

Appareil Génital Masculin

Salut à mes petits zygotes, voici la fiche COMPLETE sur l'AGM inspirée de la ronéo de cette année
J'espère qu'elle vous plaira ! ♡



Introduction

Appareil génital = l'ensemble des organes anatomiques qui vont participer à l'ensemble du phénomène de reproduction, constitué de:

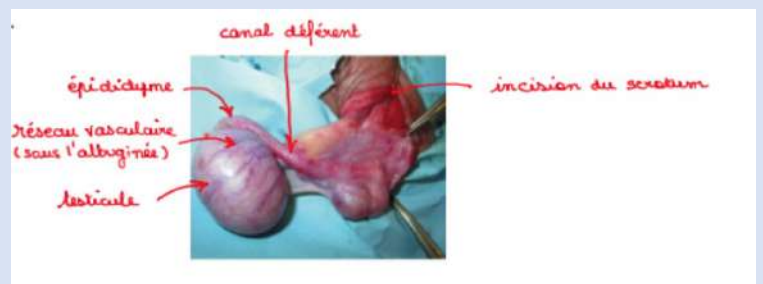
La gonade → **production de gamètes** + **production d'hormones** indispensable à la mise en place des caractères sexuels primaires et secondaires ainsi qu'à la mise en place du comportement sexuel

Le tractus génital → **activité sexuelle** + le **transport** des gamètes + siège de la **fécondation** lorsque celle-ci est interne

Cet appareil est globalement **bien conservé** à travers les différentes espèces, il est divisé en **quatre parties** :

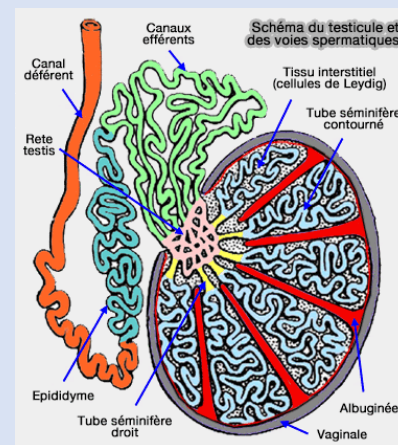
Les testicules

- **organe double** contenue dans les bourses, sous la verge
- sa capsule est l'**albuginé** avec en dessous un **réseau vasculaire**
- **double rôle** : **fonction endocrine** (hormones)+ **exocrine** (gamètes)
- Longueur d'à près **4cm**



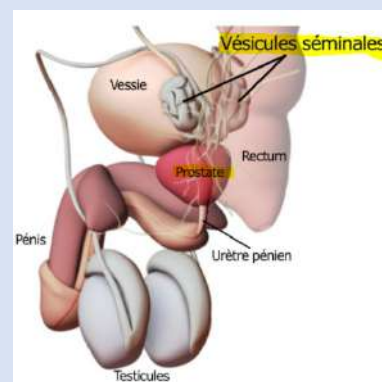
Les canaux paires

- les **canaux efférents**: en intra testiculaire
- **l'épididyme**: réunion des canaux efférents au-dessus de la tête du testicule
- **canal déférent**: où s'abouche l'**épididyme** qui va permettre d'emmener les spz jusqu'au niveau du **carrefour prostatique** (va passer en **arrière** de la vessie)
- le **canal éjaculateur** qui rejoindra l'urètre



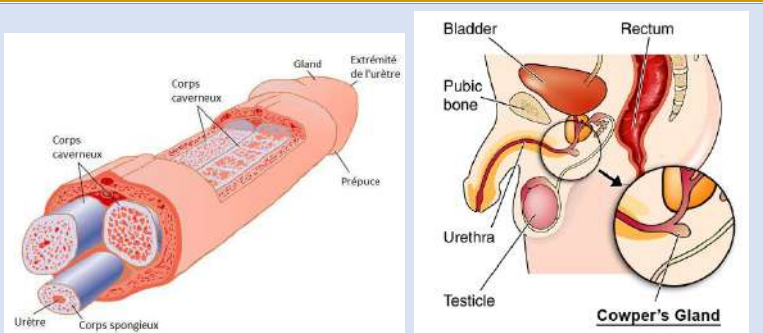
Les glandes exocrines

- la **prostate**
 - les **vésicule séminale**
- Leurs rôles principaux est la sécrétion du liquide séminal:
- fluide **nutritif** pour les spermatozoïdes
 - Propriété **lubrifiante**



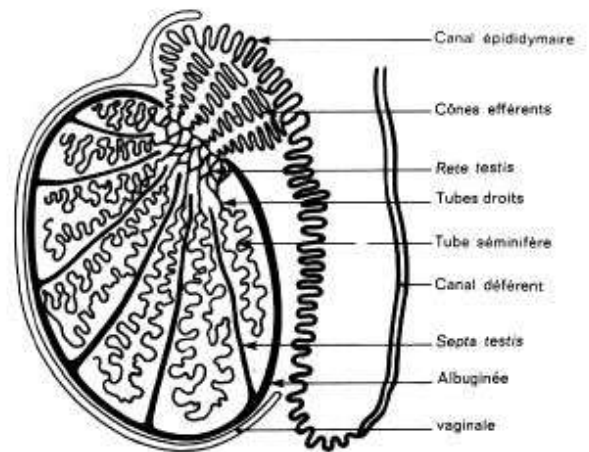
Le pénis

- Permet l'**accouplement** donc la copulation
- Constitué d'**un corps spongieux** et de **2 corps caverneux** qui permettent l'**érection**
- Au sein du pénis, il existe **des glandes dites bulbo-urétrales (ou de Cowper)** → sécrète liquide lubrifiant facilitant l'accouplement



I- Organisation du testicule

A) Structure anatomique et histologique



Au niveau histologique, on voit :

- **La vaginale** : recouvre le testicule.

Entre la vaginale et le testicule, un épithélium relativement

- **L'albuginé** : c'est un épithélium qui va progressivement se fibroser, et donnera à la naissance et à l'âge adulte un **tissu conjonctif dense et fibreux**

- **Des lobules** : de l'albuginée vont naître les cloisons fines qui vont **délimiter** le testicule en lobules de formes pyramidaux

- **Les tubes séminifères (TS)** : chaque lobule contient **1 à 4 TS**

extrêmement contournés et emmêlés les uns aux autres. **C'est dans ces tubes que va se faire la spermatogénèse++**

Les trois types cellulaires :

Cellules de Leydig	Cellules germinales	Cellules de Sertoli
Cellules endocrines responsables de la sécrétion d' <u>androgènes</u> ** rôle dans la <u>stéroïdogénèse ++</u> = <u>fonction endocrine</u>	** permettent la formation des gamètes donc la <u>spermatogénèse</u> = <u>fonction exocrine</u>	Vont enchâsser les cellules germinales et tapisser le TS ** Rôle de <u>soutenir</u> et surtout de <u>réguler la spermatogénèse</u> = <u>fonction exocrine</u>

Le nombre de **cellules de Sertoli** est **fixé** depuis la vie post natale : **entre le 3ieme et 6ieme mois**, dans une période nommée la **mini puberté** (∅ non renouvelable !)

Histologiquement, ça donne : (visualiser, c'est mieux retenir ++)

-La membrane basale d'un TS : en vert foncé

- Les cellules de Sertoli : grosses ∅ en vert clair

- Les spermatogonies : ∅ blanches rondes contre la membrane basale et entre les cellules de Sertoli

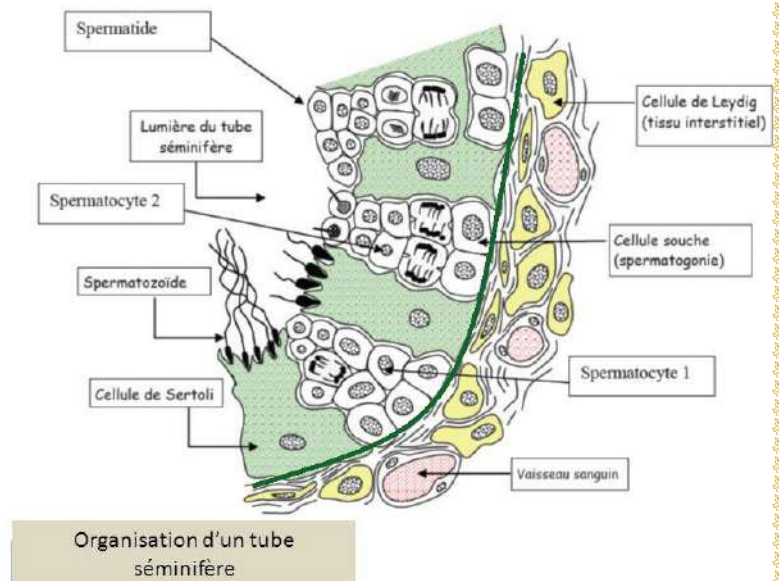
- les spermatozoïdes : **enchâssés** entre les ∅ de Sertoli et la lumière du tube séminifère

- Les cellules de Leydig : ∅ jaunes à **l'extérieur** des TS, dans le tissu interstitiel, sécrètent la **testostérone** qui pourra aller directement dans la circulation sanguine avec les **capillaires** ici en représenté en rose.

→ La testostérone va pouvoir agir dans une

régulation paracrine ++:

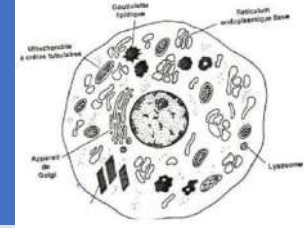
- sur **les cellules de Sertoli** dans le TS
- sur **les cellules germinales** (en particulier les cellules germinales souches des spermatogonies)



B) La cellule de Leydig

Description schématique:

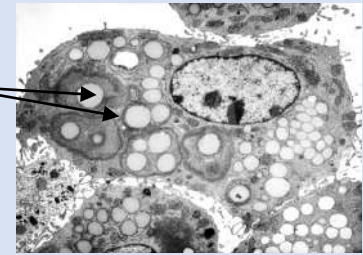
- Cellule relativement **ronde**
- Noyau relativement **petit**
- Un **équipement cellulaire riche** : mitochondries nombreuses à crêtes tubulaires et réticulum endoplasmique lisse (REL) très développé



Au microscope électronique on voit :

- L'appareil de Golgi
- Le réticulum
- Les mitochondries (nombreuses)
- Des lysosomes

On peut voir des **gouttelettes lipidiques** qui permettent le stockage des androgènes au sein de la cellule +++



Le rôle principale de la cellule de Leydig est de sécréter des **androgènes ++**, d'où l'appareillage en organelles (réticulum + Golgi).

➤ Comment la cellule Leydig va fabriquer ces androgène ? (je reprend l'explication de la ronéo de l'année dernière)

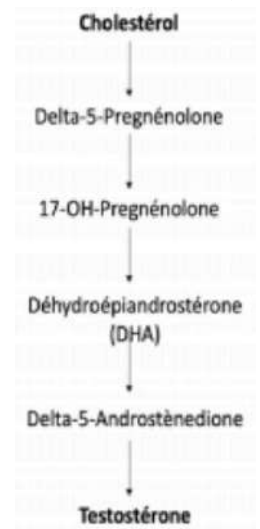
La molécule de support reste le **cholestérol**, principalement par l'alimentation,

- le cholestérol va rentrer par un mécanisme de transport via des lipoprotéines dans la cellule de Leydig,
- va être estérifié dans le cytoplasme
- **toute la cascade de formation des stéroïdes à lieu à l'intérieur des mitochondries ++** ce explique la richesse en mitochondries des cellules stéroïdogènes.

La protéine **StAR** +++ va faire rentrer le cholestérol à l'intérieur de la mitochondrie Ensuite on a une enzyme dite de clivage, le **cytochrome P450SCC**, va permettre d'orienter le cholestérol dans une voie de synthèse de la Delta-5- pregnénolone +++

Une fois que la pregnénolone est fabriquée dans la mitochondrie elle va être relâchée dans le cytoplasme.

Ensuite ce sont les enzymes existant à l'intérieur du REL qui vont permettre la transformation de la pregnénolone en son métabolique final qui correspond à la **testostérone**.



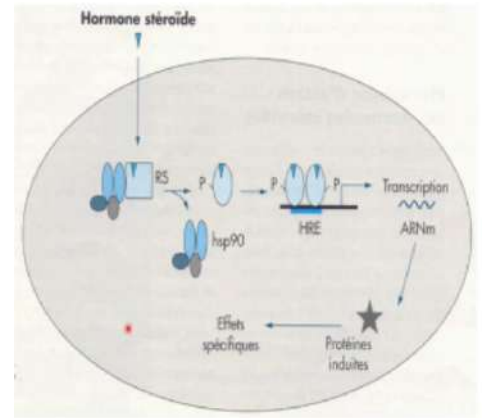
La testostérone est une hormone stéroïde donc **lipophile/hydrophobe**, ce qui fait qu'elle se déplace librement à travers la membrane cellulaire (sans transporteur). Il y a donc pas de récepteurs au niveau des membranes cellulaire mais des **récepteurs nucléaires ++** Attention à la terminologie car en fait ces récepteurs sont situés **DANS** le cytoplasme des cellules (hein ??? tkt tout va s'expliquer !).

Schéma général :

- 1) Les récepteurs nucléaires sont stabilisés par des protéines chaperonnes, comme **Hsp90**
- 2) Une fois qu'on a établi une liaison hormone-récepteur, la protéine chaperonne va s'en aller, on retrouve le récepteur uniquement lié à son hormone à l'intérieur du cytoplasme de la cellule.
- 3) Ces récepteurs vont homo-dimériser parfois hétéro dimériser
- 4) Après la dimérisation, le récepteur va être transloqués à l'intérieur du noyau de la cellule pour aller se fixer sur des séquences spécifiques de l'ADN
- 5) Cette fixation va pouvoir induire ou au contraire bloquer la transcription des gènes situés en aval → induit soit un synthèse de protéines soit le blocage d'une synthèse de protéine. → **l'effet est spécifique selon le tissu cible concerné.**

Schéma pour la **testostérone** (très similaire) :

- 1) Lorsque la testostérone rentre dans la cellule, elle est immédiatement réduite par la **5-alpha-réductase** en **dihydrotestostérone (DHT) ++**
- 2) Le récepteur aux androgènes est maintenu sous forme inactive par une protéine chaperonne, mais après liaison avec la DHT ce récepteur va dimériser.
- 3) Le récepteurs aux androgènes sera transloquer vers le noyau
- 4) Se lie au à l'ADN → effet biologique



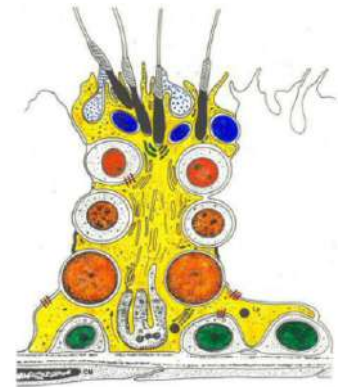
✓ **C'est donc l'absence de protéine chaperonne ET la dimérisation qui permettent la translocation nucléaire et donc l'activation génique induisant la réponse biologique ++**

Le récepteur aux androgènes est codé par un gène placé sur **le bras long du chromosome X**. Il y a une **répétition de triplets CAF** au niveau de l'exon 1.

□ niveau La répartition de ces triplets CAG donne parfois des maladies neuromusculaire avec défauts d'action des androgènes et/ou chez les patients plus âgés un déficits androgéniques.

C) La cellule de Sertoli

Il faut imaginer les cellules de Sertoli comme un immense tronc d'arbre retravaillé avec des branches entourant chaque cellule germinale. Cet aspect d'arbre permet d'enchâsser toutes les cellules germinales → **Les cellules germinales sont en contact constante avec la cellule de Sertoli ++**



La cellule de Sertoli est le **chef d'orchestre** de la spermatogénèse car elle est un réel support pour le développement des cellules germinales en spermatozoïdes :

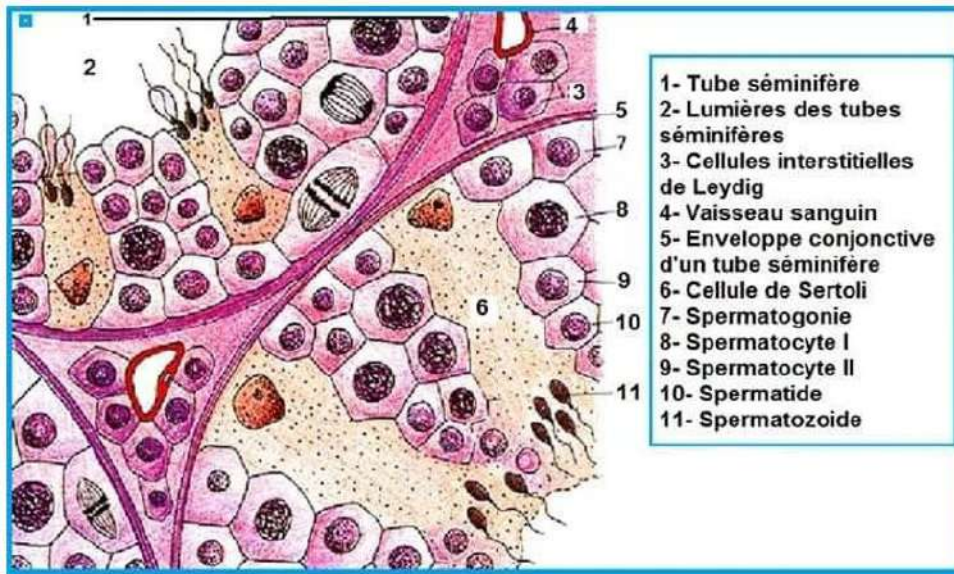
Rôle nourricier	Les \varnothing de Sertoli apportent au \varnothing germinales : - Des nutriments pour survivre - Facteurs de croissances
Rôle protecteur	Protection d' agression interne (par la membrane basale) et d' agression extérieurs (car le TS est ouvert vers le milieu extérieur)
Régulation paracrine	La cellule de Sertoli sécrète des hormones (ex :AMH) comme des facteurs de croissance. Cette régulation est exercée sur - les \varnothing germinales - les \varnothing de Sertoli adjacentes

A l'intérieur du TS, on a une polarité :

- La membrane basale qui correspond au pôle basal
- La lumière du tube qui correspond au pôle apical (=adluminal).

Les cellules germinal vont aller progressivement du pole basale vers la lumière du tube.

Schématiquement on la spermatogénèse se présente sous cette forme :

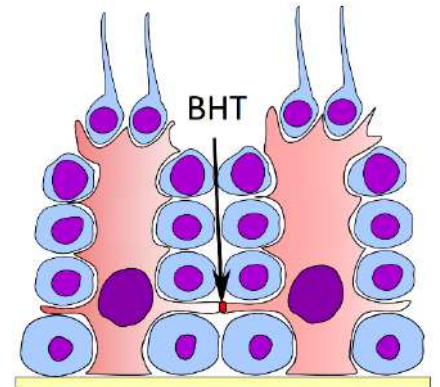


NB : c'est une particularité chez l'homme d'avoir une **coexistence** de toutes les cellules germinales à **différents stades** de développement.

D) La barrière hémato-testiculaire

Entre les cellules il y a un système clos = la barrière **hémato-testiculaire** ou **BHT++** (8) → un verrou, un blindage entre le **compartiment basal** et **adluminal** du TS. En fait cette BHT correspond à des replis de la membrane (ponts cytoplasmique) qui permettent aux cellules de Sertoli et aux cellules germinales d'être reliés entre elles.

C'est une barrière dynamique, sans position géographique, elle bouge en fonction de la position des cellules germinales ++



Fonction de la BHT

- **Sécurité immunitaire**: évite la pénétration de microorganismes de la lumière du tube (milieu ouvert) vers la base du tube.
- **Sécurité immunologique**: avec les divisions de méiose, les spermatozoïdes vont perdre leur **système HLA de couverture** (pour permettre la fécondation ultérieurement). Elle ne sont alors plus reconnus par le corps et risquent de provoquer une réaction immunologique (formation d'anticorps contre nos propres spz)

Il s'agit d'un réseau extrêmement complexe de jonctions:

Les molécules les plus représentées qui constituent la BHT sont

- jonctions adhérents
- jonctions serrés = tight junctions
- jonctions communicantes = gap junctions

- l'occludine
- la claudine
- la protéine ZO1

Quand la cellule va démarrer sa méiose : ces jonctions vont progressivement s'ouvrir vers l'avant mais se refermer vers le bas de telle sorte à toujours isoler la cellule, principalement grâce aux **desmosomes + des hémidesmosomes**. L'ouverture est régulée par la cellule de Sertoli qui reconnaît le stade de la cellule germinale et envoie des signaux pour créer des jonctions qui permettent le passage d'un compartiment à un autre → **dès lors qu'elle rentre en méiose (évolution du nombre de chromosomes) on voit apparaître cette phase de BHT**

Socytocine

- La cellule de Sertoli secrète des **facteurs nourriciers et de hormones**.

Des hormones	Facteurs sécrétés par Sertoli
<ul style="list-style-type: none">▪ l'hormone anti-mullérienne (AMH)▪ l'inhibine B : un bon marqueur de la fonction sertolienne▪ l'ABP : protéine qui permet <u>le transport des androgènes</u>, importante dans la maturation terminale du spz (<i>on la reverra dans le trajet des spz post épiddymaire</i>)▪ l'estradiol : liée à <u>l'aromatisation</u> de la testostérone produite par la cellule de Leydig	<ul style="list-style-type: none">▪ des protéines de transports :<ul style="list-style-type: none">- la transferrine : transport du fer- la céruleoplasmine : transport du cuivre- la transcobalamine : pour certaines vitamines du groupe B▪ des facteurs de croissance : Igf1, l'interleukine (IL), GDNF9▪ l'activateur du plasminogène : permet de <u>lyser</u> les tight junctions▪ des glycoprotéines▪ des lactates <p>→ ces glycoprotéines et ces lactates permettent de nourrir le spz une fois qu'il a avancé son trajet <u>actif</u>.</p>

La cellule de Sertoli capable de réaliser la **phagocytose ++** (comme les macrophage). Cette phagocytose a un rôle déterminant dans la maturation terminale du spz +++ → va être responsable du recyclage des résidus cellulaires de la spermatides et qui va donner le spz dans sa forme finale (**spermiogénèse ++**, on verra plus tard)

II- Description de la spermatogénèse

Nous allons décrire de manière fonctionnelle tout ce qui se passe au court de la gamétogenèse masculine. La spermatogénèse comprend globalement **3 grandes étapes** :

➤ 1er : phase de multiplication durée = une 15aine de jours ++

Concerne essentiellement les spermatogonies. Elle va avoir lieu tout au long de la vie → va permettre de maintenir un pool de cellules souches. Elle permet transition du stade spermatogonie au stade spermatocyte I.

➤ 2ème : phase de croissance et de maturation = 24 jours ++

Correspond à la méiose proprement dite, va permettre la **maturation nucléaire** (donc le passage de $2n$ à n chromosome)

- La 1er division de méiose : phase extrêmement longue, dure près de 24 jours, va aboutir à la formation de **spermatocyte II**.

-La 2ème division de méiose : dure quelques heures (comme une mitose), va permettre la formation des **spermatides**.

Cette deuxième phase va notamment permettre la **maturation cytoplasmique** = une modification d'aspect de la cellule germinale et sa transformation.

➤ 3ème : phase de différenciation = 24 jours ++

Correspond à la **spermiogénèse ++** = la différenciation terminale du spermatozoïde dès lors qu'il est passé au stade spermatide.

→ on a un total globalement de **65 à 70 jours** selon les espèces considéré ++

A) La Première étape : la multiplication des gonies

La phase de multiplication **ne concerne que les spermatogonies**, il s'agit d'une **mitose** car le but est d'augmenter le pool souche des spermatogonies.

- Ces mitoses vont avoir lieu tout au long de la vie depuis la vie in utero et vont continuer jusqu'à la mort sans s'arrêter.
- La méiose n'aura finalement qu'un court laps de temps en termes de rendement, elle commence qu'au moment de la puberté même si elle va perdurer elle aussi tout au long de la vie.

Il faut savoir que la multiplication des gonies existe dans les 2 sexes ++ MAIS dans le sexe masculin elle a une particularité : elle va aboutir à la constitution d'un pool dit de réserve = **le pool souche**.

Pour arriver à une pool souche, il y a **2 façon de faire** :

1) Un pool souche de réserve, **les spermatogonie Ad** (« dark » car chromatine très **dense**) **vont se multiplier** progressivement pour garder un stock cohérent tout au long de la vie.

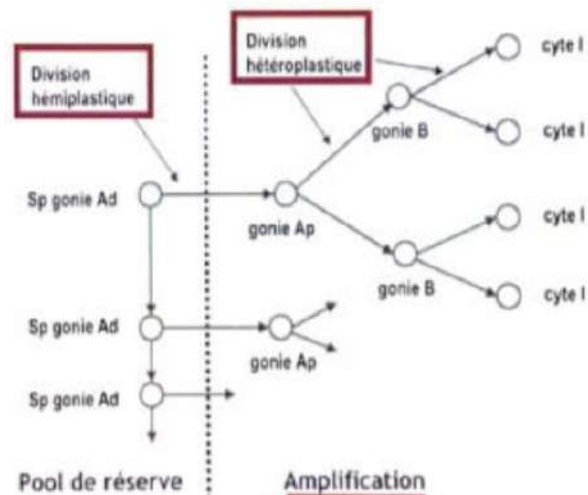
2) En parallèle on a des **spermatogonies Ap** (« pale » car chromatine qui commence à se **décondenser**) qui vont se diviser et progressivement se différencier.

→ qu'une partie des spermatogonies va évoluer vers des spermatogonies un peu plus indifférenciées.

Il y a aussi **2 types de divisions** :

Division hémiplastique ++ : 1 spermatogonie Ad va donner 1 spermatogonie Ad (dite de réserve) et 1 spermatogonie Ap

Division hétéroplastique ++ (classique) : 1 spermatogonie Ap va donner 2 spermatogonies B qui vont après évoluer vers la méiose et donner chacun 2 spermatoctes primaires.



B) La Deuxième étape : la méiose (maturation)

Comme on peut voir sur le schéma, cela aboutit à :

- **1 pool de réserve** constitué par des spermatogonies Ad → par la division hémiplastique
- **1 pool d'amplification** basé sur ces spermatogonies Ap → par la division hétéroplastique

La 2eme étape correspond à la maturation nucléaire et cytoplasmique et finalement correspond à l'étape de la méiose (concerne les spermatoctes primaires).

- 1ère = division réductionnelle :

- conserve la même quantité d'ADN
- va diviser le nombre de chromosomes par 2.
- on obtient 2 cellules haploïdes à n chromosomes

2ème = division équationnelle

- divise la quantité d'ADN par 2
- permet la ségrégation des chromatides sœurs (conserve le même nombre de chromosomes)

→ Au final, vous allez obtenir à partir d'une cellule diploïde 46 chromosomes, 4 cellules haploïdes à 23 chromosomes avec mécanisme de brassage de l'informatique génétique +++

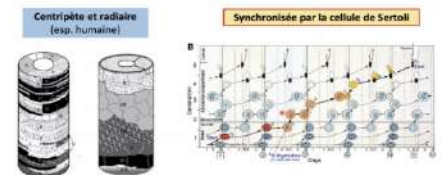
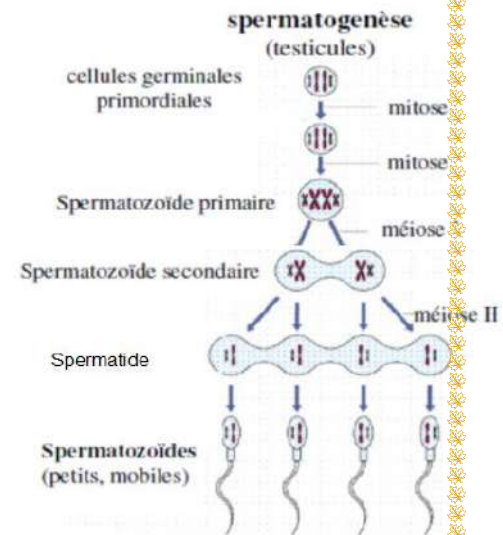
Spermatocytine

Le **rendement** de cette spermatogenèse est **élevé** : (\neq rendement sexe féminin)

- Une spermatogonie B va donner 2 spermatocytes primaires qui vont eux entrer en méiose.
- Au moment de l'entrée en méiose, le **spermatocyte I va traverser la BHT** et se retrouvera au **pôle apical/adluminal** du tube séminifère pour se transformer en 2 spermatocyte secondaire (24 jours). Ensuite, chaque spermatocyte II se divise en 2 spermatides (~24 heures). Côté rendement, on est passé d'un spermatocyte primaire à 4 spermatides → **Donc 1 gonie Ad donne 16 spermatides (en plus du pool souche) +++** (voir schéma à droite et schéma précédent pour comprendre)

-**Pour l'espèce humaine** : la spermatogenèse est **centripète** et **radiaire** +++
Des vagues de spermatogonies vont démarrer leur méiose **au même point d'un tube séminifère**. On va avoir coexistence de toutes les cellules sur la même coupe de TS.

- **Pour les autres espèces** : en un point du tube séminifère, toutes les spermatogonies Ad vont commencer à se différencier en spermatogonie Ap puis B. C'est-à-dire qu'à une section du tube, vous n'aurez par ex que des spermatogonie AP, à un autre endroit que des spermatocytes primaires ect.



MAIS cette organisation, qu'elle soit **centripète et radiaire comme dans l'espèce humaine** ou **par vague dans les autres espèces animales**, **DANS TOUS LES CAS** : La synchronisation est liée à la cellule de Sertoli, qui est vraiment le chef d'orchestre de la spermatogenèse ++

C) La Troisième étape : différenciation (spermiogenèse)

La spermiogénèse concerne la transformation du spermatide (obtenue avec la méiose) en spz.
La spermiogénèse comprend **5 étapes** :

- 1) Formation de l'acrosome
- 2) Formation du flagelle
- 3) Condensation du noyau
- 4) Formation du manchon mitochondrial
- 5) Isolement des restes cytoplasmiques

1) formation de l'acrosome

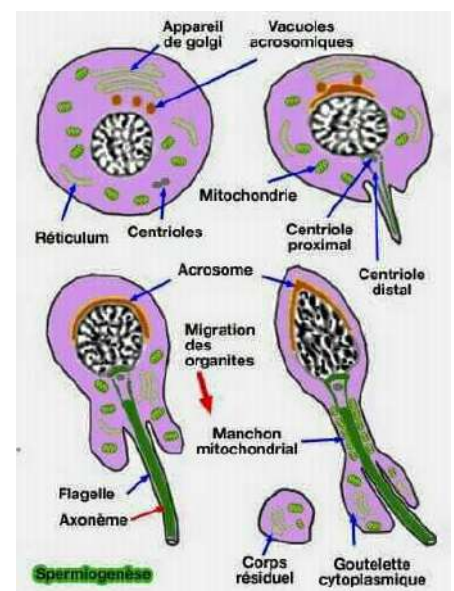
L'acrosome sert de capuchon qui vient coiffer le spz.

Mécanismes de formation :

Il est issu de la fusion des vésicules acrosomiques (ou acrosomiales) à un pôle de la cellule

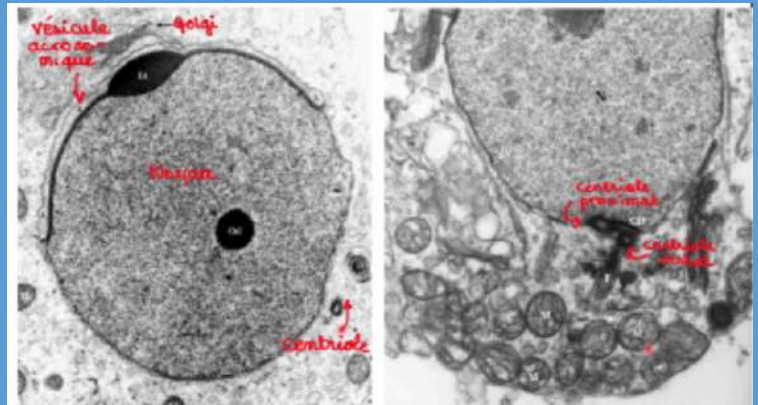
- 1) Ces vésicules vont se positionner juste sous l'appareil de golgi
- 2) Puis progressivement ces vésicules vont fusionner pour acquérir une taille plus épaisse
- 3) Le centriole proximal va migrer au pôle opposé de la spermatide, au niveau du centrosome (face à ce centriole proximal, on verra apparaître le flagelle)
- 4) Le centriole distale se positionner perpendiculairement au centriole proximale à ce niveau vont naître les éléments constitutifs du flagelle qui sont en fait des filaments de microtubules.
- 5) Autour des centrioles proximal et distal se regroupent toutes les mitochondries qui vont intervenir dans la

constitution du flagelle



En ME, on voit :

- o la vésicule acrosomique qui a totalement fusionnée, au-dessus l'appareil de golgi à l'opposé, le centriole qui va venir migrer à son opposé.
- o le centriole proximal perpendiculaire au distal
- o le flagelle en train de se constituer avec des filaments tubulaires
- o autour du flagelle vont se positionner des mitochondries
→ élément indispensable au mouvement du spz
→ permettent d'apporter l'énergie nécessaire à l'organisation de ce mouvement.



2) formation du flagelle

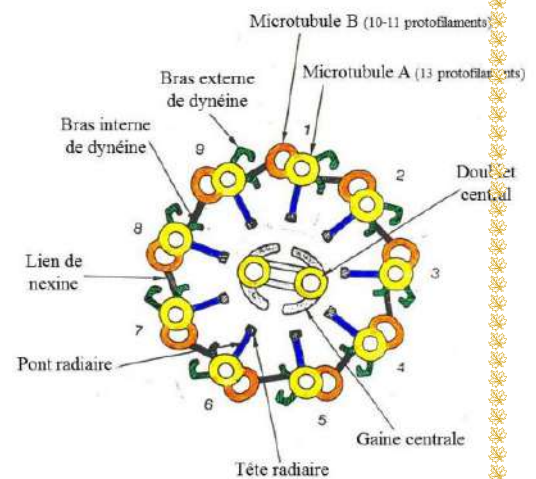
Une fois que les 2 centrioles se sont positionnés perpendiculairement, la flagelle va se former.

Mécanismes de formation :

Le centriole distale s'allonge pour donner naissance au complexe axonémal à partir des microtubules : il y a en fait **9 doublets périphériques** (des doublets alpha et bêta) qui entourent **1 doublet central** (gamma)

- Les microtubules des doublets périphériques sont accrochés par des bras de dynéine, des bras externes et un pont radiaire via la nexine et le bras interne de dynéine
- Le doublet central est rattaché sous forme de gaine et va donner l'élément constitutif du flagelle

Les bras de dynéine qui rattachent les microtubules les uns aux autres vont permettre finalement le mouvement du flagelle secondairement.



3) Condensation du noyau

Parallèlement à la formation du flagelle et de l'allongement de la spermatide, le noyau de la spermatide va se condenser. Le but est que l'ADN soit totalement protégé pour éviter qu'un élément extérieur vienne l'agresser entraînant une éventuelle modification du capital génétique sur une cellule germinale (Le trajet est long pour aller du tractus génital masculin au féminin).

La condensation est permise grâce au remplacement des histones liant l'ADN par des **protamines** riches en **arginines** et en **cystéines**.

Ce remplacement va aboutir à une **déphosphorylation** et à l'apparition de **pont disulfures** avec l'ADN d'où la condensation de la chromatine

Elle se fait suivant une phase de transition par des **protéines de transition** qui vont progressivement remplacer les histones

Aspect du spermatozoïde :

- Le noyau du spz est **ovoïde** → particularité de l'espèce humaine
- L'acrosome est **plaqué sur le noyau** recouvrant les **2/3 antérieurs** du noyau
- De face : aspect plutôt rond / De profil : aspect plutôt losangique

L'acrosome est extrêmement riche en enzymes principalement :

- **Hyaluronidase**
- **Sialidase**
- **Phosphatase acide**
- **Proacrosine** : une protéase a activité trypsine

Toutes ces enzymes vont permettre de :

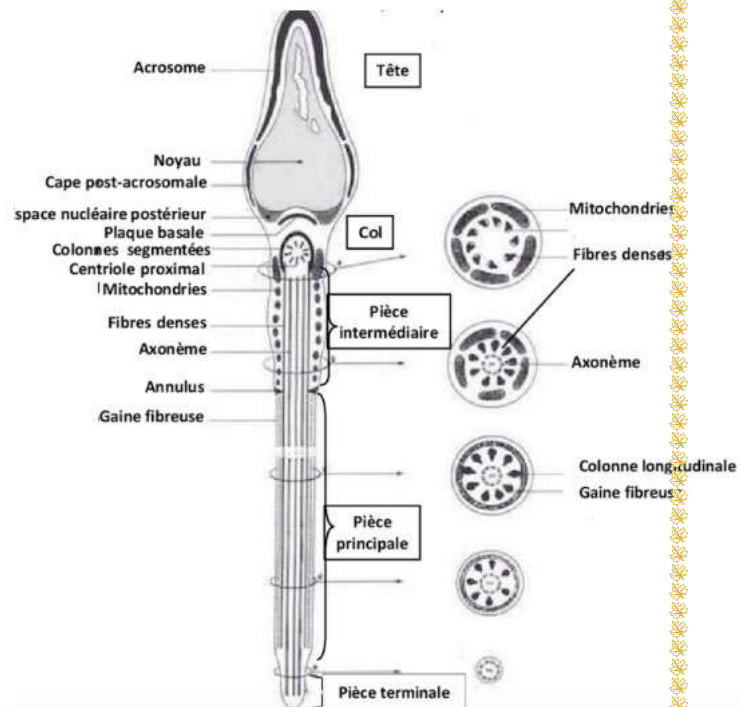
- **Digérer les cellules qui entourent l'ovocyte ++** : au moment de l'ovulation, une fois qu'il a été expulsé du follicule, pour que le spz puisse approcher de la zone Pellucide.
- **Digérer la zone pellucide** qui entoure l'ovocyte ++

4) Formation du manchon mitochondriale

Le manchon mitochondriale va entourer la **partie proximale du flagelle**, tout autour de la pièce connective.

→ **Individualisation de la pièce connective ++**

- Cette **pièce connective** s'est positionnée à proximité du noyau, elle comprend la plaque basale au niveau de la fossette d'implantation du noyau.
- La plaque basale est reliée par des microfilaments au capitulum (= surface articulaire) +++ et ainsi à l'axonème.
- Juste en dessous, on retrouve **9 colonnes segmentées autour du centriole proximal** qui donnent les fibres denses de la pièce intermédiaire.
- Ces fibres denses vont permettre aux mitochondries de migrer autour de l'axonème depuis le cytoplasme ++
- Les mitochondries vont se positionner de manière **spiralées** tout autour de l'axonème → cette formation s'appelle la **pièce intermédiaire**. Ce positionnement est indispensable, elles vont permettre de fournir l'énergie aux spz dans leur mouvement grâce à l'ATP.



En dessous de cette pièce connective :

- on a la **pièce principale** constituée des **gaines de fibres denses** et de **l'axonème**
- puis la **pièce terminale** du flagelle constituée **seulement de l'axonème ++**

On retrouve ici le noyau avec la fossette intermédiaire qui va permettre l'articulation de la pièce connective et donc le développement de la pièce intermédiaire.

RECAP :

Après la formation du manchon mitochondrial le spz se compose :

- **Du col**
- **De la pièce intermédiaire** : Les **mitochondries** auront ce positionnement spiralé uniquement à ce niveau (seule pièce avec des mitochondrie ++)
- **De la pièce principale** : Constituée de la **gaine de fibres dense** et de **l'axonème** ; Les fibres dense vont engainer l'axonème de manière à le protéger, et vont aller descendre juste avant la pièce terminale
- **De la pièce terminale** : constituée seulement de **l'axonème** avec les 9 doublets de microtubules et le doublet de microtubule central.

5) Isolement des restes cytoplasmiques

Cette dernière étape consiste à faire disparaître le cytoplasme en excès sous le manchon mitochondrial.

- Ce cytoplasme en excès = **gouttelette cytoplasmique** ou **corps résiduel ++**
- La cellule de Sertoli va permettre son isolement **par phagocytose ++**

Soytocrine

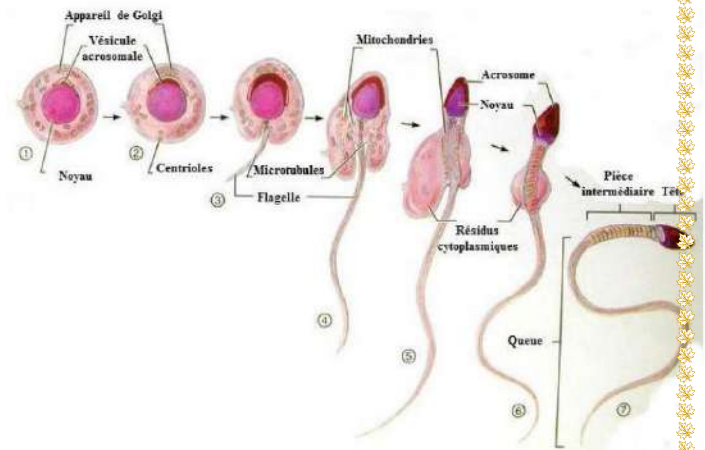
Et ensuite après la spermiogénèse, on pourra avoir le phénomène de **spermiation = relargage du spz** mature dans la lumière du tube séminifère.

En résumé, la spermiogénèse est représenté sur ce schéma:

Une spermatide initialement de type cellule ronde avec

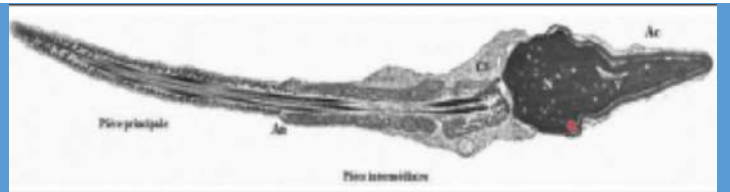
un noyau recouvert d'une vésicule acrosomale ou acrosomale. Progressivement va se former un flagelle constitué de microtubules et de fibres denses entouré sur sa partie proximale d'un réseau mitochondriale qu'on voit bien spiralé → pièce intermédiaire. La tête est extrêmement compactée ce qui va maintenir le noyau du spz.

Donc : - spermatogonie / spermatide = cellule ronde
- spz = différenciation cellulaire extrême avec tête, col, flagelle



En ME, le spz dans sa forme finale on voit:

- le noyau bien compacté, l'acrosome qui l'enchâsse, la pièce intermédiaire avec la mitochondrie et l'axonème au centre du flagelle.



La durée du processus complet de formation du spz : est d'au moins **64 jours +++**

Son rendement est élevé :

- Dans l'éjaculat : entre 50 et 100 millions de spz par mL

- Un éjaculat a en moyenne un volume de **6mL**

Si on fait la multiplication : 2-6 ml x 50- 100 millions/ml → on a quasiment un demi-milliard de spz par éjaculat !

→ rapporté au nombre possible d'éjaculations, on a un rendement de la spermatogénèse extrêmement important.

D) Anomalies du spermatozoïde

La condensation du génome peut mener des anomalies, avec une probable **fragmentation de l'ADN** sous-jacent : se traduit par des trous appelés **vacuoles** dans la tête du spz. On peut mesurer cette fragmentation avec des marqueurs d'incorporation :

- Dapi (bleu) pour coloration des noyaux
- FITC (vert) pour la fragmentation

La fragmentation de l'ADN est normal dans l'éjaculat jusqu'à un **seuil de 20%**. Au-delà on a une mauvaise qualité spermatique et potentiellement de problèmes de fertilité.

Cette fragmentation correspond à des cassures de l'ADN double brins

- lié au remplacement des histones par des protamine, au moment de la condensation de l'ADN
- ce n'est pas une mutation car il n'y a pas de modification de capital génétique
- c'est **situation pro mutagène ++**

Au moment de la décondensation de la tête spermatique, le matériel génétique va essayer d'être recollé bout à bout et habituellement entraînant des mutations de novo à cet endroit-là.

Un spermogramme avec beaucoup de spermatozoïdes fragmentés est prédictif de **fausse couche plus fréquente** dans le couple.

Il existe des anomalies : du col, de la pièce intermédiaire, des mitochondrie du flagelle = l'appareil propulseur...

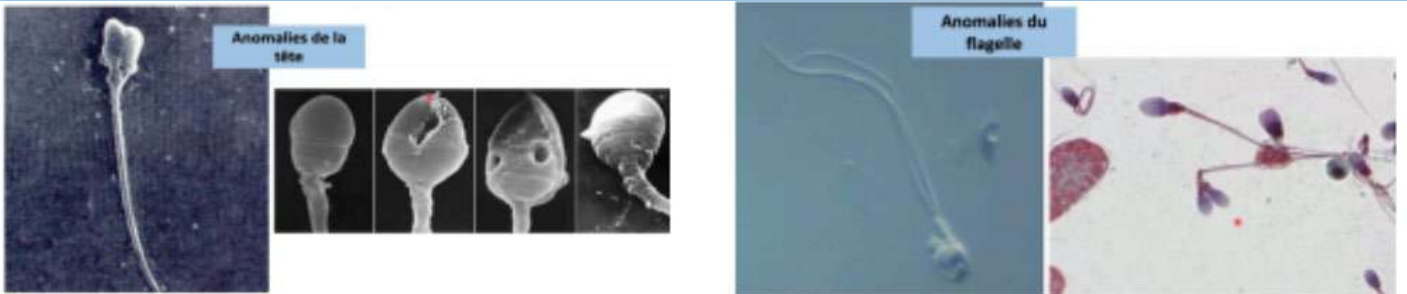
On a des anomalies **la tête** :

- deux têtes
- un trou à l'intérieur de la tête,
- un peu trop ronde
- des trous sur la partie distale de la tête

On a également des anomalies **du flagelle** :

- deux flagelles
- totalement enroulé, où la tête est coudée.

On les appelle des **teratospermies**



III. Maturation épидидymaire

Afin d'arriver à matura-on terminale, les spermatozoïdes doivent avoir été éjaculé.

⚠ Selon un mythe, on garderait ses spz, ce qui n'est pas possible. Les spermatozoïdes sont détruits **par apoptose** dans le système canalaire du canal déférent et éjaculateur. Il seront éliminés au cours d'une miction sans que vous vous en rendiez compte.

Une fois que le spermatozoïde a été expulsé, on a la spermiation, dépendante de la **testostérone +++**

Il va continuer à maturer dans l'épididyme. . L'épididyme mesure **7 m de long** par testicule depuis leur rete testis jusqu'à l'arrivée dans les déférents, c'est un trajet **très long**.

A) Acquisition de la mobilité

L'avancée des spz :

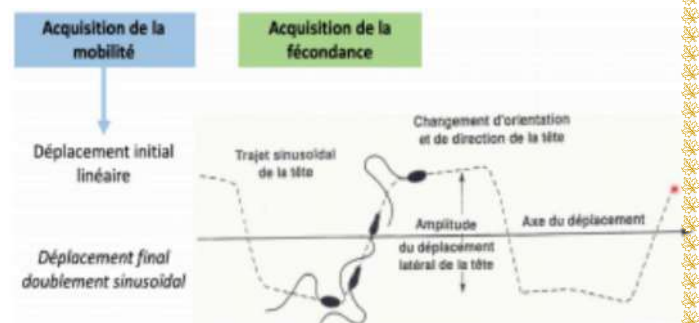
- Il s'agit d'un **transport passif ++** : Les spz ne sont pas capables de bouger au moment ils sont relargués par les cellules de Sertoli. La **mobilité** du flagelle va être acquises **uniquement à la sortie de l'épididyme +++**
- Ce transport dans l'épididyme est uniquement lié aux contractions des μ musculaires lisses entourant l'épididyme: une contraction **par 2 à 10 secondes** et en même temps, il y aura des contractions de l'albuginée.

Dans l'épididyme, on a un épithélium recouvert de cellules musculaires lisses + des cellules dendritiques (innervent les μ musculaires lisses > permettent le transport passif des spermatozoïdes).

L'acquisition de la mobilité est le paramètre essentiel dans la maturation épидидymaire car **le déplacement initial est linéaire** alors que, le **déplacement final** doit être **sinusoïdale** afin de se déplacer dans le tractus génital féminin.

Ce déplacement sinusoïdal a une particularité : **c'est une double sinusoïdale ++**, on a un **mouvement sinusoïde du flagelle** couplé à un **mouvement sinusoïde de la tête**

Quand le flagelle bat, la tête va changer d'orientation, elle se retourne de 90° à chaque fois, et, comme la tête va se retourner, le battement du flagelle va donner ce mouvement sinusoïdal et en plus des moments ondulatoires.



Ces trajets peuvent être mesurer par des outils performants : rotation de la tête à 180 degrés (90° puis 90° qui correspond à 180 degrés au final) à chaque battement de flagelle.

Socytocine

En plus d'acquérir ce pouvoir de mobilité, le spermatozoïde va acquérir la capacité de **fécondance** (=de rencontrer l'ovocyte et de le féconder)

c'est principalement un **phénomène moléculaire +++** variable: **selon les segments** de l'épididyme considéré et **selon les espèce +++**.

Les molécules vont passer via l'épithélium de l'épididyme, à la surface de l'épithélium, des microvillosités facilitent (non pas le transport passif des spz) mais principalement les échanges de molécules entre le compartiment luminal et l'épithélium qui va produire certaines molécules en fonction du temps.

Et donc selon les segments, on connaît à un peu près les mécanismes moléculaires impliquées dans l'espèce humaine : ++++

<u>Au niveau de la tête de l'épididyme</u>	<u>Au niveau du corps de l'épididyme</u>	<u>Au niveau de la queue de l'épididyme</u>
<p>- Réabsorption d'eau ++ de 90% de l'eau.</p> <p>- Absorption d'hormone :</p> <ul style="list-style-type: none"> • testostérone • l'ABP : protéine qui lit la testostérone 	<p>- Diminution des phospholipides de 90%</p> <p>- Apparition de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • concentration en carnitine • glycoprotéines spécifiques au sein de la membrane du spermatozoïde qui vont enfaite stabiliser la membrane du spermatozoïde : <ul style="list-style-type: none"> - sialoprotéines - alpha-glucosidase - glycéro-phosphorylcholine - inositol - lactate <p>- la diminution des lipides dans la membrane va entrainer une rigidification : diminution de la fluidité membranaire = décapaciation ++</p> <p>- Cette décapacitation est la perte du pouvoir fécondant du spermatozoïde.</p> <ul style="list-style-type: none"> o en empêchant le spermatozoïde de s'auto activée et donc de pouvoir féconder n'importe quelle cellule qu'il pourrait rencontrer. o Il ne sera fécondant que lorsqu'il aura pénétré dans le tractus génital féminin où il va subir de nouveau des modifications, que l'on appelle cette fois-ci la capacitation, qui lui permettront de rencontrer l'ovocyte et de le féconder. 	<p>- synthèse de desmotérol</p> <ul style="list-style-type: none"> o lipide avec une incorporation d'acide gras polyinsaturés dans la membrane cellulaire <p>- incorporation d'acide gras polyinsaturés</p> <p>- des échange ionique qui vont permettre progressivement de baissé le pH du liquide spermatique</p>

C'EST FINI !! Dédicaces à mes CO-TUTS toujours au top du jeu + à la team LA PASSOIRE, la passoire + moi = la team RAT



C'est 1,80euros !!