 à 300 μm de diamètre. Autour d'une lumière centrale pouvant contenir des spermatozoïdes, on observe sur la coupe transversale d'un tube un épithélium stratifié reposant sur une lame basale. Cet épithélium assure la spermatogénèse. Il comporte deux types de cellules :

- ✓ Les cellules germinales aux différents stades de leur évolution.
- ✓ Les cellules de Sertoli dont la partie basale repose sur la lame basale, mais dont le cytoplasme s'étire jusqu'à la lumière du tube et s'insinue entre les cellules germinales. Leur forme est donc variable mais elles sont facilement reconnaissables grâce à leur noyau de forme irrégulière, situé près de la lame basale et caractérisé par un ou deux nucléoles fortement colorés. En plus de leur rôle de soutien, ces cellules ont une activité métabolique importante : la nutrition des cellules germinales et une fonction endocrine.

Extérieurement, la lame basale est recouverte par un tissu conjonctif fin renfermant quelques fibres élastiques et musculaires.

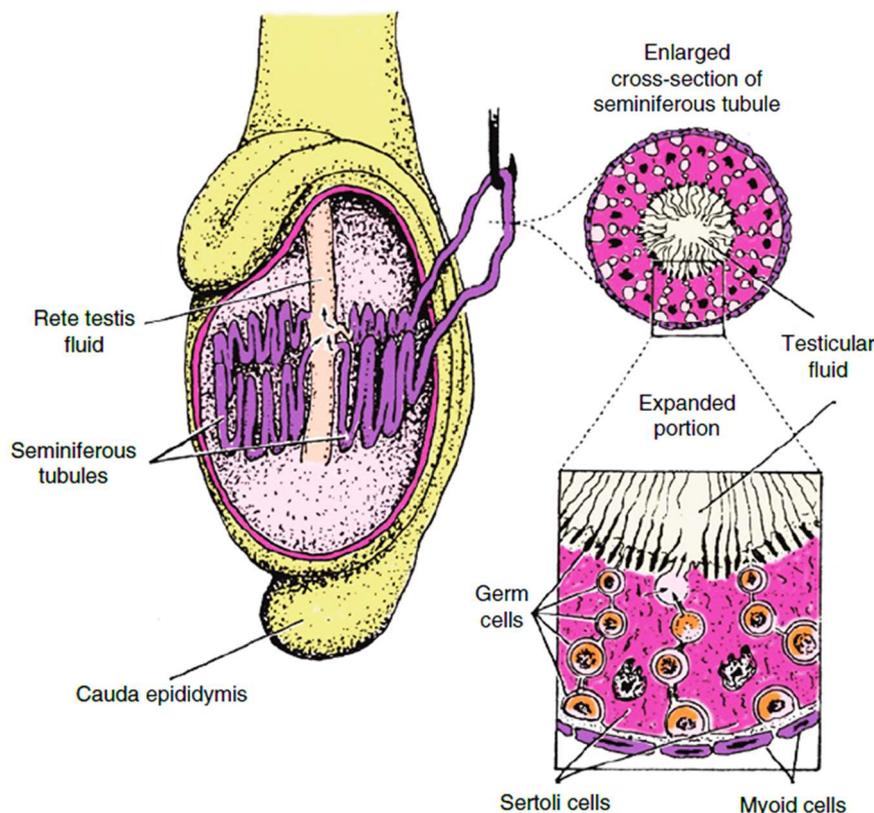


Figure 6 : Localisation et anatomie microscopique du tube séminifère.

3.1.3.3. Le tissu interstitiel

Il est constitué de tissu conjonctif dans lequel se trouvent des petits amas de cellules endocrines, les cellules de Leydig, situées le long des capillaires sanguins. Ces cellules assurent la sécrétion d'hormones mâles.

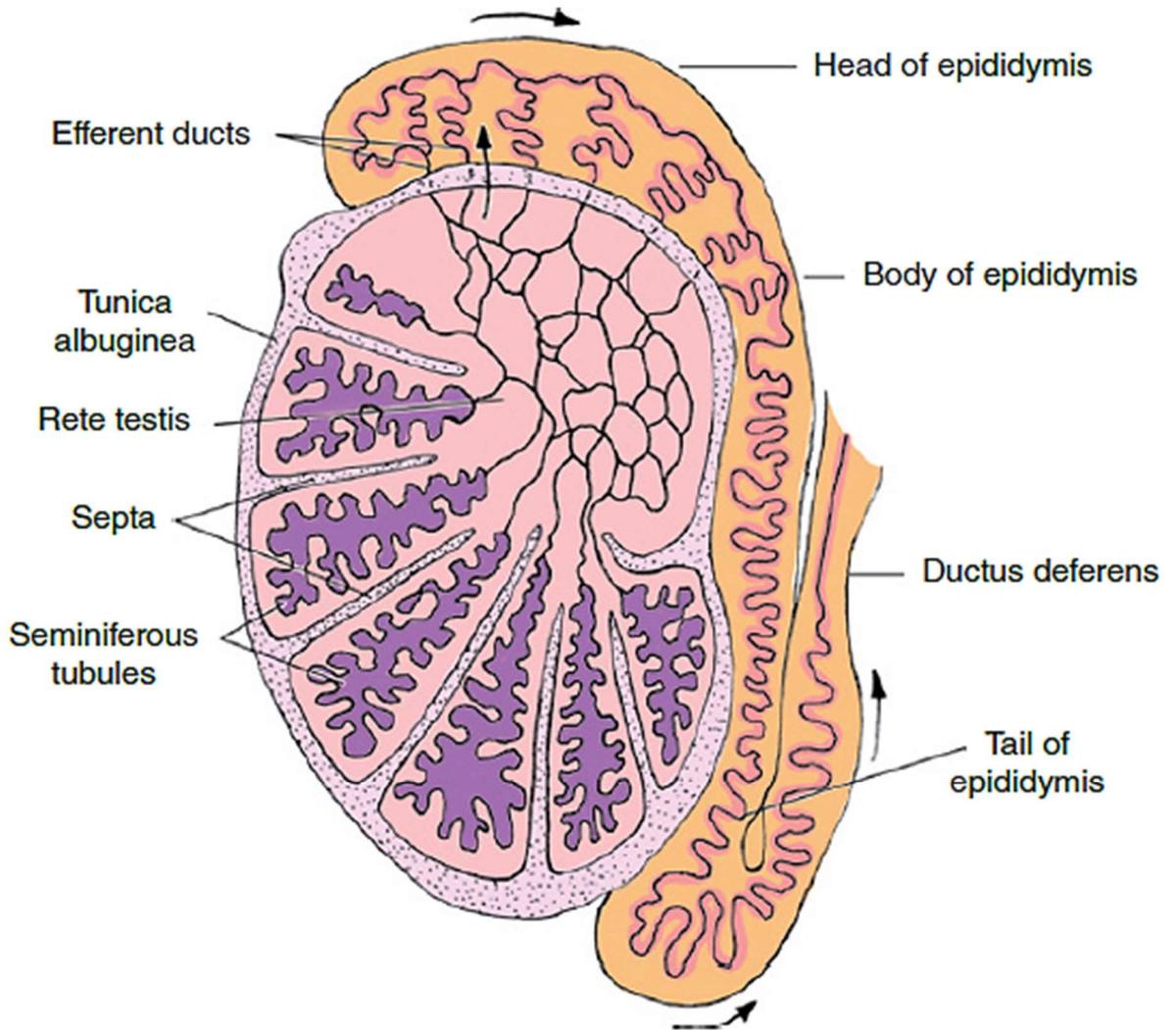


Figure 7 : Structure interne du testicule.

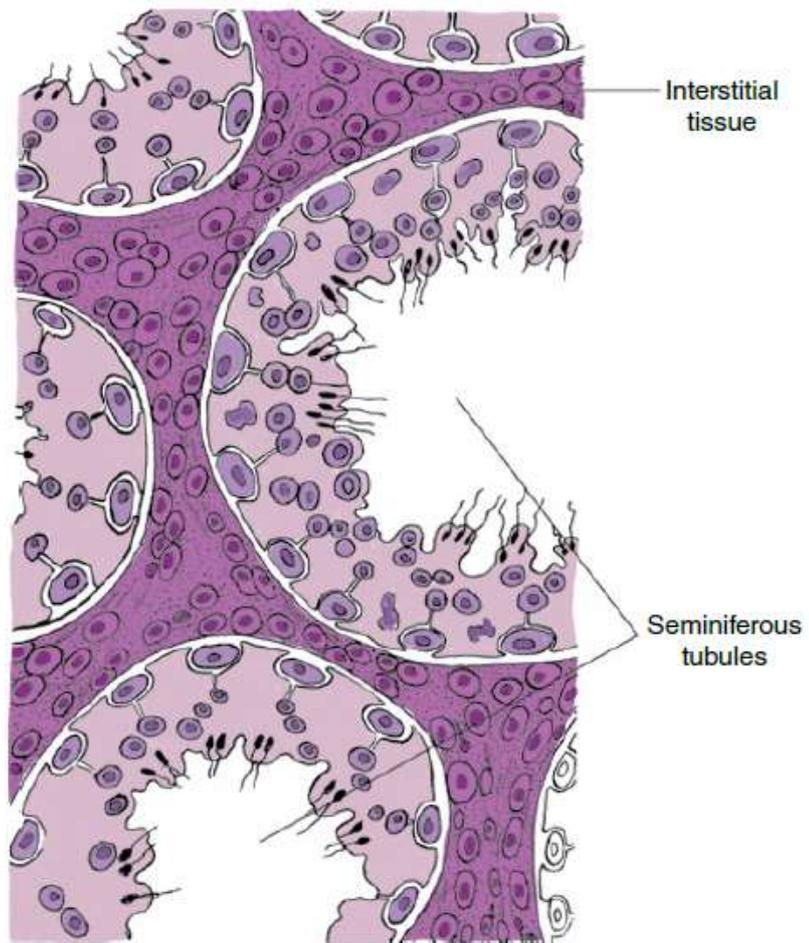


Figure 8 : Tubes séminifères entourés de tissu interstitiel.

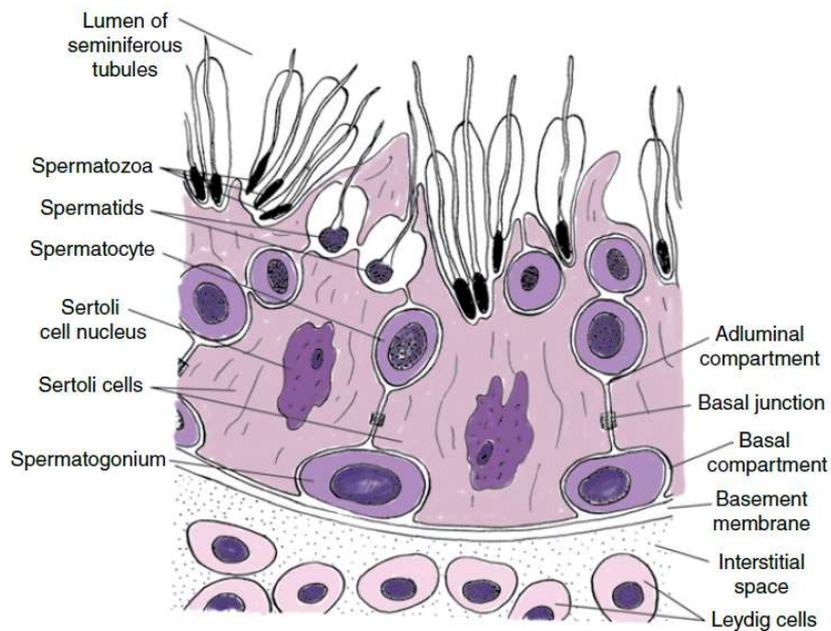


Figure 9 : Cellules du tube séminifère. Les cellules de Sertoli soutiennent et entourent les spermatozoïdes en cours de développement.

3.1.4. Les voies spermatiques extra testiculaires

3.1.4.1. L'épididyme

C'est un organe plaqué sur l'arrière du testicule auquel il fait suite. L'épididyme assure le stockage et la maturation des spermatozoïdes. Il se divise en trois parties : la tête, le corps et la queue. Autour de ce canal, on note la présence d'une couche mince de fibres musculaires lisses dont les contractions permettent le transit des spermatozoïdes.

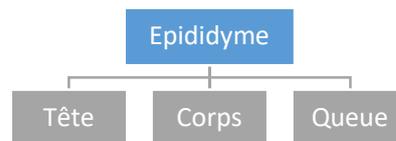


Figure 10 : Parties de l'épididyme.

- a) **La tête** : Renflée, très adhérente au testicule, reçoit les canaux éfférents, série de tubules (de 4 à 20 selon les espèces) arrivant au *rete testis*. L'albuginée envoie vers l'intérieur des cloisons qui répartissent les circonvolutions des canaux éfférents en cônes éfférents.
- b) **Le corps** : Aplati.
- c) **La queue** : Est en continuité avec le canal déférent, entourée par une très fine couche musculaire. Les deux canaux déférents se connectent à l'urètre et cela en union avec le canal issu d'une vésicule séminale, sauf chez le chien et le chat qui n'en ont pas.

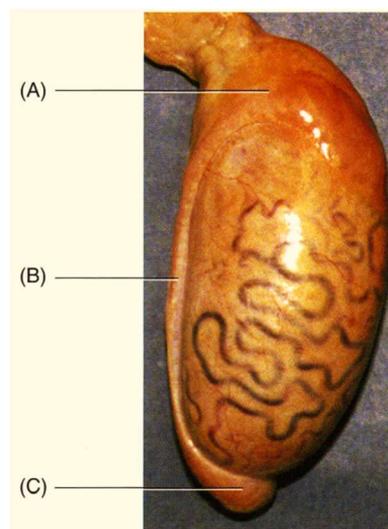


Figure 11 : Testicule bovin. A, tête de l'épididyme, B, Corps de l'épididyme, C, Queue de l'épididyme.

Le corps, la queue et les canaux efférents se réunissent en un canal unique, le canal épидидymaire, très long et circonvolutionné.

En microscopie optique, le canal de l'épididyme se distingue de la paroi des tubes séminifères par son épithélium pseudo-stratifié muni de longues microvillosités appelées stéréocils.

L'épididyme est très développé chez le taureau : la tête recouvre l'extrémité supérieure et même une partie du bord antérieur, le corps est reporté en dehors et adhère au bord postérieur. La queue forme un appendice bien détaché de l'extrémité inférieure et adhère au fond de la vaginale. Il est épais et collé contre le testicule chez le chien. Chez le lapin, la tête de l'épididyme est recourbée en crochet autour de l'extrémité supérieure du testicule et la queue forme un lobe bien détaché de l'extrémité inférieure.

L'épididyme est constitué d'un épithélium pseudo-stratifié cilié (transport des spermatozoïdes encore incapables de se mouvoir), présentant de nombreuses microvillosités et d'une paroi fibro-musculaire. Il élabore un produit de sécrétion dont le rôle est important pour assurer la vitalité et la maturation des spermatozoïdes. Cette activité sécrétoire est supprimée par la castration.

La migration de la gouttelette protoplasmique du spermatozoïde s'opère au cours du transit épидидymaire. Cette modification morphologique est concomitante de modifications physiques et cytochimiques.

Les canaux efférents sont tapissés de cellules épithéliales ciliées et non ciliées, responsables de nombreux échanges.

Le canal épидидymaire est tapissé de différents types de cellules dénommées « principales, accessoires, claires, basales et auréoles » dont les abondances relatives varient suivant les segments envisagés.

Le diamètre de la lumière de l'épididyme augmente depuis la fin des canaux efférents vers la tête de l'épididyme et va de pair avec la diminution de la hauteur des cellules et l'augmentation de la densité des spermatozoïdes retrouvée dans la tête. Le diamètre luminal varie peu en passant de la tête au corps mais s'accroît en passant du corps à la queue tout comme augmente la densité en spermatozoïdes.

La **durée du transit épидидymaire** des spermatozoïdes est remarquablement constante pour chaque espèce et elle a pu être établie par le recours aux radio-isotopes : elle est de **9 à 13 jours** chez le taureau, **12 à 15 jours** chez le bélier. Cette durée est fonction de la fréquence des éjaculations et elle peut être raccourcie lors d'une trop grande fréquence de ces dernières ; ceci implique la nécessité d'un rythme optimum à respecter lors des récoltes du sperme. Ce rythme est variable suivant les espèces.

Remarque :

Il semble que la durée du transit à travers l'épididyme puisse varier uniquement au niveau de la queue de celui-ci, réservoir effectif, qui libère alors plus ou moins vite les spermatozoïdes qu'elle stocke (survie possible : 3 semaines) mais pas au niveau des deux autres segments.

Tableau 2 : Durée du transit épидидymaire des spermatozoïdes chez quelques espèces.

ESPECE	DUREE DU TRANSIT
TAUREAU	9 – 13 jours
BELIER	12 – 15 jours
RAT	9 – 10 jours
HOMME	1 – 12 jours

3.1.4.2. Rôle de l'épididyme :

1. Transport des spermatozoïdes ;
2. Barrière sélective vis-à-vis du sang : réalisée par les nombreuses *tight-junctions* présentes ;
3. Absorption d'une grande partie du liquide émanant du rete-testis permettant une concentration effective des spermatozoïdes ;
4. Absorption sélective de certains ions et molécules organiques ;
5. Sécrétion intra-luminale de protéines (glyco-), ions et molécules organiques ;

6. Réalisation de métabolismes intermédiaires, de synthèse et métabolisation de stéroïdes et d'autres substances telles que prostaglandines...

7. Spermatophagie : lors de la présence de spermatozoïdes en quantité excessive dans la lumière ou lorsqu'ils sont anormaux, la possibilité existe pour l'épididyme et les canaux déférents de les phagocyter, les détruire et les digérer. Il faut cependant noter que dans les conditions normales, l'épididyme ne joue à ce niveau qu'un rôle mineur, la plupart des spermatozoïdes sont éliminés par éjaculation ou miction (homme, lapin, bélier).

8. Maturation spermatozoïque : la tête et le corps de l'épididyme assurent cette maturation, tandis que la queue a plutôt un rôle de réservoir : des expériences réalisées chez le taureau et chez le bélier montrent une amélioration des fonctions spermatiques entre la partie distale du corps et la partie proximale de la queue de l'épididyme et les gamètes retrouvés soit en partie proximale, soit en partie distale de la queue sont équivalents à ceux retrouvés dans l'éjaculat :

- ✓ Migration de la gouttelette protoplasmique, de la région nucale du flagelle vers la fin de la pièce intermédiaire du spermatozoïde et perte de cette gouttelette, durant le transit épididymaire.
- ✓ Décapacitation du spermatozoïde par un facteur chimique dit de décapacitation présent au niveau des liquides séminaux.
- ✓ Augmentation de la mobilité des spermatozoïdes.
- ✓ Changement de forme et de structure de l'acrosome.
- ✓ Augmentation de la charge anionique du spermatozoïde au niveau de la queue épididymaire.
- ✓ Evolution dans la composition protéique et lipidique ainsi que dans les métabolismes spermatozoïques.

3.1.4.3. Le canal déférent

La queue de l'épididyme se poursuit par le canal déférent qui fait suite au canal épididymaire. D'abord contourné, il devient droit pour franchir l'anneau inguinal et gagner la cavité abdominale. Il monte dans la gaine vaginale soutenu par le mésodéférentiel, pénètre dans la cavité abdominale par l'orifice de cette gaine, s'infléchit en dedans et en arrière vers l'entrée du bassin, se place au-dessus de la vessie où, chez

certaines espèces (**cheval, taureau, lapin**), il se renfle en un fuseau, appelé ampoule déférentielle, qui s'unit à celui du côté opposé et va s'ouvrir finalement dans le canal de l'urètre. Ce renflement n'existe pas chez le verrat et le chat, et il est peu développé chez le chien.

Le canal déférent comporte une muqueuse formée d'un épithélium cylindrique pseudo-stratifié cilié, une musculature renforcée au niveau de l'ampoule déférentielle là où elle existe (**cheval, taureau, lapin**), et une couche adventice faite de nombreuses fibres élastiques.

Outre son rôle de voie vectrice du sperme, le canal déférent joue également un rôle physiologique assez semblable à celui du canal épидidymaire. Notons que l'ocytocine et l'adrénaline renforcent les contractions déférentielles et que les prostaglandines contrôlent également le transit à travers le déférent.

3.1.4.4. L'urètre

C'est un canal impair qui sert à la fois à l'excrétion de l'urine et du sperme. Il comporte trois parties :

- ✓ L'urètre pelvien, logé dans le bassin ;
- ✓ Le bulbe de l'urètre, où il quitte le bassin en réalisant une courbure bien marquée vers l'avant. C'est à ce niveau qu'apparaissent les formations érectiles : **le corps spongieux** et **le corps caverneux** ;
- ✓ L'urètre pénien.

3.1.5. Le pénis

Il est formé par l'urètre pénien auquel sont annexés des muscles et des formations érectiles. Les tissus érectiles sont constitués de tissu conjonctif parcouru par un système de capillaires qui s'élargissent en lacunes et cavernes qu'un afflux de sang peut dilater, permettant ainsi l'érection.

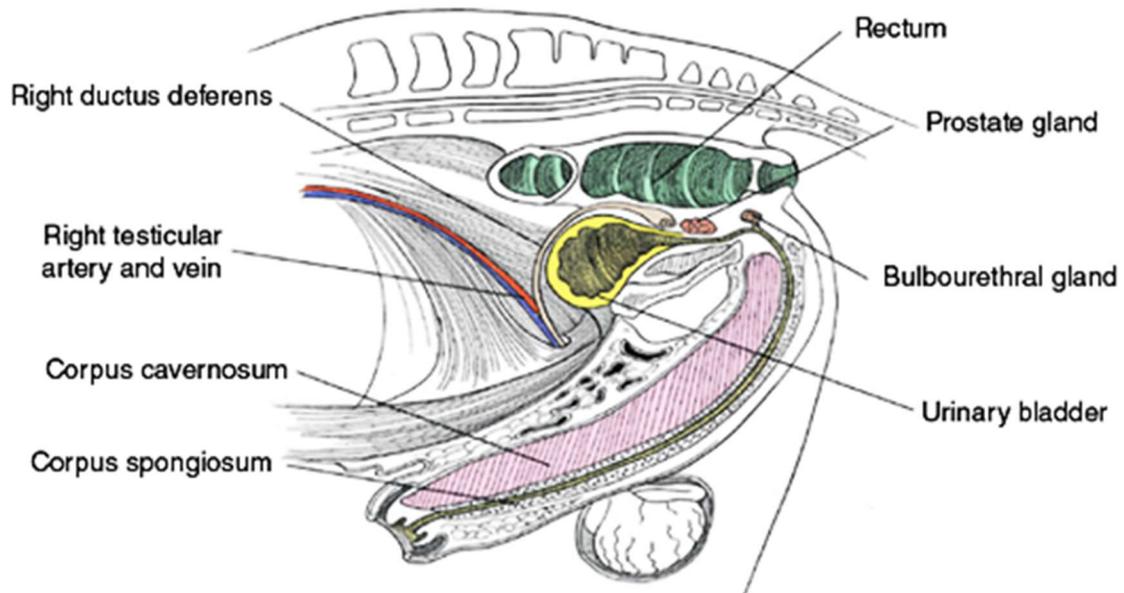


Figure 12 : Anatomie du pénis d'étalon.

Les tissus érectiles sont situés :

- ✓ Dans le corps spongieux qui débute au niveau du bulbe sous le renflement du muscle bulbo-spongieux. Il entoure l'urètre sur toute sa longueur pénienne et se termine par un renflement au niveau du gland ;
- ✓ Dans le corps caverneux, formé par des baguettes cylindroïdes blanchâtres qui prennent naissance avec les muscles ischio-caverneux sur le bord caudal de l'os iliaque, et se prolongent, après fusion, jusqu'à l'extrémité dorsale du gland.

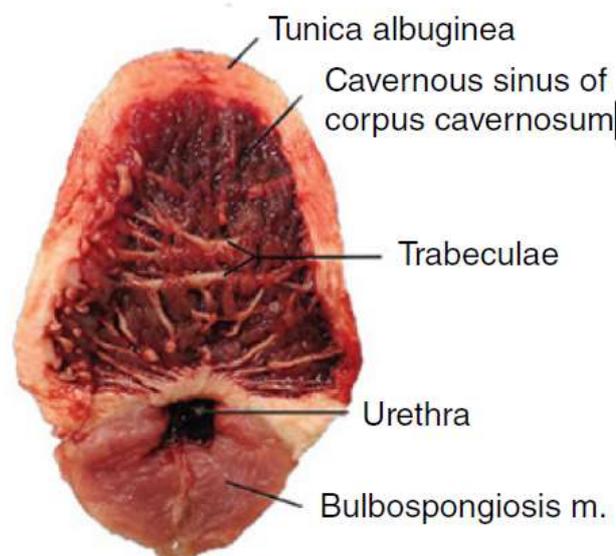


Figure 13 : Coupe transversale du pénis d'étalon.

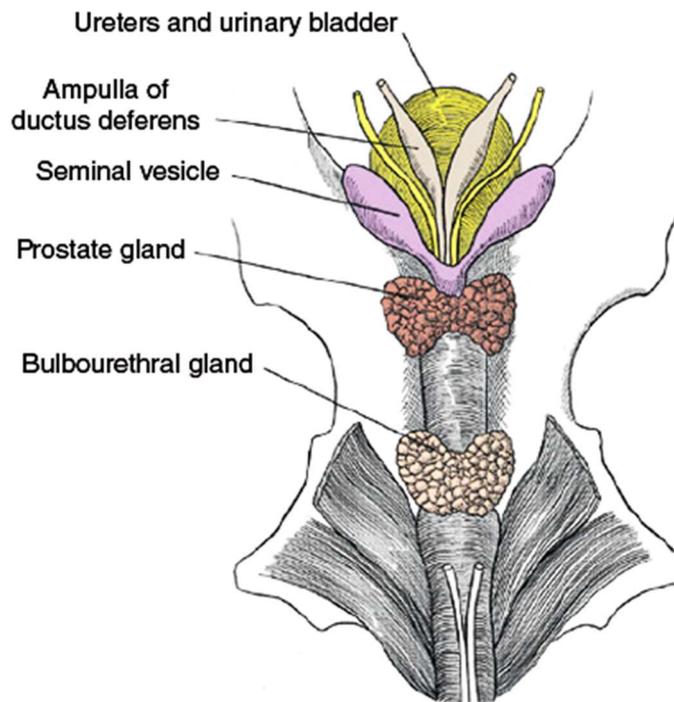


Figure 56 : Vue dorsale des glandes annexes et de l'attachement du pénis au pelvis.

Les muscles rétracteurs du pénis existent chez toutes les espèces. Chez les ruminants et les porcins, ils participent au déroulement et à la rétraction du S pénien. Chez les **équidés**, qui **n'ont pas de S pénien**, ils maintiennent le pénis au repos.

Le gland, de forme variable suivant les espèces, est protégé par un repli cutané plus ou moins long, le **prépuce**, qui contient des glandes sécrétrices de **phéromones**.

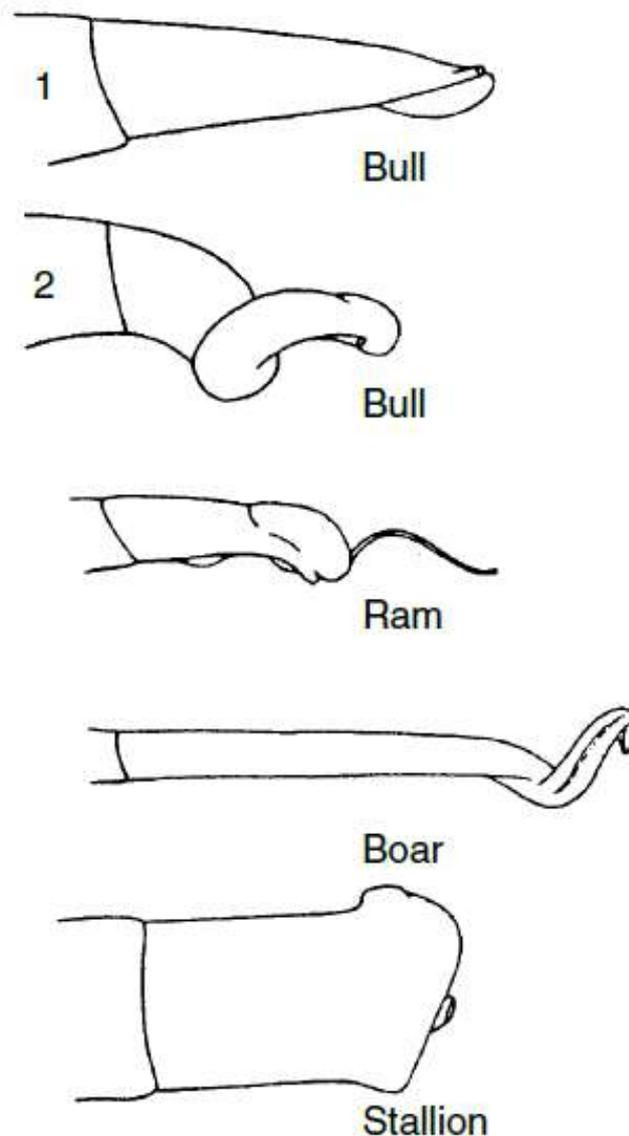


Figure 14 : Anatomie comparée du pénis chez quelques espèces animales.

1 : pénis de taureau avant intromission ; 2 : Pénis de taureau après intromission.

3.1.6. Les glandes annexes

L'ensemble de leurs sécrétions constitue le liquide spermatique qui, mélangé aux spermatozoïdes, constitue le sperme dans l'urètre.

3.1.6.1. Les vésicules séminales

Au-dessus de chaque canal déférent, se situe une vésicule séminale qui déverse sa sécrétion dans l'urètre :

- ✓ Par un canal excréteur indépendant du canal déférent chez le porc ;
- ✓ Par le canal éjaculateur qui résulte de la fusion du canal excréteur de la glande avec la portion terminale du canal déférent chez les ruminants et les équidés.

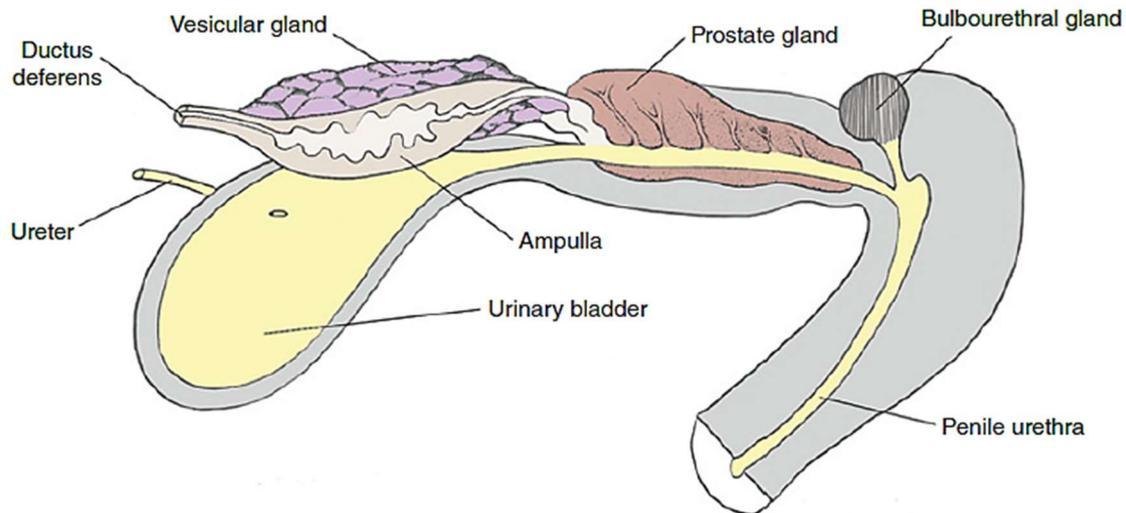


Figure 15 : Glandes sexuelles annexes du taureau.

Les sécrétions des vésicules séminales constituent une grande partie du liquide spermatique (environ 60 % du volume total du sperme). Il s'agit d'un liquide visqueux et jaunâtre renfermant diverses substances dont :

- ✓ Du mucus jouant le rôle de lubrifiant pour l'urètre ;
- ✓ Du fructose utilisé comme source d'énergie par les spermatozoïdes ;
- ✓ Diverses protéines servant à la coagulation du sperme à sa sortie de l'urètre (la séminogéline), puis à sa liquéfaction dans les voies génitales femelles pour libérer les spermatozoïdes (la fibrinolysine) ;
- ✓ Des hormones, dont la relaxine qui augmente la mobilité des spermatozoïdes.
- ✓ De l'acide ascorbique jouant le rôle d'antioxydant ;
- ✓ Une substance antibiotique (la séminalplasmine).

3.1.6.2. La prostate

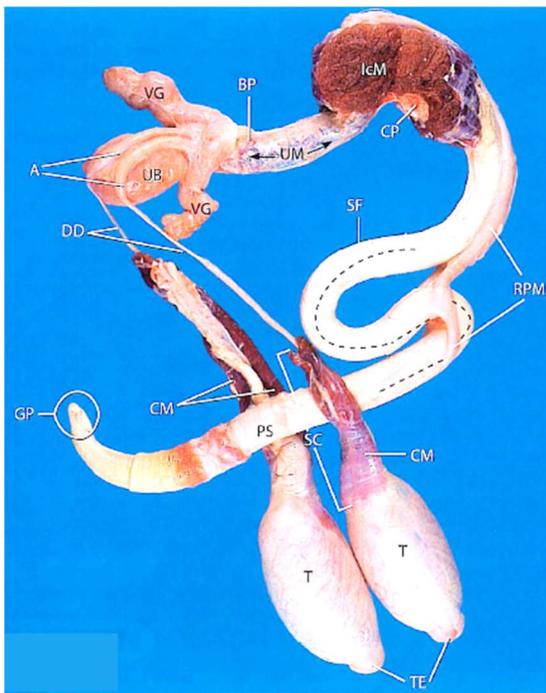
Bien qu'apparaissent généralement comme un organe impair coiffant l'urètre près du col de la vessie, c'est un agglomérat de glandes possédant chacune son canal excréteur. Ces glandes peuvent former un renflement visible, le corps de la prostate. Elles peuvent aussi rester disséminées dans la paroi de l'urètre : c'est la prostate disséminée.

Les sécrétions prostatiques ont un aspect laiteux. Elles contiennent diverses enzymes (phosphatase acide, amylase) semblant favoriser la mobilité des spermatozoïdes, des prostaglandines qui favorisent la remontée des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles, ainsi que de l'acide citrique, par son pouvoir tampon, limite les variations de pH du sperme (le citrate entre fréquemment dans la composition des dilueurs utilisés en insémination artificielle).

3.1.6.3. Les glandes bulbo-urétrales

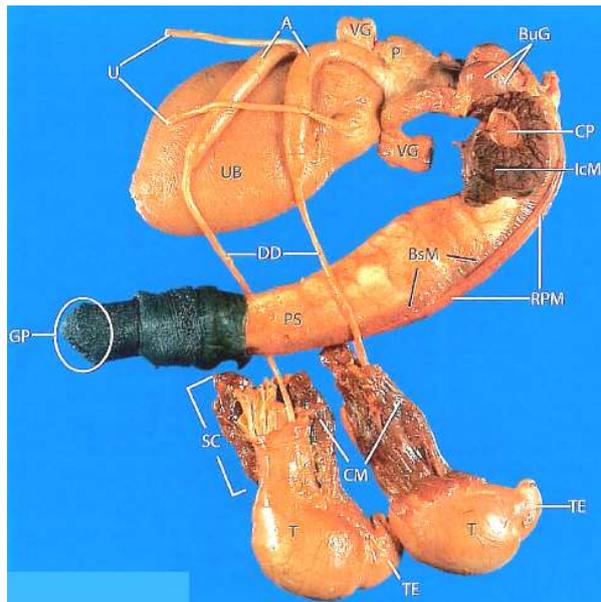
Elles sont situées dorsalement sur l'urètre, juste avant le bulbe. Elles sont plus ou moins développées suivant les espèces.

Les glandes bulbo-urétrales sécrètent avant l'éjaculation un liquide clair et visqueux qui joue un rôle lubrifiant et neutralise l'acidité de l'urine restant dans l'urètre.



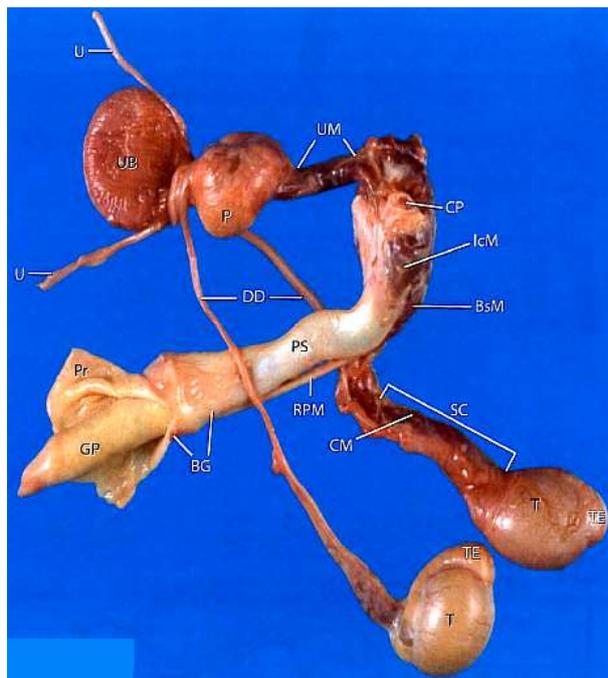
- A = Ampoule
- BP = Corps de la prostate
- CM = Muscle cremaster
- CP = Crus Penis
- DD = Canal déférent
- GP = Gland du pénis
- IcM = Muscle ischiocaverneux
- PS = Penile Shaft
- RPM = Muscle rétracteur du pénis
- SC = Cordon spermatique
- SF = flexion sigmoïde
- T = Testicule
- TE = Queue de l'épididyme
- UB = Vessie
- UM = Urethralis Muscle
- VG = Glande vésiculaire

Figure 16 : Anatomie de l'appareil reproducteur du taureau



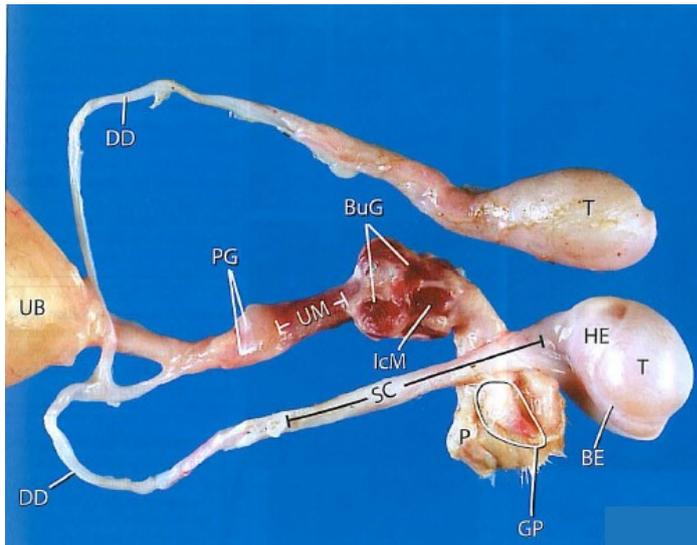
- A = Ampoule
- BsM = Muscle bulbospongieux
- BuG = Glande bulbo urétrale
- CM = Muscle cremaster
- CP = Crus Penis
- DO = Canal deferent
- GP = Glans Penis
- IcM = Muscle ischiocaverneux
- P = Prostate
- PS = Penile Shaft
- RPM = Muscle retracteur du pénis
- SC = Cordon spermatique
- T = Testicule
- TE = Queue de l'épididyme
- U = Uretères
- UB = Vessie
- VG = Glande vésiculaire

Figure 17 : Anatomie de l'appareil génital de l'étalon.



- BG = Bulbus Glandis
- BsM = Muscle bulbospongieux
- CM = Muscle cremaster
- CP = Crus Penis
- DD = Canal deferent
- GP = Glans Penis
- IcM = Muscle ischiocaverneux
- T = Testicule
- P = Prostate
- TE = Queue de l'épididyme
- PS = Penile Shaft
- U = Uretère
- PR = Prepuce
- UB = Vessie
- RPM = Muscle retracteur du pénis

Figure 18 : Anatomie de l'appareil génital du chien.



- BE = Corps de l'épididyme
- BuG = Glandes bulbo urétrales
- DD = Canal deferent
- GP = Glans Penis
- HE = Tête de l'épididyme
- IcM = Muscle ischiocaverneux
- P = Prepuce
- PG = Prostate
- SC = Cordon spermatique
- T = Testicule
- U = Vessie
- UM = Urethralis Muscle

Figure 19 : Anatomie de l'appareil génital du chat.

Bibliographie :

Bay K, Main KM, Toppari J, Skakkebaek NE: Testicular descent: INSL-3, testosterone, genes and the intrauterine milieu. *Nature Rev Urol* 2011; 8: 187-196.

Berta P, Hawkins JR, Sinclair AH, Taylor A, Griffiths BL, Goodfellow PN, Fellous M. Genetic evidence equating SRY and the testis determining factor. *Nature* 348 (1990) 448–450.

Drion P, Beckers JF, Derivaux J, Hanzen C, Ectors F. 2002. *Physiologie de la reproduction*. Université de Liège. Faculté de Médecine vétérinaire.

Evans HE, de Lahunta A: *Miller's anatomy of the dog*, 4th ed., 2013.

Fails AD, Magee C: *Anatomy and physiology of farm animals*, 8th ed., 2018.

Faraj J. Apport de la cytogénétique et de la biologie moléculaire dans les troubles de la différenciation sexuelle. Thèse pour l'obtention du doctorat en médecine. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Royaume du Maroc (2015) 221 p.

Grinson RP, Rey RA. Molecular Characterization of XX Maleness. *Int. J. Mol. Sci.* 2019; 20:6089.

Hafez ESE, Hafez B: *Reproduction in farm animals*, 7th ed., 2000.

Hammes A, Guo JK, Lutsch G, Leheste JR, Landrock D, Ziegler U et al. Two splice variants of the Wilms'tumor 1 gene have distinct functions during sex determination and nephron formation. *Cell* 106 2001319-329.

Joe H, Fuquay JW, Willard ST. *Applied animal reproduction*, 6th ed., 2004.

Kuttenn F, d'Acremont MF, Mowszowicz I. Anomalies de la différenciation sexuelle. *Encycl Méd Chir* (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Endocrinologie- Nutrition, 10-033-A-10 (2003) p 26.

Lin L, Achermann JC. Steroidogenic factor-1 (SF-1, Ad4BP, NR5A1) and disorders of testis development. *Sexual Development* 2 (4–5) (2008) 200–209.

McGeady TA, Quinn PJ, FitzPatrick ES, Ryan MT, Cahalan S: *Veterinary embryology*, 1st ed., 2006.

Paget, Sandrine. Etude cytogénétique et moléculaire d'un cas d'intersexualité chez le chien et le cheval. Thèse d'exercice, Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2001, 200 p.

Pannetier M, Fabre S, Batista F et al. FOXL2 activates P450 aromatase gene transcription : towards a better characterization of the early steps of mammalian ovarian development. *J Mol Endocrinol* 36 (3) (2006) 399–413.

Rey R, Josso N, Racine C. Sexual Differentiation. [Updated 2020 May 27]. In: Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, et al., editors. *Endotext* [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279001/>

Rice W. Evolution of the Y sex chromosome in animals. *Bioscience* 1996; 46:331–43.

Royer-Pokora B, Beier M, Henzler M, Alam R, Schumacher V, Weirich A, et al. Twenty-four new cases of WT1 germline mutations and review of the literature: genotype/phenotype correlations for Wilms tumor development. *Am J Med Genet A* 127 (2004) 249-57.

Sekido R, Bar I, Narvaez V et al. SOX9 is upregulated by the transient expression of SRY specifically in Sertoli cell precursors. *Developmental Biology* 274 (2) (2004) 271–279.

Sekido R, Lovell-Badge R. Sex determination involves synergistic action of SRY and SF1 on a specific Sox9 enhancer. *Nature* 453 (7197) (2008) 930–934.

Senger PL. Pathways to pregnancy and parturition. 2005. 3^{ème} édition. Current Conceptions, Inc.

Tevosian SG, Albrecht KH, Crispino JD, Fujiwara Y, Eicher EM, Orkin SH. Gonadal differentiation, sex determination and normal Sry expression in mice require direct interaction between transcription partners GATA4 and FOG2. *Development* 129 (2002) 4627–4634.

Wilhelm D, Englert C. The Wilms tumor suppressor WT1 regulates early gonad development by activation of Sf1. *Genes & Development* 16 (14) (2002) 1839–1851.

Sitographie :

Library of Reproduction Images (LORI: <http://lorimainsection.blogspot.ca>)

Ludivine Pasquier. Définitions Propédeutique : ensemble des techniques d'examens <https://slideplayer.fr/slide/3966384/>

Jean-Loup Huret, Claude Leonard, John RK Savage. (2000) MRC Radiation, Genome Stability Unit, Harwell, Didcot, OX11 0RD, UK <http://atlasgeneticsoncology.org/Educ/PolyMecaFr.html>

<http://nico8386.free.fr/cours/BA/Embryog%E9n%E8se%20-%20Organogen%E8se/Organogen%E8se/12%20Syst%E8me%20g%E9nital.doc>

<http://www.embryology.ch/francais/ugenital/diffmorpho01.html>

<https://veteriankey.com/testes-and-scrotum/>

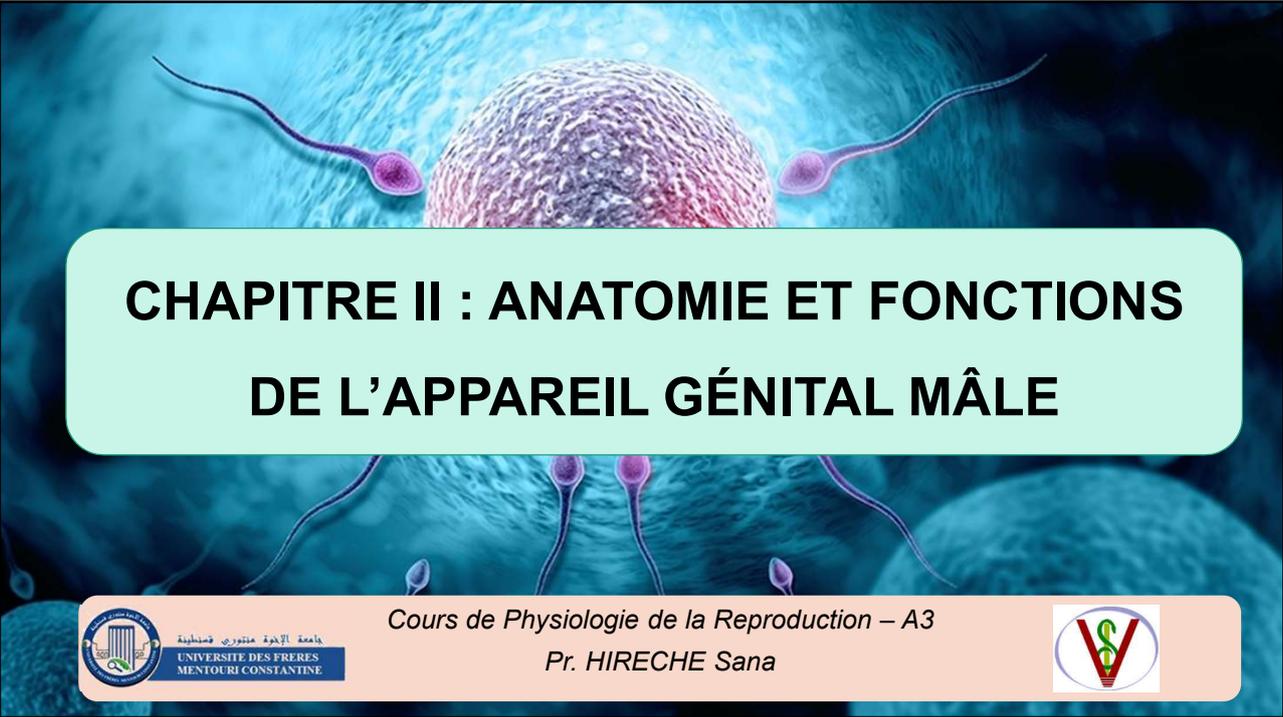
<https://www.aquaportail.com/definition-1995-ovipare.html>

<http://www.usa-gardening.com/hatching-chicken-eggs/chicken-embryo-development.html>

<https://imgur.com/a/OifpM?gallery>

<https://monjardindidees.fr/zoom-sur-le-guppy/>

<https://veteriankey.com/male-reproductive-system-2/>



CHAPITRE II : ANATOMIE ET FONCTIONS DE L'APPAREIL GÉNITAL MÂLE



جامعة frères منطوري قسنطينة
UNIVERSITE DES FRERES
MENTOURI CONSTANTINE

Cours de Physiologie de la Reproduction – A3

Pr. HIRECHE Sana



Avant de commencer le cours !
Concernant les **travaux pratiques**

Veillez ramener s'il vous plait :

- ✓ des testicules **bovins** ou **ovins** pour le **TP N° 1**,
- ✓ des matrices (utérus) pour le **TP N°3**

INTRODUCTION

Les appareils reproducteurs mâle et femelle possèdent des particularités anatomiques en relation avec leur fonction

Objectifs du cours



1. Décrire l'anatomie et les fonctions des différentes parties de l'appareil génital mâle,
2. Citer les enveloppes testiculaires,
3. Donner le rôle de chaque enveloppe testiculaire,
4. Citer la fonction des ligaments orchi-épididymaire, fibro-épididymaire et fibro-dartoiqque,
5. Donner l'anatomie et la fonction du cordon spermatique,
6. Donner les fonctions des cellules de Sertoli,
7. Connaître le rôle des cellules de Leydig,

Objectifs du cours



8. Citer le type et la fonction de d'épithélium tapissant l'épididyme,
9. Donner le rôle du produit de sécrétion de l'épididyme,
10. Donner la durée du transit épididymaire chez le taureau et le bélier,
11. Connaître au niveau de quel segment de l'épididyme que la durée du transit varie,
12. Citer les différentes fonctions de l'épididyme,
13. Définir l'ampoule déférentielle chez le cheval, taureau et lapin,
14. Donner le rôle physiologique du canal déférent,
15. Citer les hormones renforçant les contractions déférentielles,

Objectifs du cours



16. Connaître la localisation des tissus érectiles,
17. Citer les substances composant les sécrétions séminales,
18. Connaître l'aspect et le rôle des sécrétions prostatiques,
19. Connaître le rôle des sécrétions bulbo-urétrales.

Décrire l'anatomie et les fonctions des différentes parties de l'appareil génital mâle

- L'appareil reproducteur mâle a pour rôle **la production de sperme et son dépôt dans les voies génitales femelles** où a lieu la fécondation.

Décrire l'anatomie et les fonctions des différentes parties de l'appareil génital mâle

- Deux testicules, glandes génitales à double fonction :
 - **Spermatique**, assurant l'élaboration des gamètes mâles ou spermatozoïdes;
 - **Endocrine** assurant la sécrétion d'hormones sexuelles mâles : **androgènes, œstrogènes, AMH, ABP, inhibine**.

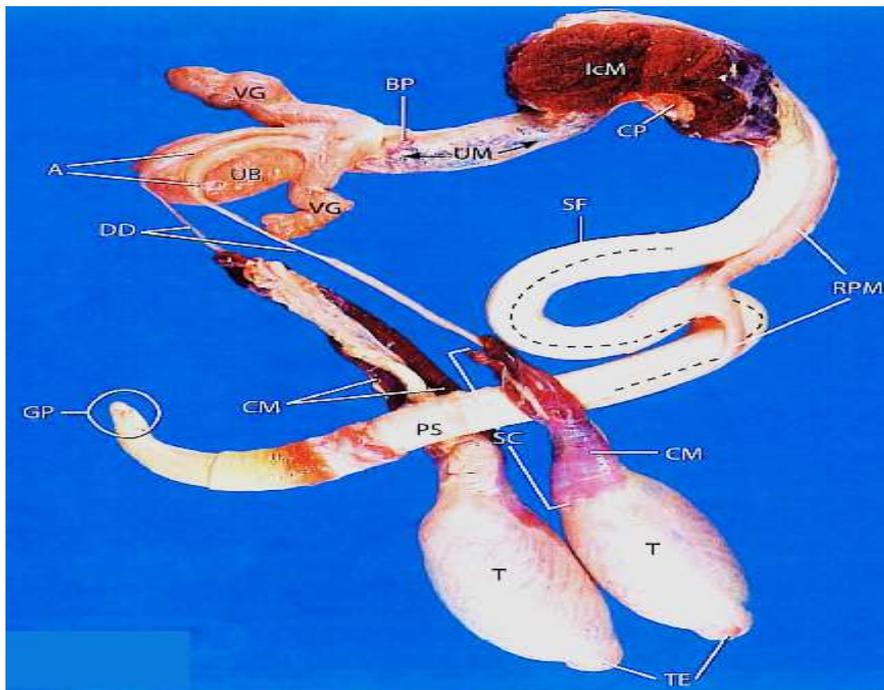
Décrire l'anatomie et les fonctions des différentes parties de l'appareil génital mâle

- **Voies spermatiques** : l'épididyme, le canal déférent, l'urètre, le pénis,
- **Fonctions: Maturation des spermatozoïdes et leur acheminement vers les voies génitales femelles.**

Décrire l'anatomie et les fonctions des différentes parties de l'appareil génital mâle

- **Glandes annexes** : vésicules séminales, prostate, glandes de Cowper,
- **Fonctions: Les produits de sécrétion des glandes et le fluide testiculaire diluent et nourrissent les spermatozoïdes, facilitent leur survie et transport.**

- A = Ampoule
- BP = Corps de la prostate
- CM = Muscle crémaster
- CP = Crus Penis
- DD = Canal déférent
- GP = Gland du pénis
- IcM = Muscle ischio-caverneux
- PS = Penile Shaft
- RPM = Muscle rétracteur du pénis
- SC = Cordon spermatique
- SF = flexion sigmoïde
- T = Testicule
- TE = Queue de l'épididyme
- UB = Vessie
- UM = Urethralis Muscle
- VG = Glande vésiculaire



Coupe transversale du testicule dans le scrotum et son rapport avec les différents feuillets du péritoine

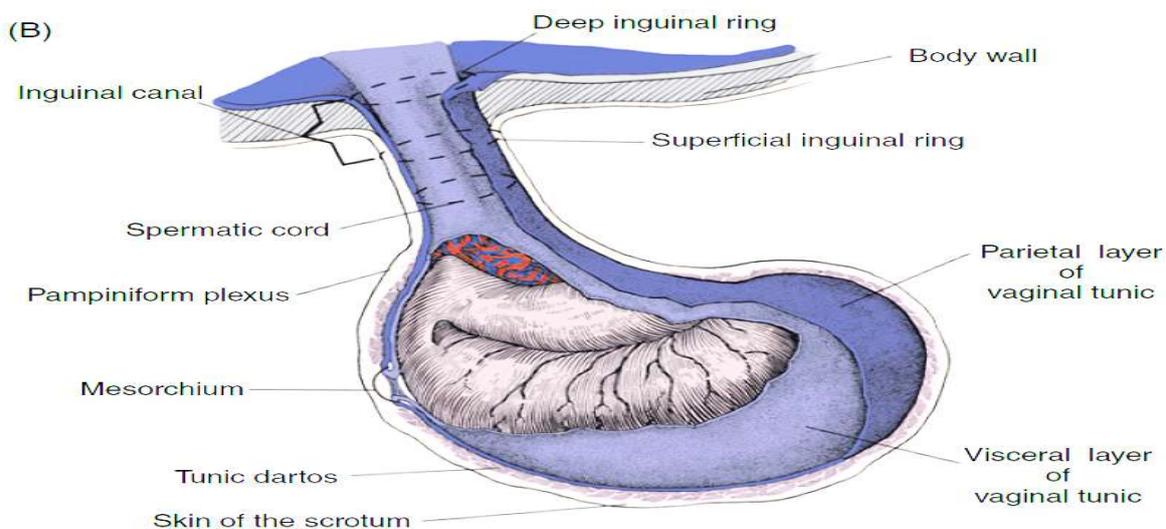
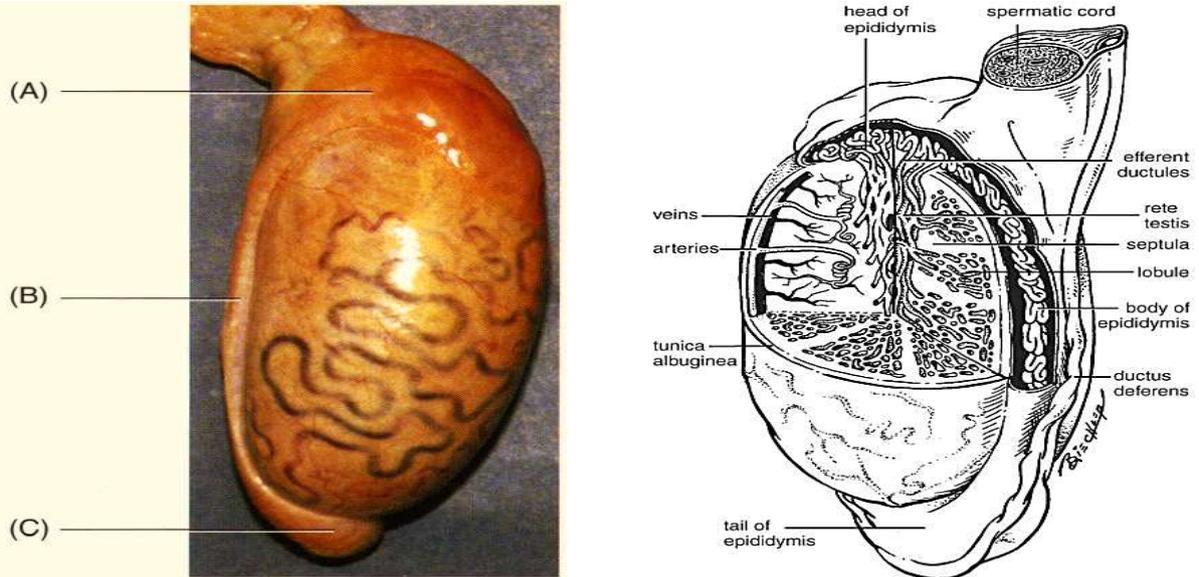


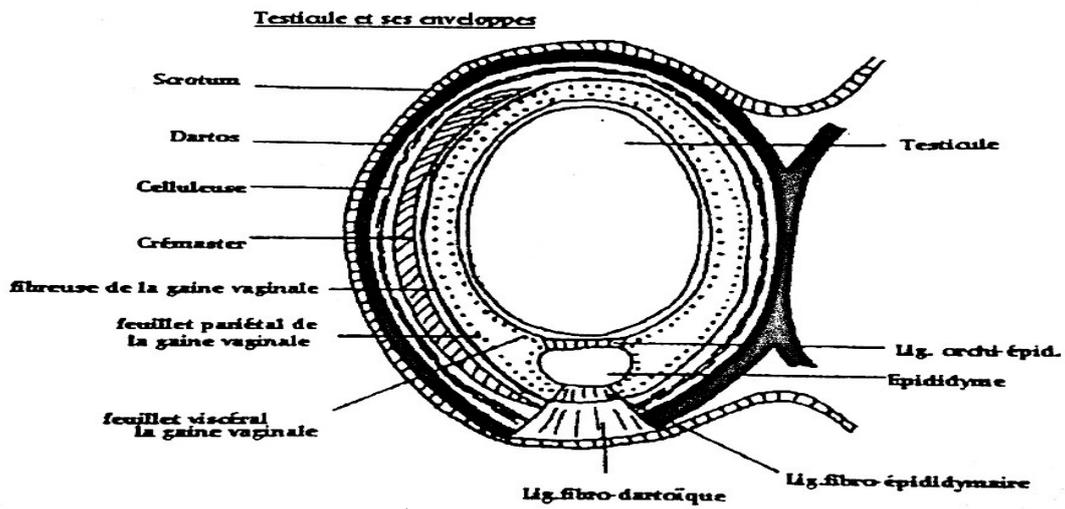
Schéma d'un testicule bovin



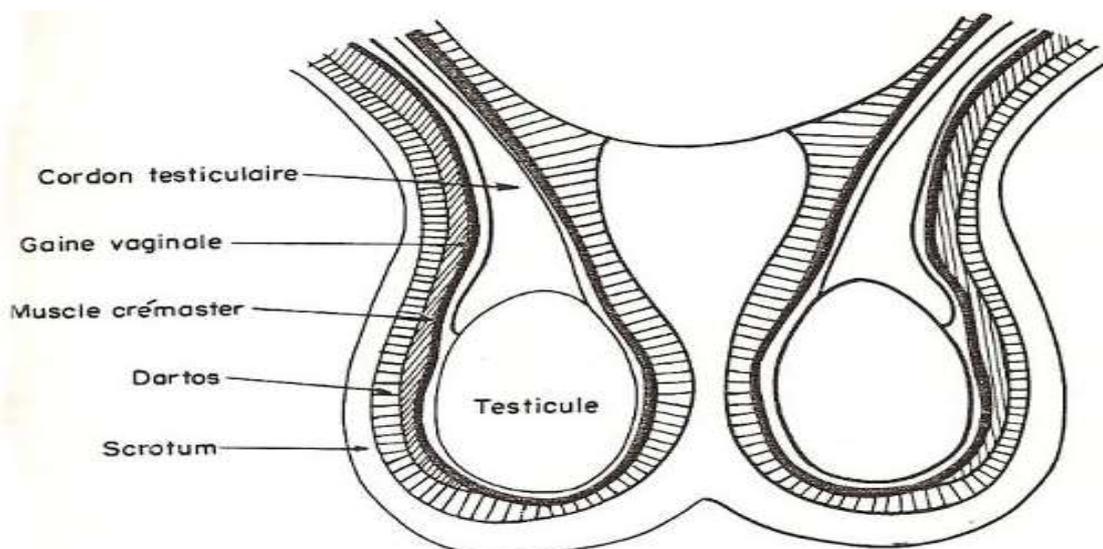
Les enveloppes testiculaires

- Chaque bourse est constituée par 6 plans membraneux :
- 2 superficiels: le **scrotum** et le **dartos**,
- 3 profonds: le **crémaster**, la **fibreuse** et la **séreuse vaginale**
- 1 intermédiaire: la **tunique celluleuse**.

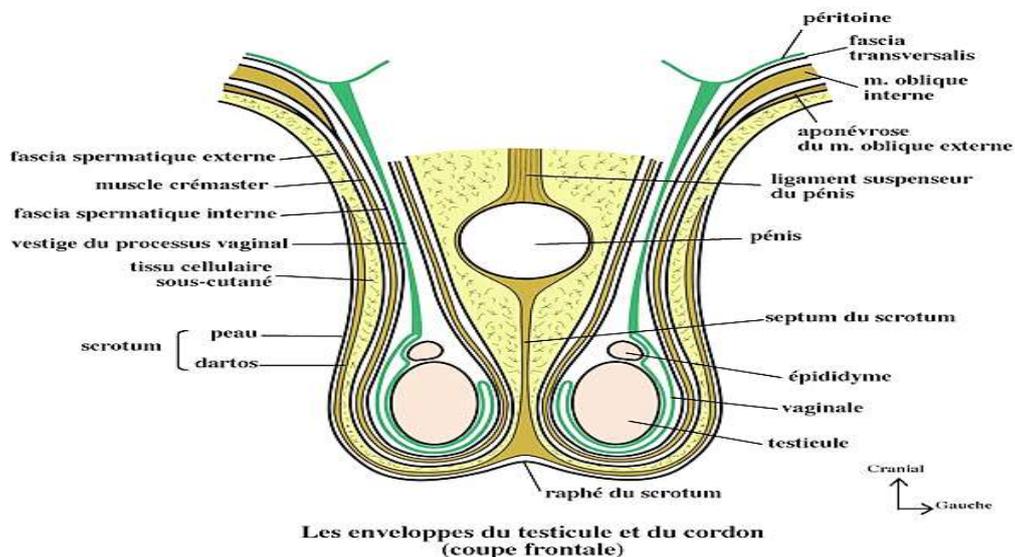
Enveloppes testiculaires



Enveloppes testiculaires



Enveloppes testiculaires



Rôles des enveloppes testiculaires

- Soutiennent et protègent les testicules, les voies spermatiques qui leur sont accolées (épididyme, canal déférent) et les vaisseaux sanguins qui les irriguent,
- Leur principal rôle est **d'assurer la thermorégulation du testicule, importante pour la spermatogénèse.**

Rôle de chaque enveloppe testiculaire

Enveloppe superficielle		Description	Rôle
Scrotum	Peau du scrotum	Commune aux 2 testicules, mince, élastique, très souple. Forme plus ou moins bien délimitée. Pigmentation et pilosité variables. Glandes sébacées plus ou moins importantes.	<ul style="list-style-type: none"> Rôle thermorégulateur grâce à sa finesse.
	Dartos	Forme un sac autour de chaque testicule, constitué de fibres musculaires lisses et de fibres élastiques.	<ul style="list-style-type: none"> Rôle thermorégulateur grâce aux contractions musculaires (Formation de rides au scrotum en cas de froid).

Donner le rôle de chaque enveloppe testiculaire

Enveloppe intermédiaire

Tunique celluleuse	Tissu conjonctif très mobile situé entre les enveloppes profondes et le scrotum.	<ul style="list-style-type: none"> Rôle protecteur, Permet au testicule et à son sac fibreux de fuir en cas de choc ou de compression.
--------------------	--	--

Donner le rôle de chaque enveloppe testiculaire

Musculature		
Muscle crémaster	Muscle rouge et strié fixé dorso-latéralement sur chaque sac fibreux.	<ul style="list-style-type: none"> • Rôle thermorégulateur grâce à ses contractions importantes, • Il éloigne et rapproche le testicule du corps.

Donner le rôle de chaque enveloppe testiculaire

Enveloppe profonde		
Sac fibreux	<p>Forme un sac autour de chaque testicule prenant naissance dans l'abdomen et passant l'anneau inguinal.</p> <p>Chaque sac est formé par deux tuniques: la tunique vaginale qui correspond au feuillet externe du péritoine, la tunique fibreuse de nature conjonctive.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permet la fixation du crémaster. • Protège le testicule.

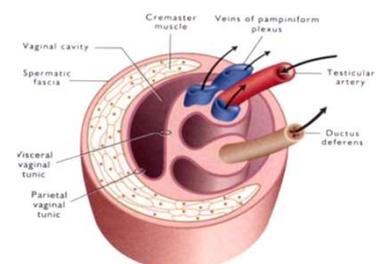
Fonction des ligaments orchi-épididymaire, fibro-épididymaire et fibro-dartoiq

- Les ligaments stabilisent le testicule dans ses enveloppes.

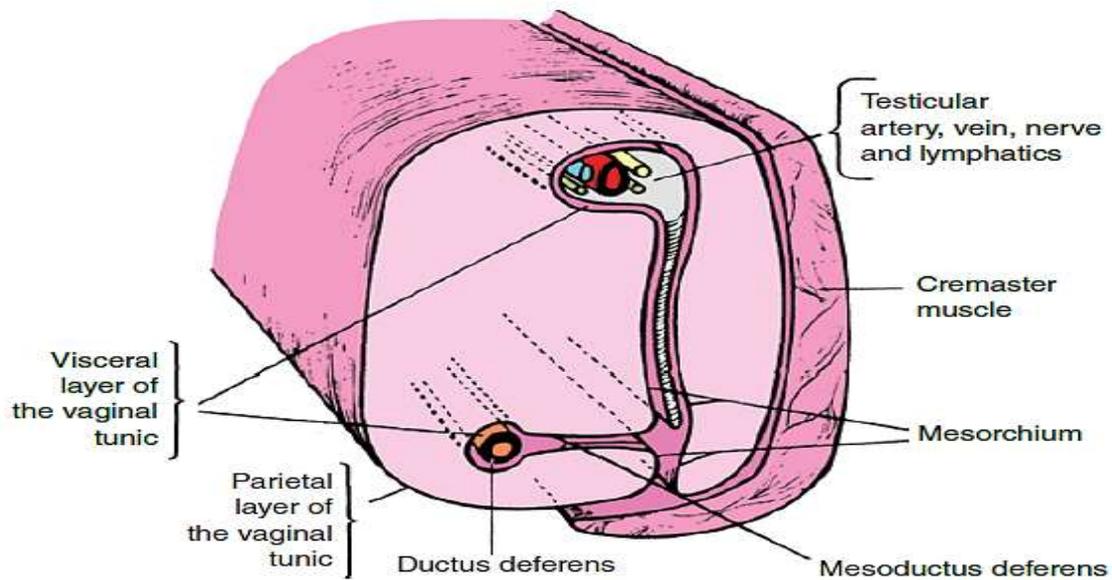
Anatomie et fonction du cordon spermatique

Le cordon spermatique comporte :

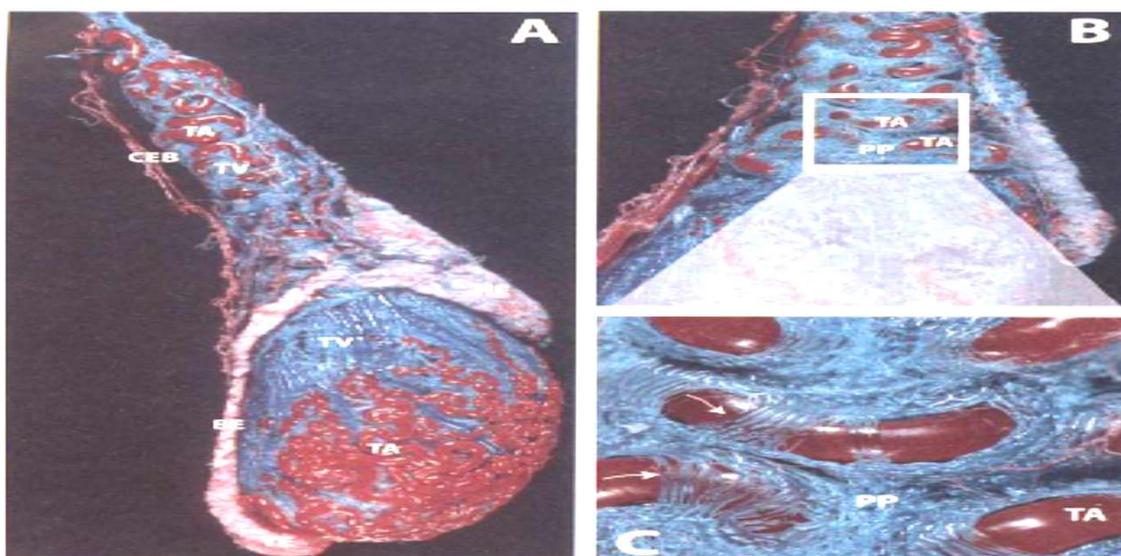
- Le canal déférent,
- Le cône vasculaire qui renferme l'artère et la veine testiculaire, les vaisseaux lymphatiques, les nerfs.
- Il assure la suspension du testicule



Coupe transversale du cordon spermatique ou testiculaire



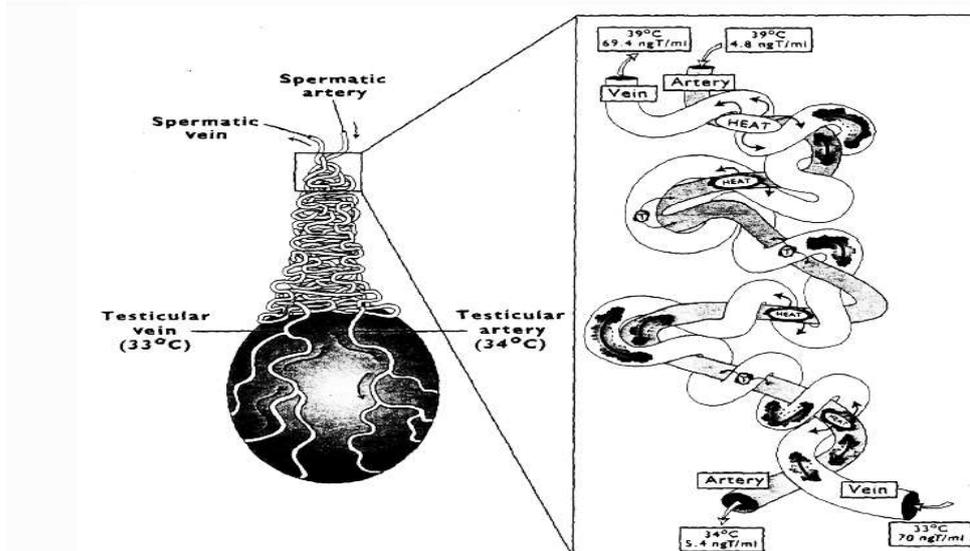
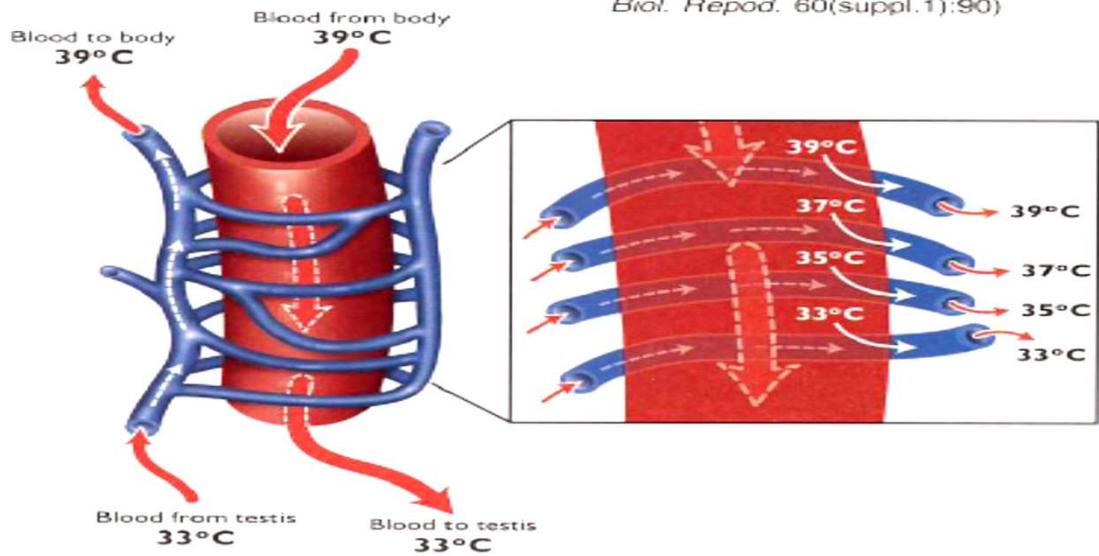
Testicules: Echange vasculaire de chaleur par circulation à contre-courant



TA: Artère testiculaire ; PP: Plexus pampiniforme; TV : Veine testiculaire.

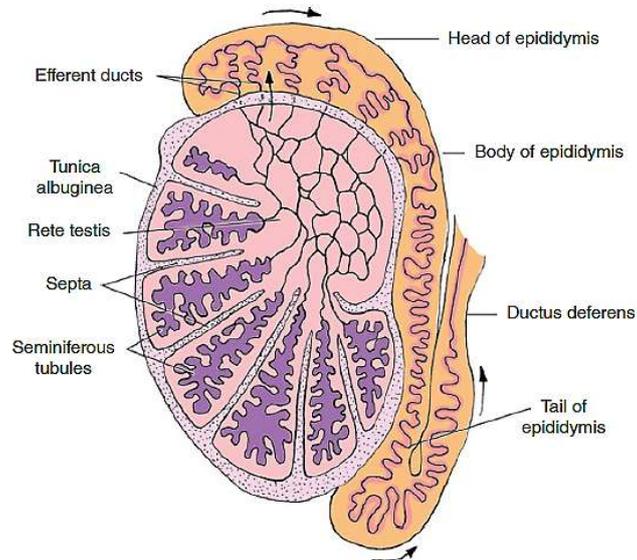
Testicules: Echange vasculaire de chaleur par circulation à contre-courant

Biol. Reprod. 60(suppl.1):90



The pampiniform plexus as a countercurrent heat exchanger and testosterone exchanger.

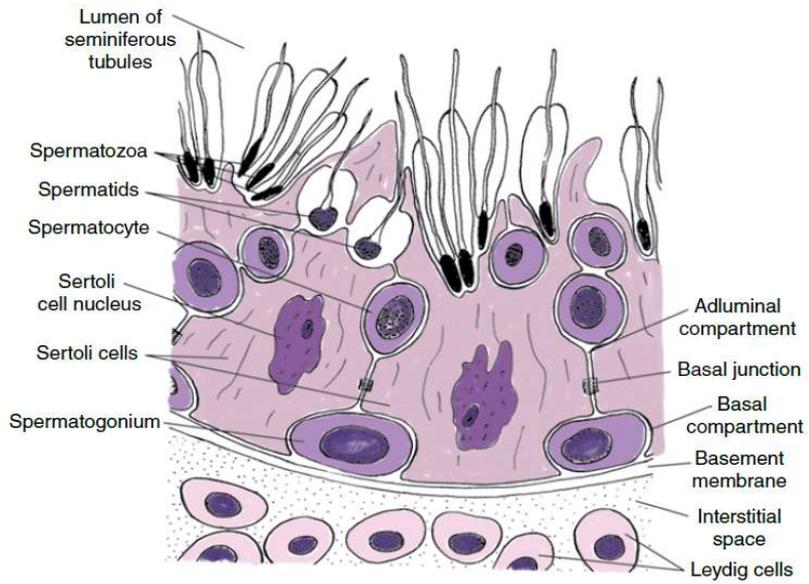
Structure interne du testicule



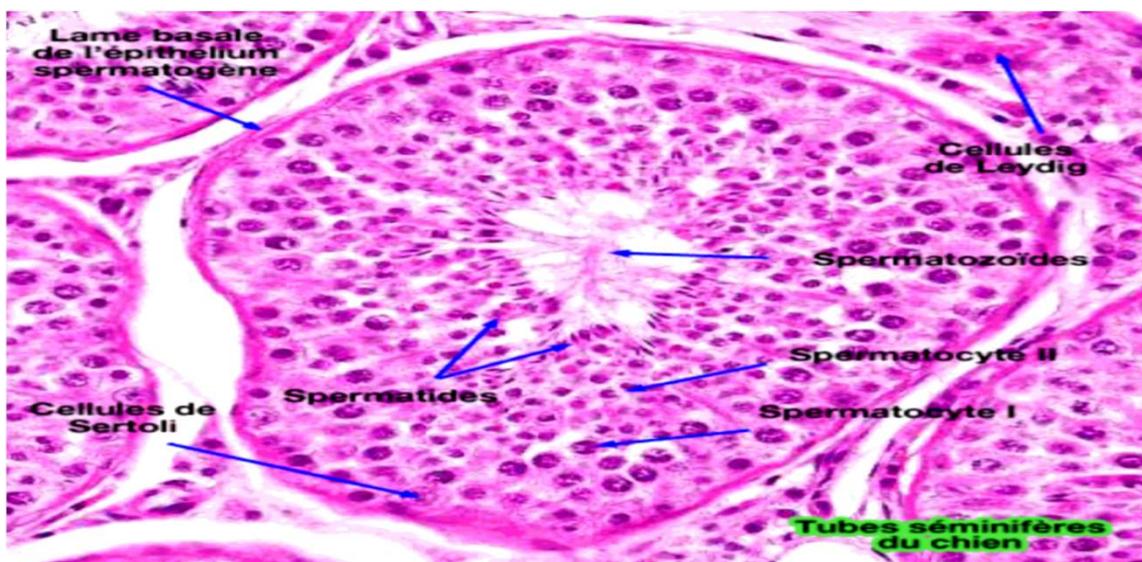
Les deux types cellulaires de l'épithélium du tube séminifère

- Les cellules germinales aux différents stades de leur évolution,
- Les cellules de Sertoli.

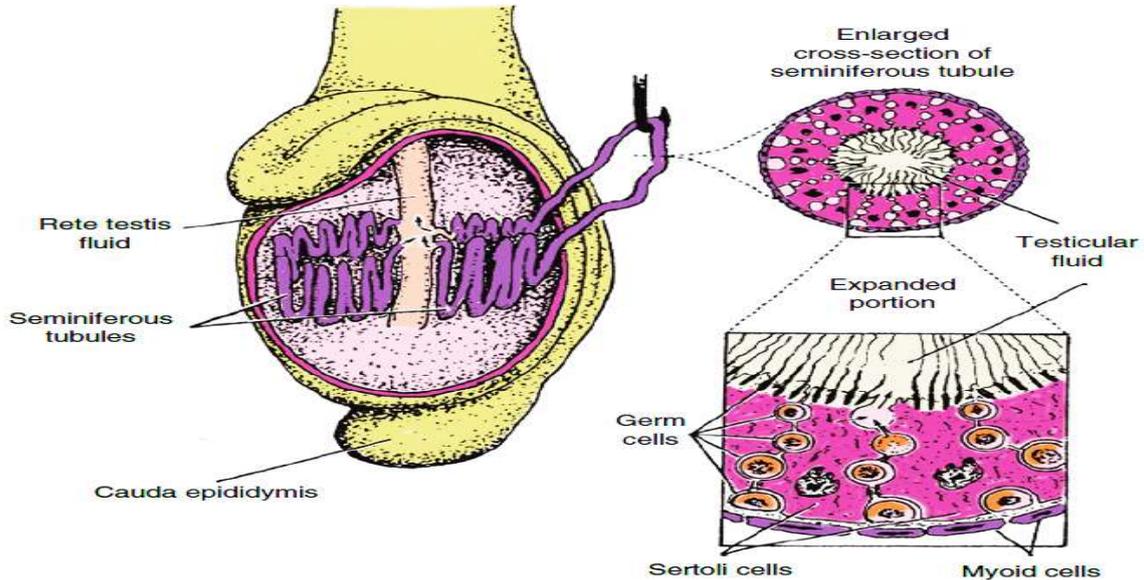
Cellules du tube séminifère



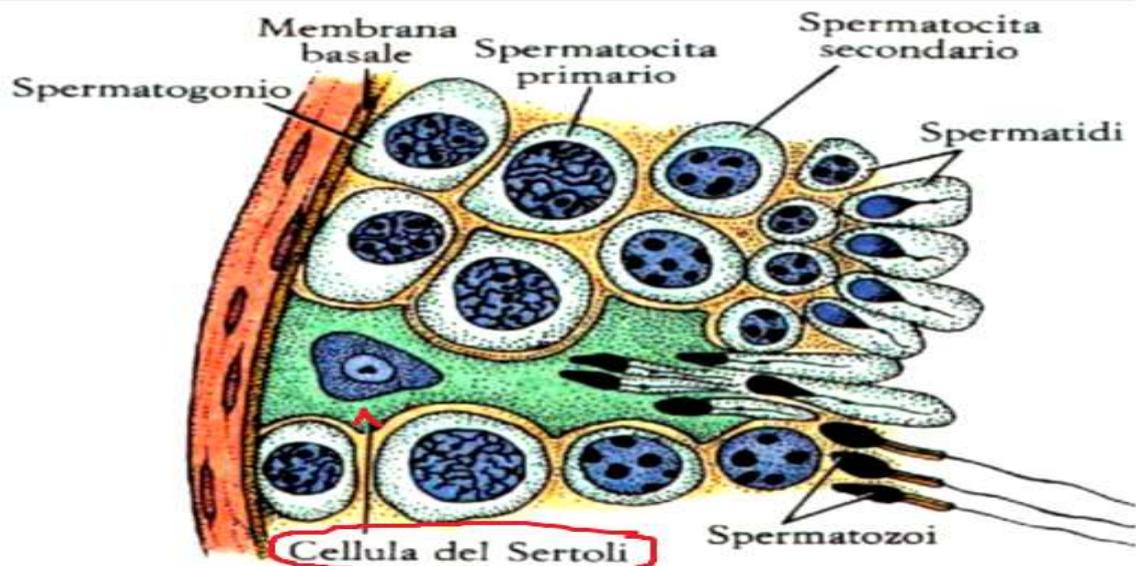
Cellules du tube séminifère

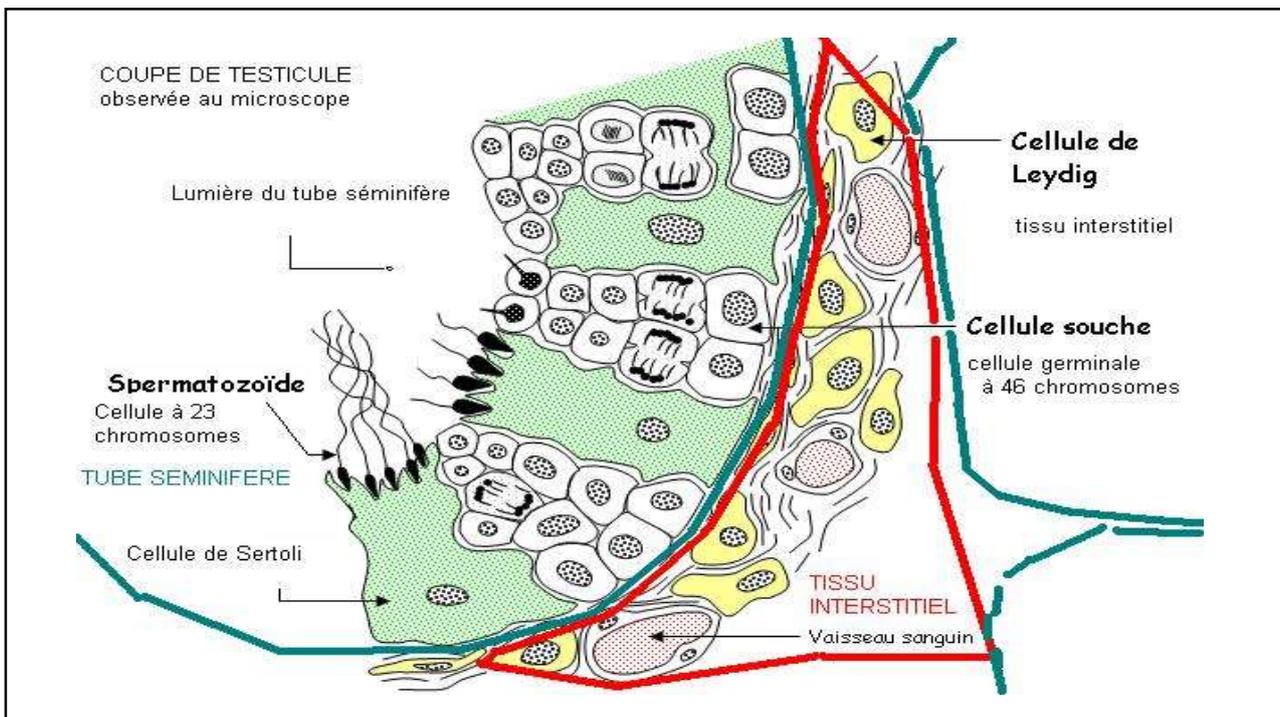
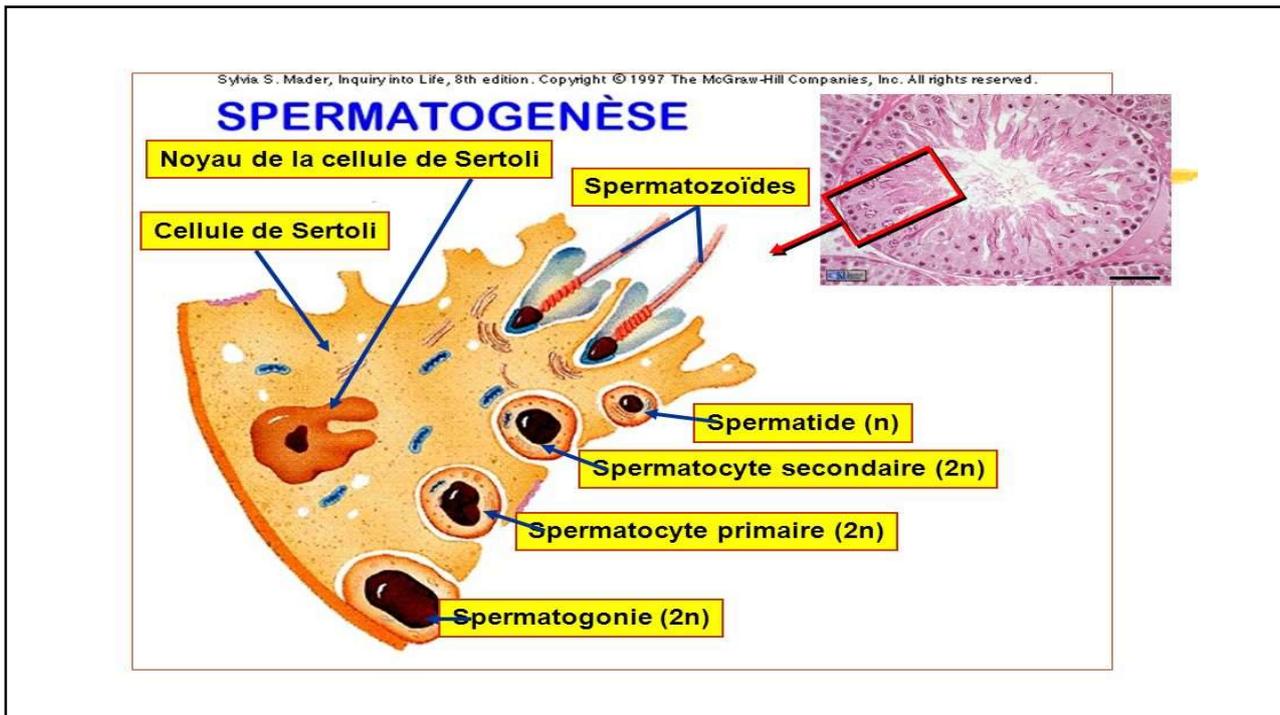


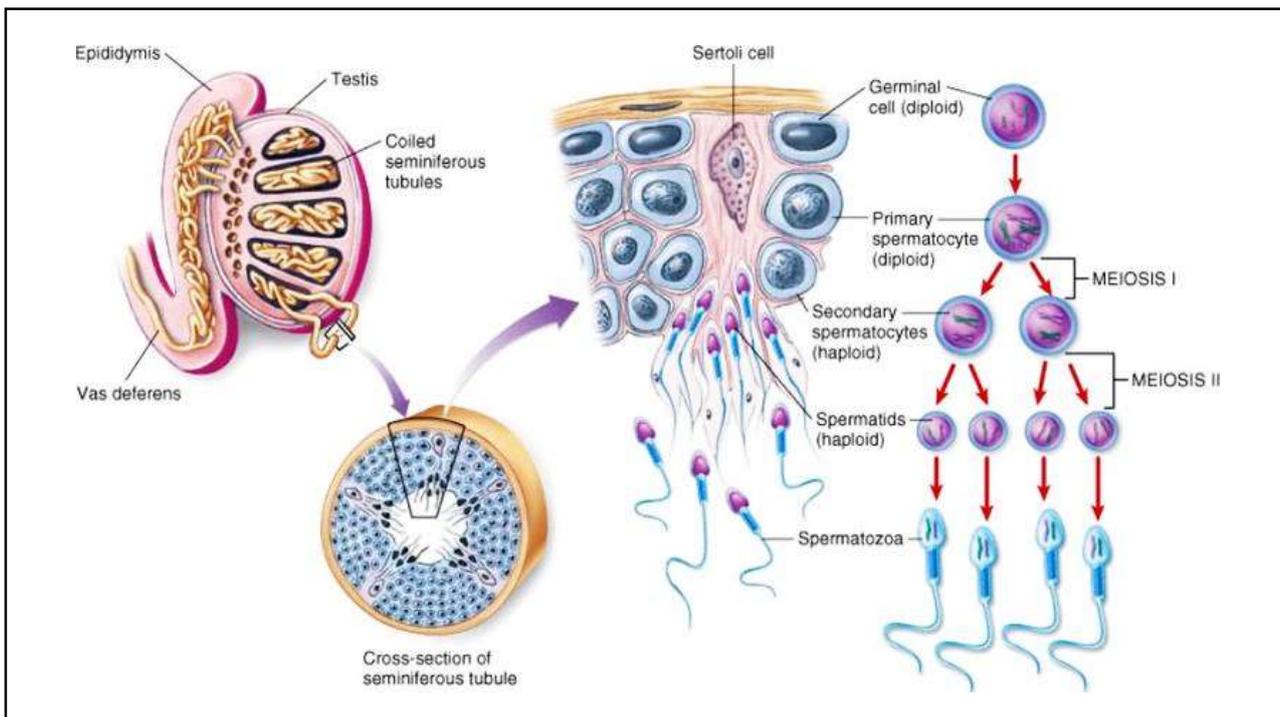
Localisation et anatomie microscopique du tube séminifère



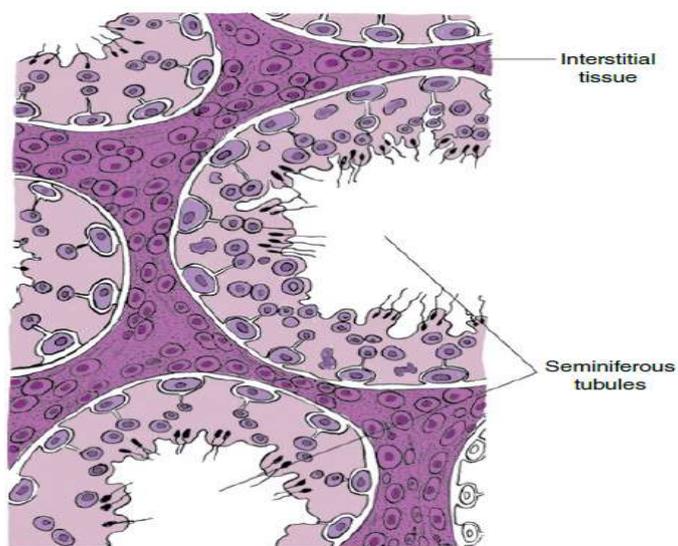
Cellules de Sertoli







Tubes séminifères entourés de tissu interstitiel



Fonctions des cellules de Sertoli

- Rôle de soutien,
- Possèdent une activité métabolique importante,
- Créent la barrière hémato-testiculaire,
- Nutrition des cellules germinales,
- Fonction endocrine.

Fonctions des cellules de Sertoli

- Contrôlent la spermatogenèse,
- Assurent la phagocytose des cellules germinales apoptotiques et des corps résiduels,
- Sécrètent des facteurs de croissance et des protéines de transport,
- Synthétisent la transferrine: protéine transporteuse de fer,

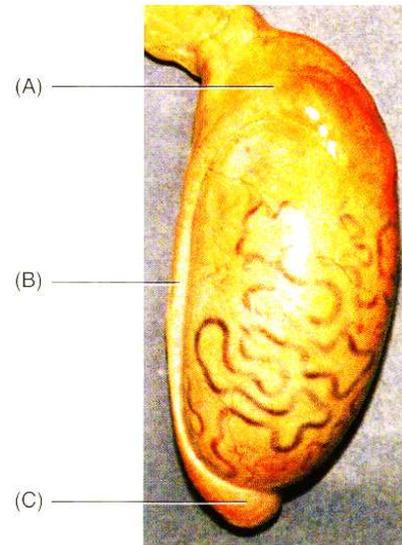
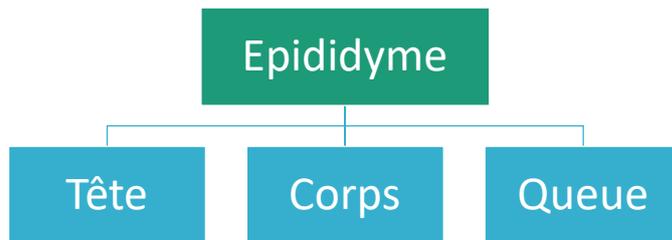
Donner les fonctions des cellules de Sertoli

- Synthétisent l'ABP : Androgen binding protein (ABP), une protéine de transport de la testostérone,
- Synthétisent la sulfated glycoprotein (SGP) 1 et 2 : Acquisition de la fertilité (SGP-1) en plus d'un effet détergent permettant aux cellules et au fluide de bouger le long du réseau tubulaire du testicule (SGP-2),
- Synthétisent l'inhibine (inhibe la FSH).

Connaitre le rôle des cellules de Leydig

- Assurent la sécrétion de la testostérone.

Parties de l'épididyme



Type et la fonction de l'épithélium tapissant l'épididyme

- L'épididyme est constitué d'un épithélium pseudo-stratifié cilié présentant de nombreuses micro-villosités et d'une paroi fibromusculaire,
- Transport des spermatozoïdes encore incapables de se mouvoir,
- Il élabore un produit de sécrétion.

Rôle du produit de sécrétion de l'épididyme

- Assurer la **vitalité** et la **maturation** des spermatozoïdes.

Type et la fonction de l'épithélium tapissant l'épididyme

- La migration de la gouttelette protoplasmique du spermatozoïde s'opère au cours du transit épидидymaire,
- Cette modification morphologique est accompagnée de modifications physiques et cytochimiques.

Durée du transit épидидymaire chez le taureau et le bélier

ESPÈCE	DURÉE DU TRANSIT
TAUREAU	9 – 13 jours
BÉLIER	12 – 15 jours

Durée du transit épидидymaire

- La durée du transit épидидymaire est fonction de la fréquence des éjaculations et elle peut être raccourcie lors d'une trop grande fréquence de ces dernières,
- Ceci implique la nécessité d'un rythme optimum à respecter lors des récoltes du sperme,
- Ce rythme est variable suivant les espèces.

Au niveau de quel segment de l'épididyme la durée du transit varie ?

- Il semble que **la durée du transit** à travers l'épididyme **varie uniquement au niveau de la queue** de celui-ci, réservoir effectif, qui libère alors plus ou moins vite les spermatozoïdes qu'elle stocke (survie possible : 3 semaines) mais **pas au niveau des deux autres segments**

Fonctions de l'épididyme

1. Transport des spermatozoïdes ;
2. Barrière sélective vis-à-vis du sang : réalisée par les nombreuses *jonctions serrées* présentes ;
3. Absorption d'une grande partie du liquide émanant du rete-testis permettant une concentration effective des spermatozoïdes ;
4. Absorption sélective de certains ions et molécules organiques ;

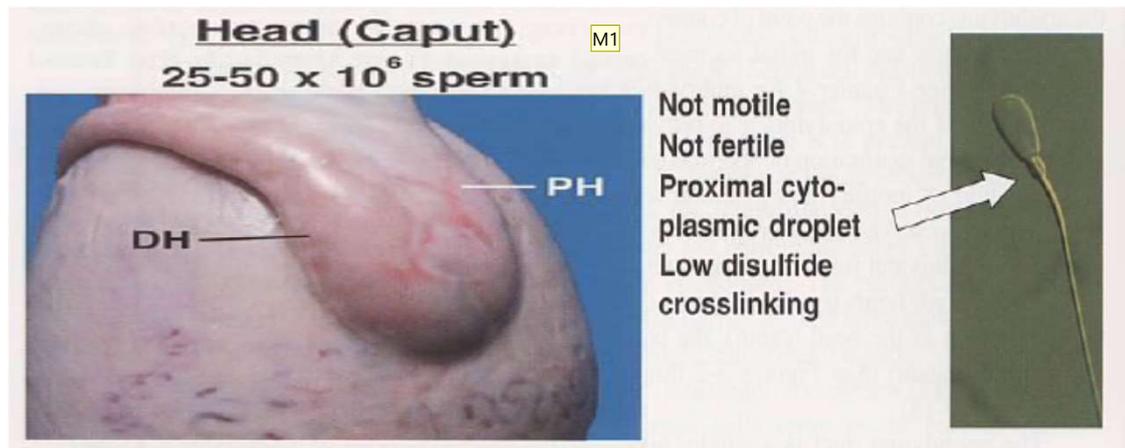
Fonctions de l'épididyme

5. Sécrétion intra-luminale de protéines (glyco-), ions et molécules organiques;
6. Réalisation de métabolismes intermédiaires, de synthèse et métabolisation de stéroïdes et d'autres substances telles que les prostaglandines...
7. Spermatophagie;
8. Maturation des spermatozoïdes.

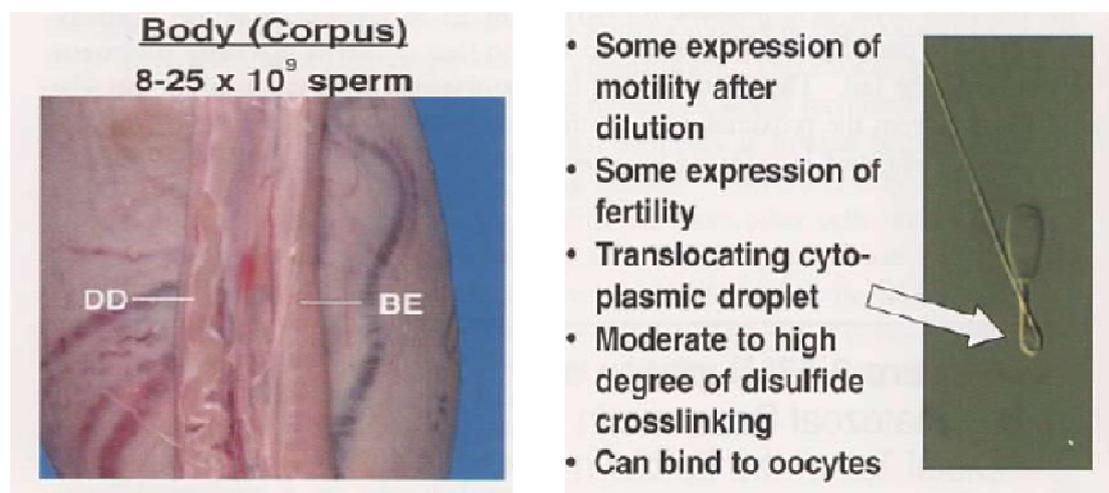
Maturation des spermatozoïdes

- La tête et le corps de l'épididyme assurent la maturation des spermatozoïdes, tandis que la queue a plutôt un rôle de réservoir
- Des expériences réalisées chez le taureau et chez le bélier montrent une amélioration des fonctions spermatiques entre la partie distale du corps et la partie proximale de la queue de l'épididyme et les gamètes retrouvés soit en partie proximale, soit en partie distale de la queue sont équivalents à ceux retrouvés dans l'éjaculat.

Epididyme: la tête



Epididyme: le corps

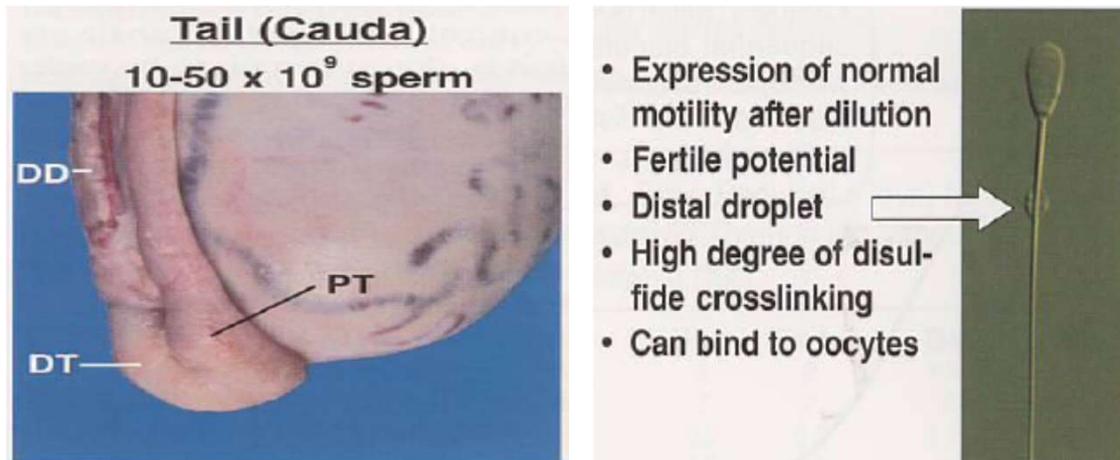


Diapositive 53

M1 La tête de l'épididyme est constituée de la partie proximale et de la partie distale. La partie proximale de la tête de l'épididyme absorbe une grande partie du liquide émanant du rete-testis permettant une concentration effective des spz. La partie distale de la tête de l'épididyme sécrète du liquide dans la lumière de l'épididyme

MicroSoft; 08/11/2017

Epididyme: la queue



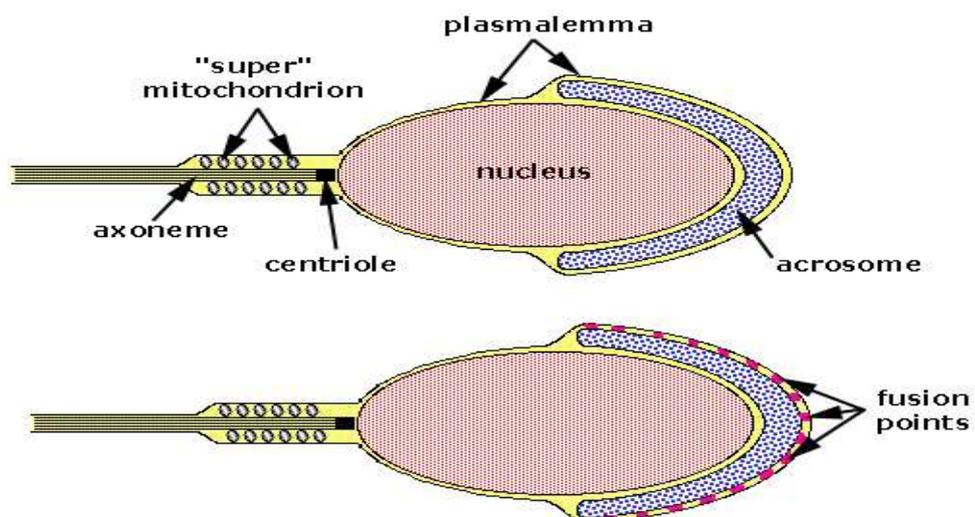
55

Maturation des spermatozoïdes

- Migration de la gouttelette protoplasmique, de la région nucale du flagelle vers la fin de la pièce intermédiaire du spermatozoïde et perte de cette gouttelette, durant le transit épидидymaire.
- Décapacitation du spermatozoïde par un facteur chimique dit de décapacitation présent au niveau du liquide séminal.
- Augmentation de la mobilité des spermatozoïdes.

Maturation des spermatozoïdes

- Changement de forme et de structure de l'acrosome.
- Augmentation de la charge anionique du spermatozoïde dans la queue épидидymaire.
- Amélioration de la composition protéique et lipidique et du métabolisme du spermatozoïde.



L'ampoule déférentielle

- Chez certaines espèces (**cheval, taureau, lapin**), le canal déférent se renfle en un fuseau, appelé **ampoule déférentielle**, qui s'unit à celui du côté opposé et va s'ouvrir finalement dans le canal de l'urètre.

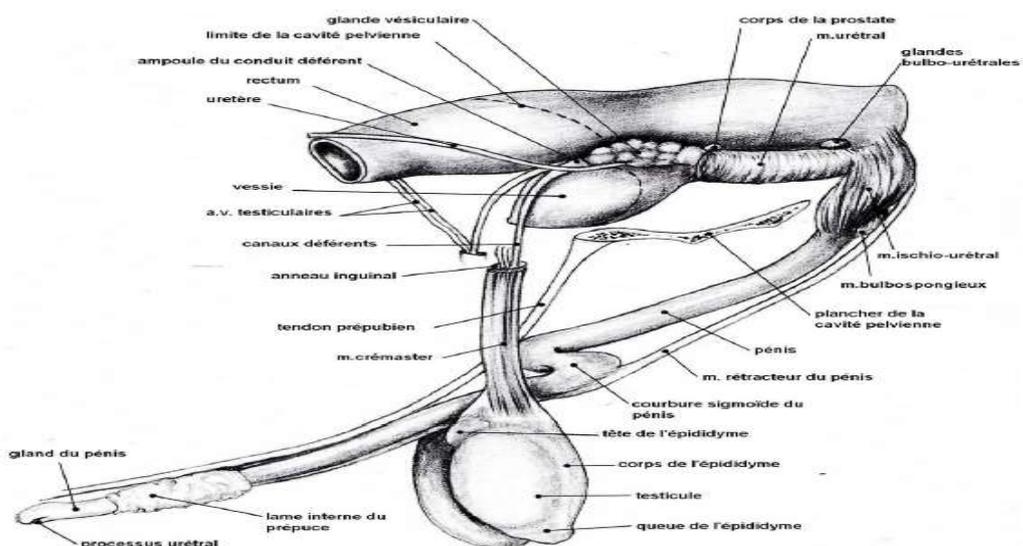
L'ampoule déférentielle

- Le canal déférent, d'abord contourné, devient droit pour franchir l'anneau inguinal et gagner la cavité abdominale.

L'ampoule déférentielle

- Ce renflement n'existe pas **chez le verrat et le chat, et il est peu développé chez le chien.**

Tractus génital du taureau



Rôle physiologique du canal déférent

- Transport des spermatozoïdes depuis l'épididyme au canal éjaculateur,
- Rôle physiologique assez semblable à celui du canal épидидymaire.

Les hormones renforçant les contractions déférentielles

- Ocytocine,
- Adrénaline,
- Prostaglandines.

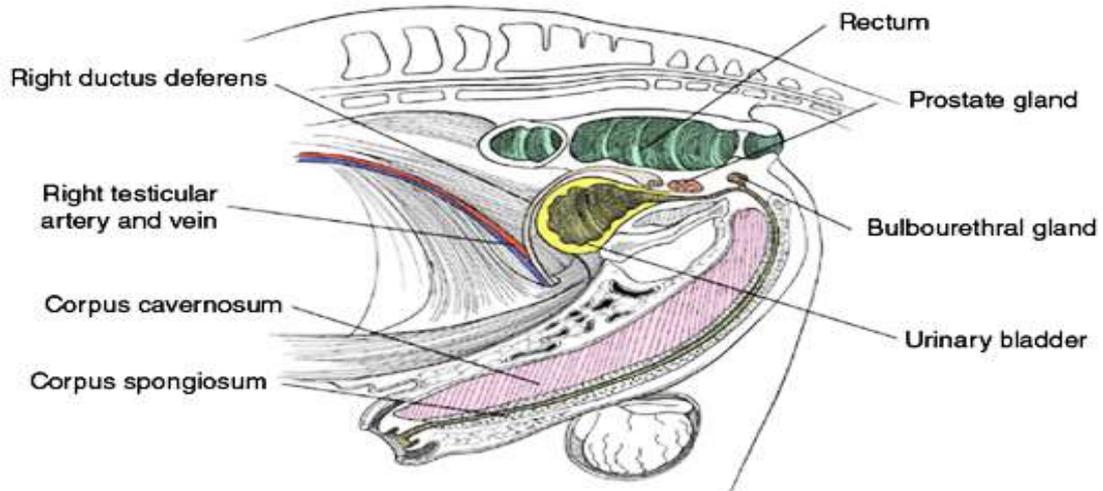
Les tissus érectiles

- Dans le corps spongieux qui débute au niveau du bulbe sous le renflement du muscle bulbo-spongieux.
- Il entoure l'urètre sur toute sa longueur pénienne et se termine par un renflement au niveau du gland,

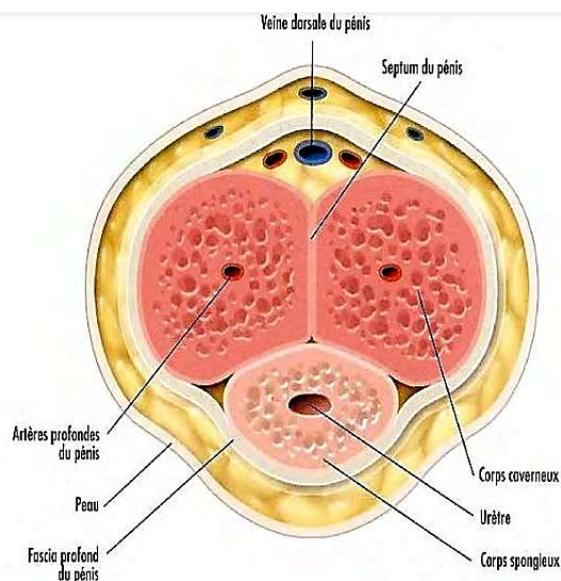
Connaître la situation des tissus érectiles

- Dans le corps caverneux, formé par des baguettes cylindroïdes blanchâtres qui prennent naissance avec les muscles ischio-caverneux sur le bord caudal de l'os iliaque, et se prolongent, après fusion, jusqu'à l'extrémité dorsale du gland.

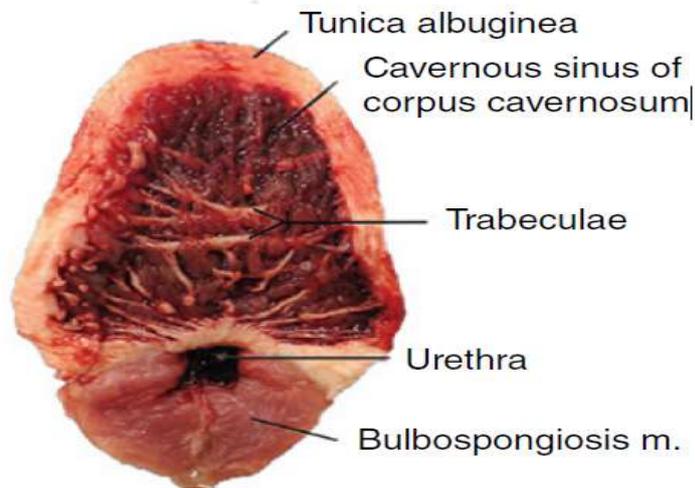
Anatomie du pénis d'étalon



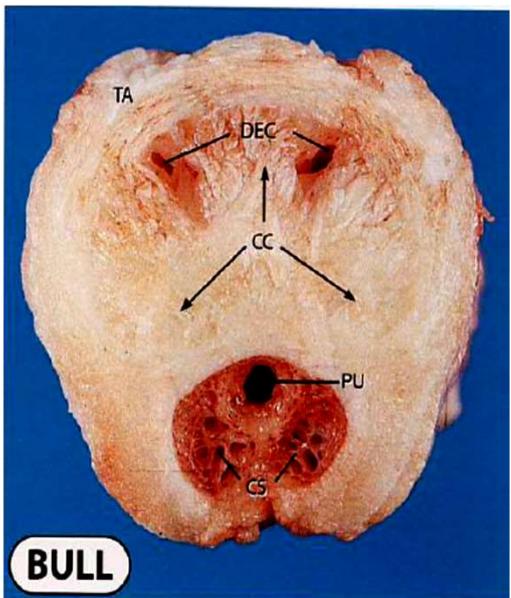
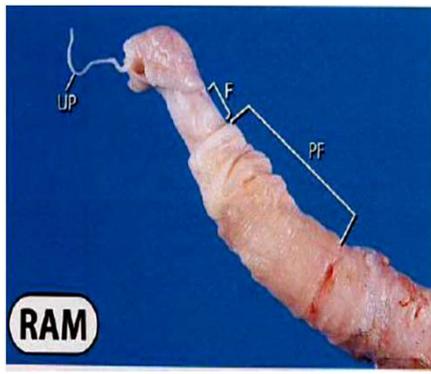
Tissus érectiles



Coupe transversale du pénis d'étalon



F = Free end of penis
 GP = Glans Penis
 PF = Preputial Fold
 UP = Urethral Process

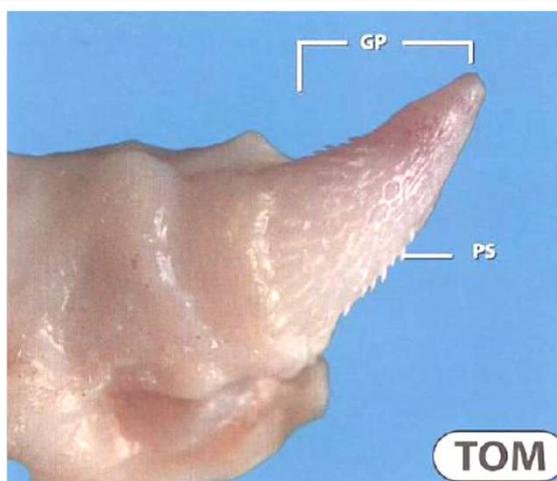


BsM = Bulbospongiosus Muscle
 CC = Corpus Cavernosum
 CS = Corpus Spongiosum
 DEC = Dorsal Erection Canals
 RPM = Retractor Penis Muscle
 TA = Tunica Albuginea
 T = Trabeculae (from tunica albuginea)
 PU = Penile Urethra

Le pénis

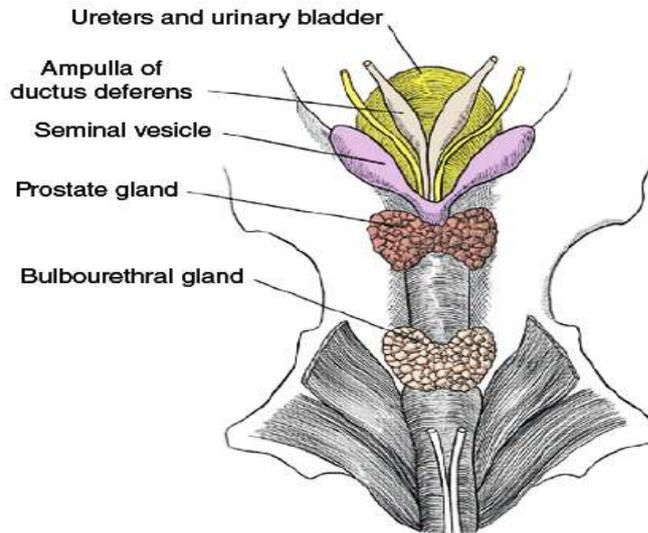
- Les muscles rétracteurs du pénis existent chez toutes les espèces. Chez les ruminants et les porcins, ils participent au déroulement et à la rétraction du S pénien,
- Chez les **équidés**, qui **n'ont pas de S pénien**, ces muscles maintiennent le pénis au repos,
- Le gland, de forme variable suivant les espèces, est protégé par un repli cutané plus ou moins long, le **prépuce**, qui contient des glandes sécrétrices de **phéromones**.

Pénis du chat

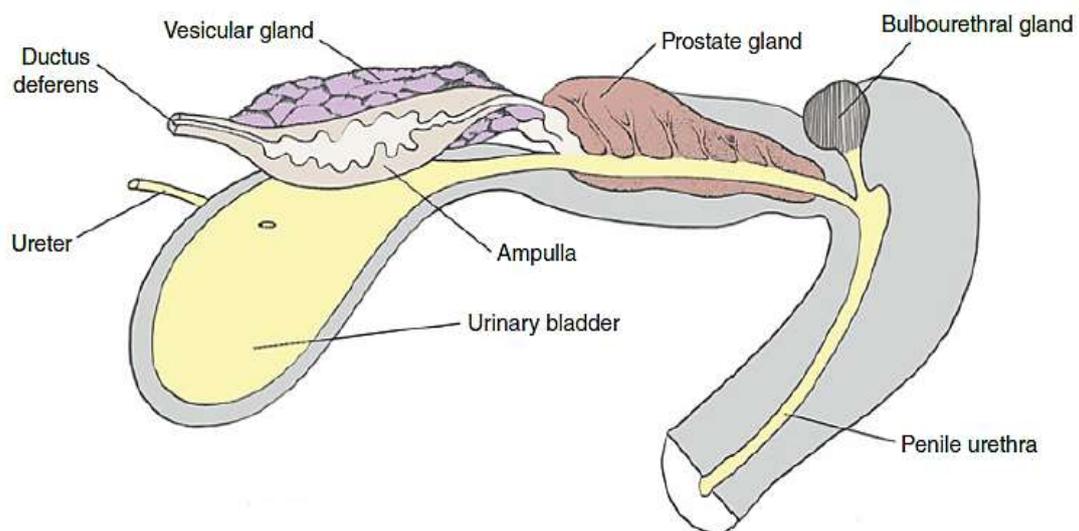


PS: Penile spines; GP: Glans penis.

Vue dorsale des glandes annexes et de l'attachement du pénis au pelvis



Glandes sexuelles annexes du taureau



Substances composant les sécrétions séminales

- Elles constituent une grande partie du liquide spermatique (environ 60 % du volume total du sperme).

Substances composant les sécrétions séminales

- C'est du liquide **visqueux** et **jaunâtre** renfermant diverses substances:
- Du mucus jouant le rôle de lubrifiant pour l'urètre,
- Du fructose utilisé comme source d'énergie par les spermatozoïdes,
- Diverses protéines servant à la coagulation du sperme à sa sortie de l'urètre (la **séminogéline**), puis à sa liquéfaction dans les voies génitales femelles pour libérer les spermatozoïdes (la **fibrinolysine**),
- Des hormones, dont la relaxine qui augmente la mobilité des spermatozoïdes,
- De l'acide ascorbique jouant le rôle d'antioxydant,
- Une substance antibiotique (la séminalplasmine).

Aspect et rôle des sécrétions prostatiques

- Elles ont un aspect **laiteux**.
- Elles contiennent :
 - Diverses enzymes (phosphatase acide, amylase) qui semblent favoriser la mobilité des spermatozoïdes,
 - Des prostaglandines qui favorisent la remontée des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles,
 - De l'acide citrique qui par son pouvoir tampon, limite les variations de pH du sperme (le citrate entre fréquemment dans la composition des dilueurs utilisés en insémination artificielle).

Rôle des sécrétions bulbo-urétrales

- Les glandes bulbo-urétrales sécrètent avant l'éjaculation un liquide clair et visqueux qui joue un rôle lubrifiant et neutralise l'acidité de l'urine restant dans l'urètre.