



République Algérienne Démocratique et populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques  
Département de biologie

## *Mémoire de fin d'études*

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques  
*Spécialité : Biologie et Physiologie de la Reproduction.*

### **Thème**

***Étude des effets de l'huile essentiel de la Sauge officinale à deux doses différentes (200µl/kg et 400µl/kg) sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins mâles prépubères de la population locale.***

Réalisé par : M<sup>elle</sup> MABED Souhila  
M<sup>elle</sup> MADOUN Ouiza

Soutenu devant le jury composé de :

Présidente: Mme MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeur	UMMTO
Promotrice: Mme LAKABI-AHMANACHE L.	MCA	UMMTO
Co-Promotrice: Mme AKDADER S.	MCB	UMMTO
Examinatrice: Mme BOUAZIZ-YAHIAATNE H.	MCA	UMMTO

2020-2021

## *Remerciements*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et grand respect à Madame LAKABI L. Ep. AHMANACHE, Maître de Conférences A à UMMTO, qui nous a fait l'honneur d'accepter d'être notre promotrice, de nous diriger tout au long de notre travail et pour toute l'aide et le temps qu'elle nous a consacré, nous la remercions pour sa patience et ses encouragements.*

*Toute notre gratitude s'adresse aussi à notre Co-promotrice Mme. AKDADER S. Maître de Conférences B à UMMTO, pour son aide et sa contribution à la réussite de ce modeste mémoire.*

*On remercie Mme. MEDJDOUB-BENSAAD F, Professeur à UMMTO, de nous avoir fait l'honneur de présider la commission d'examen et de nous avoir accueilli dans son laboratoire de recherche, ainsi que toute son équipe qui a contribué à l'accomplissement de ce modeste travail, un grand merci.*

*Un grand merci s'adresse à Mme. BOUAZIZ-YAHIAÏENE H. Maître de Conférences A à UMMTO, pour qui nous témoignons notre reconnaissance d'avoir accepté d'examiner notre modeste travail.*

*On tient à remercier vivement le responsable de la station d'élevage de Djebba à Ouaguenoun, Mr BRAHIM qui nous a ouvert les portes de sa station pour réaliser notre expérimentation, un grand merci.*

## *Dédicaces*

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

À celle qui m'a donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et reconnaissance que je te porte.

En témoignage, je t'offre ce modeste travail afin de te remercier pour tes sacrifices et l'affection dont tu m'as toujours entourée. Que dieu te préserve et te procure santé et longue viema chère Maman.

À celui qui m'a toujours appris comment réfléchir avant d'agir, a celui qui m'a soutenu tout au long de ma vie scolaire, a celui qui n'a jamais épargné un effort pour mon bien. Que dieu te préserve et te procure santé et longue vie mon cher Papa.

À mes adorables sœurs **Hassiba** et **Lynda**

Source de joie et de bonheur. Avec tous mes vœux de bonheur, de santé, de réussite et de succès, que dieu vous protège et vous garde.

À mes deux chers frères **Hamza** et **Redouane**

Qui ont toujours crû en moi merci pour votre soutien, présence et encouragement dans tout ce que je voulais faire.

À tous les membres de ma famille et toutes personnes qui portent

Le nom **MABED** et **CHEKKAI**.

À ma chère amie sœur et binôme **Ouiza** pour tous ses efforts, sa patience persévérance qui a permet de réaliser ce travail merci pour tout.

À mes très chers amis **Lydia (Am)**, **Ouiza**, **Lyla**, **Lydia (IZ)**, **Nadjiba**, **Asma**, **Assia**, **Messad**, **Meriem**, **Kamelia**, **Abdesselam**.

Avec lesquels j'ai pu partager des moments de bonheur uniques, un grand merci à vous.

À toute la promotion MII BPR (2020-2021)

À tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont soutenu ou aidé durant la réalisation de ce travail.

*Souhila*

## *Dédicaces*

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

À celle qui m'a donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et reconnaissance que je te porte.

En témoignage, je t'offre ce modeste travail afin de te remercier pour tes sacrifices et l'affection dont tu m'as toujours entourée. Que dieu te préserve et te procure santé et longue vie ma chère Maman

À celui qui m'a toujours appris comment réfléchir avant d'agir, à celui qui m'a soutenu tout au long de ma vie scolaire, à celui qui n'a jamais épargné un effort pour mon bien. Que dieu te préserve et te procure santé et longue vie mon cher Papa.

À mes adorables grandes sœurs **Nassima, Naima et Hafida** et leurs maris

Source de joie et de bonheur. Avec tous mes vœux de bonheur, de santé, de réussite et de succès, que dieu vous protège et vous garde.

À mes deux chers grands frères **Sofiane** et sa femme **Emmanuelle** et **Saïd**

Qui ont toujours crû en moi merci pour votre soutien, présence et encouragement dans tout ce que je voulais faire.

À mes petits poussins chers neveux et nièces **Hafidh, Asma, Adem, Rawan, Dihya, Akcel, Aylene** .....Je vous aime très fort

A mes grands-pères **Mohammed** et **Seïd**

Que dieu vous préserve santé et longue vie

À ma chère amie sœur et binôme **Souhila** pour tous ses efforts, sa patience persévérance qui a permis de réaliser ce travail merci pour tout.

À mes très chers amis

Avec lesquels j'ai pu partager des moments de bonheur uniques, **Sonya, Souhila, Lyla, Lydia, Ahlem, Meriem, Assia, Kamelia, Messad, Abdesselam**, un grand merci à vous.

À toute la promotion MII BPR (2020-2021)

À tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont soutenu ou aidé durant la réalisation de ce travail.

*Quiza*

*Liste des figures et des tableaux*

## Liste des Figures et Tableaux

### Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Appareil génital du lapin mâle (Barone et <i>al.</i> , 1973). .....	3
<b>Figure 2:</b> Organisation interne du testicule d'après (Bonnes et <i>al.</i> , 1988 ). .....	5
<b>Figure 3:</b> Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007). ..	6
<b>Figure 4:</b> Structure de la cellule de Sertoli (Russell et Griswold, 1993). .....	7
<b>Figure 5:</b> Schéma du spermatozoïde de mammifère (Le Moigne et Foucrier, 2009). .....	9
<b>Figure 6:</b> Schéma d'un épидидyme (Glover et Nicander, 1971 ; Hamilton, 1990). .....	11
<b>Figure 7:</b> Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009). .....	12
<b>Figure 8:</b> Schéma représentatif de l'épидидyme de la souris et du rat, montrant les différents segments et illustrant les différents types de cellules épithéliales et les cellules dendritiques (Breton et Da Silva, 2012). .....	14
<b>Figure 9:</b> Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000). .....	18
<b>Figure 10:</b> Évolution du poids des testicules chez le jeune mâle entre 20 et 180 jours (Prud'hon, 1973 cité par Lebas, 2009). .....	19
<b>Figure 11:</b> Différentes étapes de la spermatogenèse (Marieb, 2006). .....	21
<b>Figure 12:</b> Les étapes de la spermiogénèse (Gayrard, 2007) .....	22
<b>Figure 13:</b> La stéroïdogenèse dans les cellules de Leydig (Annick, 2014). .....	24
<b>Figure 14:</b> Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Rejraji et Drevet, 2004). .....	27
<b>Figure 15:</b> Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (Marie Saint-Dizier et <i>al.</i> , 2014). ..	29
<b>Figure 16:</b> Représentation schématique de l'organisation cellulaire de l'épithélium épидидymaire de rat en coupe transversale et des différentes voies de régulation des fonctions épидидymaire (Robaire et <i>al.</i> , 2002). .....	30
<b>Figure 17:</b> Lapins mâles de la population locale âgés de 3 mois (Originale, 2021). .....	33
<b>Figure 18:</b> La Saugе officinale ( <i>Salvia officinalis L.</i> ) (Madi, 2010). .....	35
<b>Figure 19:</b> Administration de l'huile essentielle aux doses (200 et 400 µl/kg), (Originale, 2021). .....	36
<b>Figure 20:</b> Sacrifice et récupération du sang (Originale, 2021). .....	37
<b>Figure 21:</b> Centrifugation du sang (Originale, 2021). .....	37
<b>Figure 22:</b> Dissection, prélèvement et pesé des organes génitaux (Originale, 2021). .....	38
<b>Figure 23:</b> Fixation des organes par le fixateur Bouin Hollande .....	39
<b>Figure 24:</b> Série des bains de déshydratation et éclaircissement des gonades. ....	39
<b>Figure 25:</b> 3 bains successifs de paraffine. ....	40
<b>Figure 26:</b> Photographie des organes placé dans des moules qui recevront la Paraffine (Originale, 2021). .....	40
<b>Figure 27:</b> Blocs de paraffine obtenue après l'inclusion (Originale, 2021). .....	41
<b>Figure 28:</b> Dispositif permettant de faire des coupes : microtome .....	41
<b>Figure 29:</b> Bains de xylène d'alcool et de la circulation. ....	42
<b>Figure 30:</b> Série d'une coloration topographique. ....	43
<b>Figure 31:</b> Représentation graphique du poids corporel des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale. ....	45
<b>Figure 32:</b> Représentation graphique du poids moyen des testicules gauches et droits des lapins de 3mois traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale. ....	46

## Liste des Figures et Tableaux

---

<b>Figure 33:</b> Représentation graphique du poids total des testicules des lapins prépubères après l'administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale.....	47
<b>Figure 34:</b> Représentation graphique du poids testiculaire relatif à 100 g de poids corporal des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale.....	48
<b>Figure 35:</b> Représentation graphique du volume total des testicules des lapins prépubères traités par d'huile essentielle de la Sauge officinale. ....	49
<b>Figure 36:</b> Représentation graphique du poids moyen des épидидymes gauches et droits des lapins âgés de 3 mois traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale.....	50
<b>Figure 37:</b> Représentation graphique du poids total des épидидymes des lapins prépubères après l'administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale. ....	51
<b>Figure 38:</b> Représentation graphique des poids épидидymaires relatif des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale. ....	52
<b>Figure 39:</b> Représentation graphique du volume total des épидидymes des lapins prépubères traités par d'huile essentielle de la Sauge officinale. ....	53
<b>Figure 40:</b> Coupe histologique au niveau de testicule de lapintémoin âgé de 3 mois après coloration de trichrome Masson au grossissement (10*40).....	54
<b>Figure 41:</b> Coupe histologique au niveau de testicule de lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale après coloration de trichrome Masson au grossissement (10*40). ....	55
<b>Figure 42:</b> Coupe histologique au niveau de l'épididyme de lapin témoin âgé de 3 mois après coloration de trichrome de Masson au grossissement (10*40).....	56
<b>Figure 43:</b> Coupe histologique au niveau de l'épididyme d'un lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale après coloration avec le trichrome de Masson au grossissement (10*40).....	57

### Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b> La Composition chimique de l'huile essentielle du <i>Salvia officinalis L.</i> (Bruneton, 1999) .....	35
--	----

*Liste des abréviations*

## Abréviations

**Ap**: Spermatogonie à chromatine claire.

**3 $\beta$  HSD**: 3 $\beta$ - Hydrox stéroïde déhydrogénase.

**ABP**: AndrogenBindingProtein.

**Ad** : Spermatogonie à chromatine fine et sombre.

**AMPc** : Adénosine Monophosphate cyclique.

**ARNm**: Acide Ribonucléique messenger.

**ATP**: Adénosine Triphosphate.

**ESM** : Erreur Standard liée à la Moyenne.

**FSH**: Follicle Stimulating Hormone.

**FSHR**: Follicle Stimulating Hormone Receptor.

**GnRH**: Gonadotropine Releasing Hormone.

**HCO<sub>3</sub>**: bicarbonates.

**HE** : Huile essentielle.

**LH**: Luteinizing Hormone.

**LHR**: Luteinizing Hormone Releasing Receptor.

**ONAB** : Office National de l'Aliment de Bétail.

**pH** : potentiel Hydrogène.

**PKA** : Protéine Kinase AMP cyclique.

**R-GnRH** : Receptor Gonadotropine Releasing Hormone.

**REL**: Reticulum Endoplasmique Lisse.

**SKEO**: Saturejakhuzestanica essential oil.

**Sp B** : Spermatogonie à chromatine en agrégat périphérique.

**STAR** : Steroidogenic Acute Regulatory Protein.

## *Sommaire*

# Sommaire

---

## Liste des figures et tableaux

## Abréviations

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

### **Chapitre I : Rappels anatomiques et histologique de l'appareil génital mâle.**

1. Appareil génital mâle .....	3
1.1. Testicule.....	4
1.1.1. Anatomie .....	4
1.1.2. Histologie .....	4
1.1.3. Tissu interstitiel .....	10
1.2. Epididyme.....	10
1.2.1. Anatomie .....	10
1.2.2. Histologie .....	11
1.2.3. Lumière du canal épидидymaire .....	12
1.2.4. Epithélium épидидymaire .....	12
1.2.5. Canal déférent .....	15
1.3. Urètre.....	15
1.4. Glandes annexes .....	16
1.4.1. Vésicule séminale.....	16
1.4.2. Glande vésiculaire (pro prostate ou prostate craniale) .....	16
1.4.3. Prostate.....	16
1.4.4. Glandes para prostatiques.....	16
1.4.5. Glande de Cowper .....	16
1.5. Pénis .....	17

### **Chapitre II: Physiologie de la Reproduction**

1. Développement des gonades et puberté.....	18
2. Développement pondéral .....	18
3. Développement comportemental .....	19
4. Maturation sexuelle .....	20
4.1. Phase infantile .....	20
4.2. Phase prépubère .....	20
4.3. Puberté .....	20

## Sommaire

---

4.4. Maturité sexuelle .....	20
5. Fonctions physiologiques du testicule .....	20
5.1. Spermatogenèse .....	21
5.1.1. Spermatocytogenèse.....	21
5.1.2. Méiose.....	22
5.1.3. Spermiogénèse .....	22
5.2. Stéroïdogenèse .....	22
6. Fonctions physiologiques de l'épididyme.....	24
6.1. Maturation des spermatozoïdes .....	24
6.2. Acquisition de la motilité .....	25
6.3. Protection.....	25
6.4. Stockage.....	25
7. Mode de sécrétion de l'épididyme :.....	25
7.1. Sécrétion mérocrine .....	26
7.2. Sécrétion apocrine .....	26
8. Régulation endocrinienne de la fonction de reproduction chez les lapins .....	27
8.1. Axe hypothalamo-hypophysaire-gonadique .....	27
8.1.1. Au niveau hypothalamique.....	27
8.1.2. Au niveau hypophysaire .....	27
8.1.3. Au niveau gonadique .....	28
8.2. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule .....	28
8.3. Régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire.....	29
9. Influence des facteurs de l'environnement sur la reproduction des lapins .....	30
9.1. Température .....	30
9.2. Saison .....	31
9.3. Eclairage .....	31
9.4. Humidité (l'hygrométrie) .....	31
9.5. Alimentation.....	31
9.6. Age .....	32
9.7. Etat sanitaire.....	32

---

## Sommaire

---

### Chapitre III: Matériel et méthode

1. Model animal .....	33
2. Model végétal.....	34
2.1. L'huile essentielle de la Sauge officinale ( <i>Salvia officinalis L</i> ) .....	35
3. Expérimentation.....	36
3.1. Constitution des lots.....	36
3.2. Administration de l'huile essentielle .....	36
3.3. Sacrifice des animaux et prélèvement du sang et des organes .....	37
4. Etude histologique .....	38
4.1. Fixation des échantillons .....	38
4.2. Déshydratation et éclaircissement.....	39
4.3. Imprégnation à la paraffine .....	40
4.4. Inclusion à la paraffine .....	40
4.5. Confection des coupes et étalement .....	41
4.6. Déparaffinage et réhydratation .....	42
4.7. Coloration topographique.....	42
4.8. Montage .....	43
4.9. Observation des lames .....	43
5. Etude statistique .....	43

### Chapitre IV: Résultats et Discussion

1. Résultats.....	45
1.1. Résultats de l'étude macroscopique.....	45
1.1.1. Poids corporel .....	45
1.1.2. Poids testiculaires .....	46
1.1.3. Poids épидидymaires .....	49
1.2. Résultats de l'étude microscopique (Étude histologique).....	53
1.2.1. Étude histologique des structures testiculaires .....	53
1.2.2. Étude histologique des structures épидидymaires .....	55
2. Discussion.....	57
2.1. Paramètres macroscopiques.....	57
2.2. Paramètres microscopiques.....	58

## Sommaire

---

<b>Conclusion</b> .....	60
<b>Références bibliographiques</b> .....	61
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	

## *Introduction*

Le lapin est l'espèce considérée à la fois comme animal domestique, animal de compagnie et animal modèle de recherche, possédant de nombreuses caractéristiques biologiques ; forte prolificité, rapidité de croissance, court intervalle entre générations et une bonne qualité de viande, ceci lui confère un statut particulier. En Algérie le lapin représente une espèce à intérêt économique indéniable grâce à la production de viande qui est une source de protéines non négligeable, du plus il possède une forte prolificité associée à une courte durée de gestation (Lebas et Colin, 1992). Sur le plan de la caractérisation des performances, la population locale est moins fertile et moins puissant par rapport aux lapins des populations étrangères, pour cela plusieurs travaux ont été menés dans le but d'améliorer la cuniculture en Algérie.

La fertilité masculine est sous la dépendance de l'axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire et elle est marquée par une différenciation gonadique, une descente des testicules, un début de la puberté couplée avec la prolifération et la maturité des cellules testiculaires (Vigueras-Villasenor et *al.*, 2003).

Le testicule est constitué principalement de tubes séminifères où se déroulent la spermatogenèse et de tissu interstitiel riche en cellules de Leydig. Cette dernière synthétise et libère les androgènes, principalement la testostérone, jouant un rôle dans le maintien de la spermatogenèse (Curtis et Amann, 1981; Eurell et Frappier, 2006). L'épididyme est un long tubule pelotonné reliant le testicule au canal déférent joue un rôle très important dans la fertilité des mâles en assurant la maturation des spermatozoïdes (Kirchloff, 1999).

Cependant, plusieurs paramètres peuvent influencer sur les performances de reproduction chez le lapin tel que l'environnement, les conditions d'élevages. Récemment plusieurs études menées sur les huiles essentielles ont montré leurs effets sur le processus de reproduction.

En effet les huiles essentielles sont des produits aromatiques riches en phyto-œstrogènes dont l'innocuité n'est pas totalement prouvée, ces composés sont susceptibles de modifier le processus physiologique de la reproduction soit en l'améliorant ou en le perturbant selon la dose utilisé (El Kalamouni, 2010).

De ce fait, le but de notre travail est de mettre en évidence les effets de l'huile essentielle de la Sauge officinale sur la structure des testicules et épididymes des lapins mâles

prépubères de la population locale, à travers une étude macroscopique et microscopique (histologique).

Notre travail se présente sous la forme de quatre chapitres, le premier chapitre portera sur des rappelles anatomo-histologique de l'appareil reproducteur mâle du lapin et le deuxième chapitre abordera la physiologie de la reproduction. Dans le troisième chapitre, nous exposerons les matériel et méthodes et on terminera dans le quatrième chapitre par les résultats et la discussion. Enfin, ce document sera clôturé par une conclusion globale ainsi qu'un ensemble de perspectives.

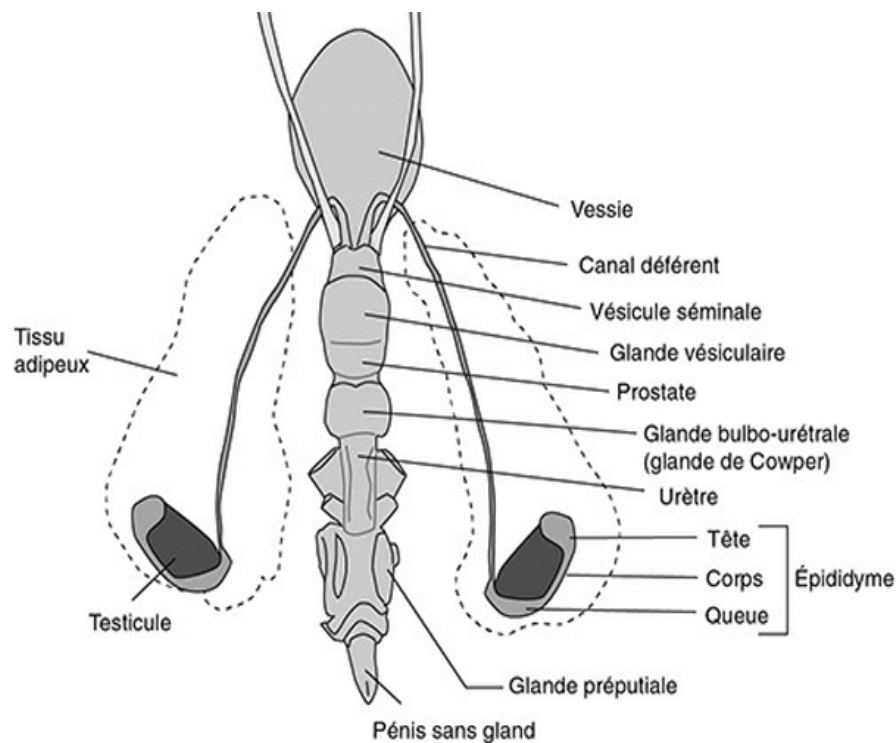
*Chapitre I*  
*Rappels bibliographiques*

Le système reproducteur du lapin mâle est très similaire à celui des autres mammifères, sauf pour la capacité supplémentaire de pouvoir rétracter le testicule dans l'abdomen (Sabbagh, 1983). Ce système présente deux fonctions primordiales, la production des spermatozoïdes et leur dépôt dans les voies génitales femelles d'une part, et la sécrétion des hormones sexuelles d'autre part (Alvarino, 1993).

### 1. Appareil génital mâle

Le terme « appareil génital mâle » (Figure 1) désigne tous les organes et structures participant à la formation, la maturation, l'émission sous pression des différents constituants du sperme qui se divise en quatre parties fonctionnelles (Boussit, 1989; Marieb et *al.*, 1999; Young et *al.*, 2008) :

- Les testicules: qui sont les glandes génitales mâles.
- Un réseau de conduits incluant : l'épididyme, le conduit déférent et enfin l'urètre qui débouche à l'extérieur par l'extrémité du pénis.
- Les glandes annexes : ce sont les vésicules séminales, la prostate et les glandes bulbo-urétrales, qui débouchent dans ces canaux où elles déversent leurs sécrétions.
- Le pénis : qui est un organe de copulation.



**Figure 1:** Appareil génital du lapin mâle (Barone et *al.*, 1973).

## 1.1. Testicule

Les testicules sont des organes pairs dotés d'une double fonction : la fonction exocrine (gamétogénèse, ou spermatogénèse) et la fonction endocrine (la synthèse et la sécrétion des hormones sexuelles principalement la testostérone) qui sont assurées par une double structure, un compartiment tubulaire et un compartiment interstitiel (Muller et Clos, 1997).

### 1.1.1. Anatomie

Situés de part et d'autre de la ligne médiane inguinale, les testicules chez le lapin adulte sont de forme ovoïde, amincis aux extrémités avec un pôle caudal plus pointu, mesurant 3 à 3,5cm de longueur, 1 à 1,5cm de largeur, 1 à 1,3cm d'épaisseur et pesant 1,5 à 2g. Ils sont protégés et soutenus par une enveloppe appelée scrotum ou sac scrotal constitué d'une fine couche de peau recouvrant divers couches fibro-élastiques et musculaires dont la plus importante est le dartos (Barone, 2001)

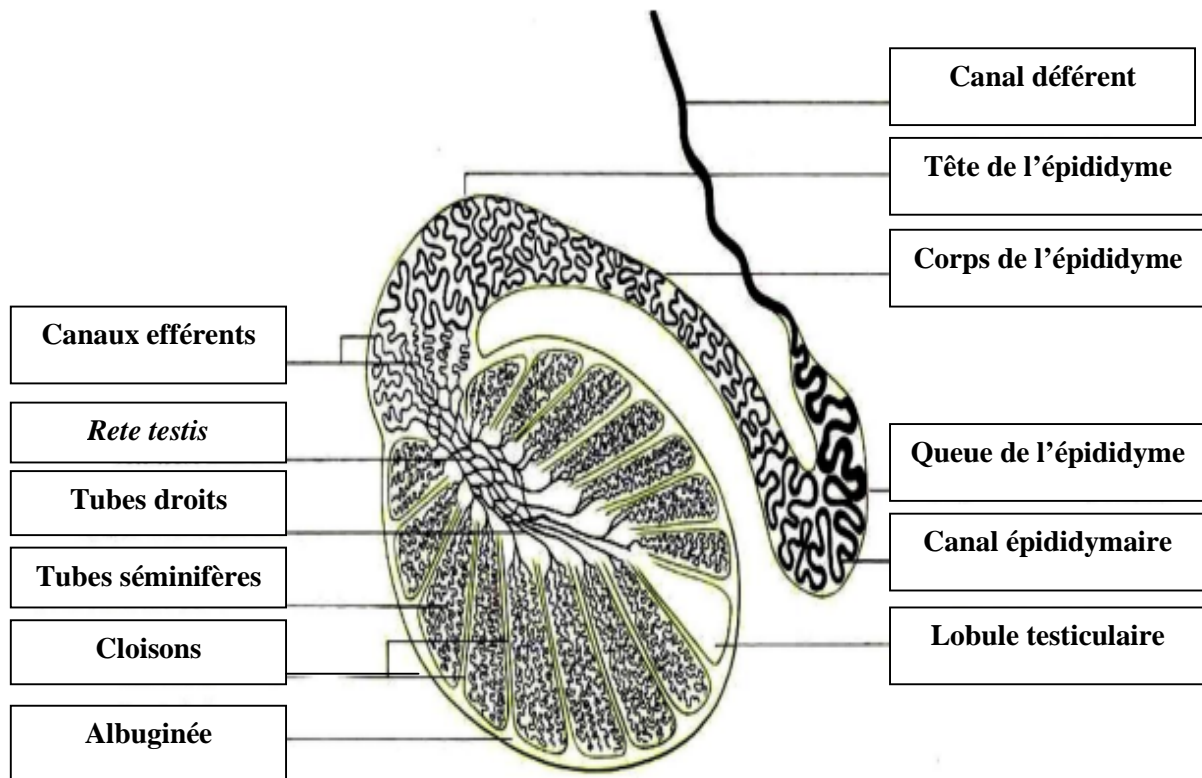
Le lapin est alternativement exorchide lorsque les testicules montent dans la cavité abdominale sous l'effet de frayeur, ou énorchide lorsqu'ils redescendent dans les bourses grâce à un tissu musculaire appelé crémaster (Boussit, 1989; Barone, 2001).

### 1.1.2. Histologie

Le testicule est revêtu par une capsule blanche, épaisse et résistante, riche en fibre de collagène et parcourue par les vaisseaux testiculaires ; l'albuginée (Dadoune et *al.*, 2000 ; Siffroi, 2001).

Cette albuginée s'épaissit encore au niveau de la coiffe épидидymaire et s'enfonce à l'intérieur du testicule pour former un cône fibreux, le corps d'Highmore, parcouru par un réseau de canalicules, *retetestis*. Du corps d'Highmore partent des cloisons conjonctives, les *septatestis*, délimitant 200 à 300 lobules intra-testiculaires. Chaque lobule contient 2 à 3 tubes séminifères très longs qui débauchent par de courts segments rectilignes, les tubes droits, dans le *retetestis* (Figure 2) (Vacheret, 1999 ; Siffroi, 2001).

Selon Thibault et Levasseur (2001), le testicule comprend deux compartiments cellulaires distincts issus de la partie interne de l'ébauche gonadique : un compartiment interstitiel composé uniquement de cellules endocrines dites cellules de Leydig et un autre compartiment germinal composé de cellules germinales et de cellules somatiques appelées cellules de Sertoli.

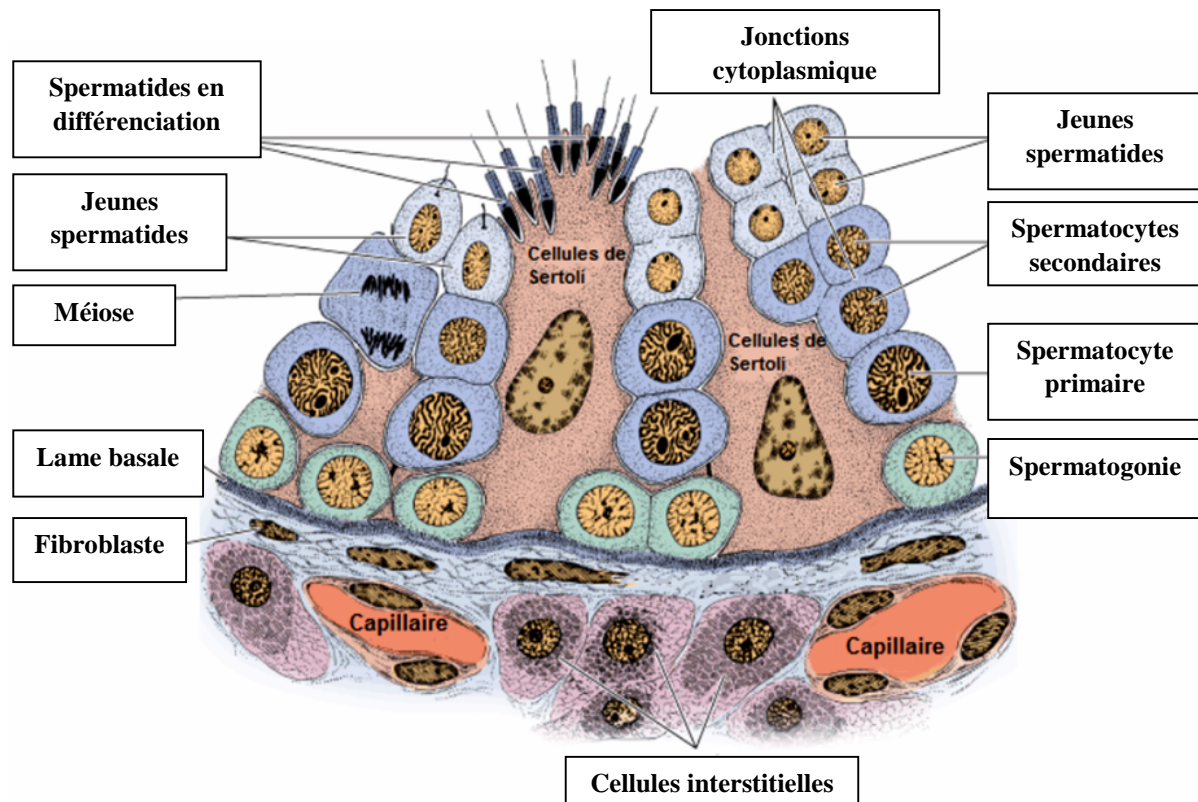


**Figure 2:** Organisation interne du testicule d'après (Bonnes et *al.*, 1988 ).

#### 1.1.2.1. Tube séminifère

Le tube séminifère, unité fonctionnelle du testicule, est un tube très long, flexueux et pelotonné qui peut atteindre 70 mètres de longueur chez le lapin. 2 à 3 tubes forment un lobule qui se jettent dans les tubes droits qui s'anastomosent au niveau du corps d'Highmore et forment un réseau de canalicules, appelé la *retetestis*, d'où partent une dizaine de canaux efférents qui traversent l'albuginée pour former la tête de l'épididyme (Alvarino, 1993).

Le tube séminifère est constitué par une lumière bordée par un épithélium séminifère de revêtement pluristratifié, qui comprend essentiellement des cellules germinales à des stades de développement variés (spermatogonies, spermatocytes, spermatides et spermatozoïdes) et des cellules de Sertoli reposant sur une membrane basale. (Figure 3) (Frend et *al.*, 1973 ; Barone, 2001; Thibault et Levasseur, 2001).



**Figure 3** : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007).

### 1.1.2.2. Cellules de Sertoli

Les cellules de Sertoli sont des grandes cellules prolifératives dotées d'un grand noyau ovalaire ou triangulaire en coupe, allongé perpendiculairement à la membrane basale, fréquemment encoché, avec un volumineux nucléole et d'un cytoplasme abondant. Leurs bases reposent sur la membrane limitante du tube, tandis que leur cytoplasme apical en atteint la lumière. Le cytoplasme contient l'ensemble habituel d'organites dont les mitochondries, réticulum endoplasmique granulaire et lisse et l'appareil de Golgi (Frend *et al.*, 1973; Vacheret, 1999).

Chaque cellule de Sertoli est connectée aux cellules adjacentes par des jonctions serrées, disposées au pôle basal liant deux compartiments, basal ou périphérique et central. D'autres types de jonctions relient les cellules de Sertoli entre elles et avec les cellules germinales, dont des jonctions d'ancrages et des jonctions communicantes de types Gap (Figure 4) (Hazard et Perlemuter, 2000).



premier ordre ou spermatocytes I, les spermatocytes de deuxième ordre ou spermatocytes II, les spermatides et les spermatozoïdes (Vacheret, 1999; Siffroi, 2001).

#### 1.1.2.4.1. Spermatogonies

Selon Vacheret (1999) et Siffroi (2001), les spermatogonies sont de petites cellules arrondies ou ovalaires, de 10 à 15 microns de diamètre, plaquées contre la membrane basale. On distingue trois sortes de spermatogonies selon l'aspect de leur noyau :

- Des spermatogonies à chromatine fine et sombre, les spermatogonies Ad (dark).
- Des spermatogonies à chromatine claire, poussiéreuses ou pâles, les spermatogonies Ap.
- Des spermatogonies à chromatine mottée et nucléole bien visible, les spermatogonies B.

#### 1.1.2.4.2. Spermatocytes

D'après Marthin et Barry (2001), deux types de spermatocytes sont produits au cours de cette activité spermatique : le spermatocyte de 1<sup>er</sup> ordre et le spermatocyte de 2<sup>ème</sup> ordre. Les spermatocytes I sont des cellules déjà engagées dans les premières étapes de la méiose, se caractérisent par un cytoplasme abondant et un noyau volumineux contenant une chromatine disposée en amas grossiers ou en fins filaments, facilement reconnaissable. Les spermatocytes II issues de la première division de la méiose des spermatocytes I, sont des cellules plus petites qui vont rapidement terminer leur deuxième division de la méiose et engendrer des cellules à n chromosomes, les spermatides.

#### 1.1.2.4.3. Spermatides

Les spermatides sont des cellules haploïdes de petite taille, ovoïdes avec un noyau rond et clair contenant un ou deux masses nucléolaires qui se localisent à proximité de la lumière des tubes séminifères (Dadoune et *al.*, 2000; Junqueira et Carneiro, 2007).

Ces cellules vont subir une différenciation durant laquelle elles vont devenir plus petites et effilée, aboutissant à la formation des spermatides allongé puis des spermatozoïdes via la spermiogénèse (Ramé *et al.*, 2007).

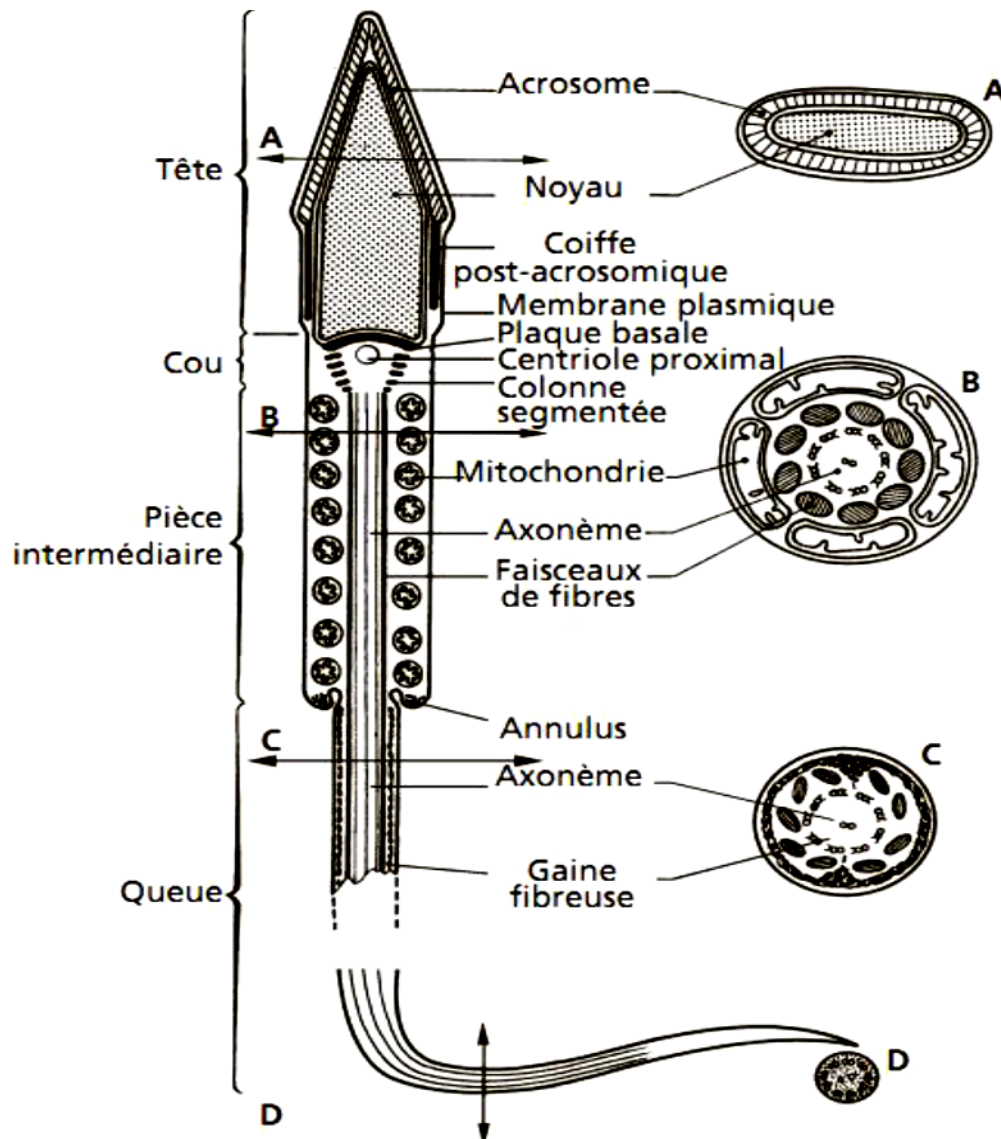
#### 1.1.2.4.4. Spermatozoïdes

Les spermatozoïdes, résultat final de la spermatogénèse, disposés en bouquet à l'apex des cellules de Sertoli, sont des cellules très petites dotées d'une motilité flagellaire et d'une forme filiforme constitués de trois parties distinctes la tête, la pièce intermédiaire et flagelle. Le spermatozoïde mûr est une cellule allongée de 55 à 57µm de longueur chez le lapin (Figure5) (Robert et Vincent, 1995).

La tête ovoïde du spermatozoïde est formée par un noyau coiffé par un acrosome pourvu d'enzymes responsable de la pénétration dans la membrane de l'ovocyte lors de la fécondation (Robert et Vincent, 1995; Barone 2001).

La pièce intermédiaire est une partie cytoplasmique, rétrécie, représente le segment qui unit la tête à la queue et renferme la majorité des mitochondries qui sont le siège de la production énergétique nécessaire aux mouvements.

La queue ou flagelle assurant la mobilité du spermatozoïde, forme la quasi-totalité de la cellule, présente une pièce principale de 45 $\mu$ m de longueur constitué de neuf faisceaux de fibres denses, ainsi que d'une gaine protéique fibreuse périphérique et une pièce terminale de 1 à 2 $\mu$ m de longueur qui comporte le filament axial (Barone, 2001; Wargo et Smith, 2003; Turner, 2003).



**Figure 5:** Schéma du spermatozoïde de mammifère (Le Moigne et Foucrier, 2009).

### 1.1.3. Tissu interstitiel

Le tissu interstitiel est un tissu conjonctif lâche, riche en vaisseaux sanguins et lymphatiques et en terminaisons nerveuses, dans lequel sont réparties des cellules interstitielles en amas, appelées cellules de Leydig ainsi que diverses cellules libres de type fibroblastes, macrophages ou encore lymphocytes (Wrobel, 1990).

Les cellules de Leydig sont des cellules polygonales, qui sont soit dispersées, soit groupées en amas autour des capillaires sanguins et entourées par une lame basale discontinue (Lakabi, 2017).

Elles contiennent un noyau ovoïde dont la chromatine est périphérique et un nucléole volumineux, un cytoplasme dense riche en citernes de REL, des mitochondries peu nombreuses de taille variable garnies de crêtes tubulaires et d'enclaves lipidiques abondantes dans le cytoplasme des cellules matures. De nombreuses jonctions, de type Gap, desmosomes et plus rarement des jonctions septées ont été mises en évidence au niveau de la membrane plasmique (Dadoune et Demoulin, 2001).

Ces cellules synthétisent et libèrent des androgènes principalement la testostérone qui est essentiels pour la spermatogenèse et la masculinisation et l'apparition des caractères sexuels primaires et secondaires (Dizier et Maillard, 2014).

## 1.2. Epididyme

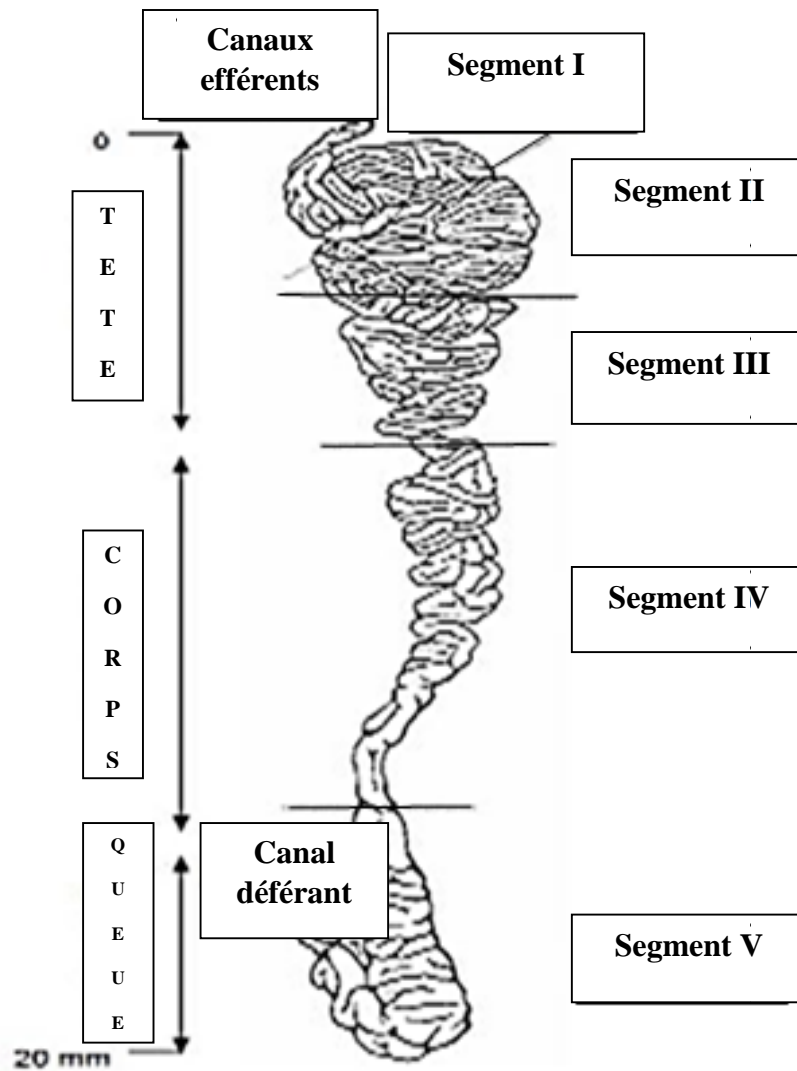
L'épididyme, organe du tractus génital mâle, est accolé à la face postérieure du testicule et relie les canaux efférents au canal déférent. Chez les mammifères, c'est un long tubule unique fortement contourné dont la taille varie selon les espèces, il mesure 1,5 à 3cm chez les lapins (Barone, 1978; Grasse, 1995) et peut atteindre jusqu'à 5mètres chez l'homme (Sullivan, 2004).

### 1.2.1. Anatomie

Sur la base de sa morphologie et de son histologie, cet organe peut être divisé en trois parties distinctes : la tête ou région proximale qui est reliée au hile du testicule par les canaux efférents et le *retetestis*, le corps ou région médiane, accolé au testicule jusqu'à sa partie postérieure et la queue ou région distale connectée au canal déférent (Abe et *al.*, 1983 ; Abou-Haila et Fain-Maurel, 1984).

Ces régions sont également subdivisées en plusieurs segments (Figure 6) (Abe et *al.*, 1983 ; Abou-Haila et Fain-Maurel, 1984 ; Johnston et *al.*, 2005), chacun d'entre eux étant délimité par des cloisons conjonctives ou *septa*. Cette subdivision repose sur des analyses ultrastructurales, ainsi que sur l'étude des activités enzymatiques et transrationnelles de l'organe (Takano, 1980).

Cependant, cette zonation physiologique de l'épididyme est plus complexe car aucun repère anatomique ne permet de distinguer les différentes régions épидидymaires, spécialisées dans des activités précises (Barone, 2001). Autour de ce canal, on note la présence d'une mince couche de fibres musculaires lisses, dont les contractions permettent le transit des spermatozoïdes (Bonnes et *al.*, 2005).



**Figure 6:** Schéma d'un épидидyme (Glover et Nicander, 1971; Hamilton, 1990).

### 1.2.2. Histologie

Le canal épидидymaire comprend deux compartiments : une lumière bordée par un épithélium pseudostratifié, entouré de 2 à 6 couches de fibres musculaires lisses et du tissu conjonctif qui contient des terminaisons nerveuses et des capillaires sanguins (Hermo et Robaire, 1988).

Autour du canal épидидymaire, on note la présence d'une mince couche de fibres musculaires lisses, qui par leurs contractions péristaltiques régulières contrôlées par les fibres nerveuses, permettent le transit des spermatozoïdes de la tête vers la queue de l'organe (Setchell *et al.*, 1994).

### 1.2.3. Lumière du canal épидидymaire

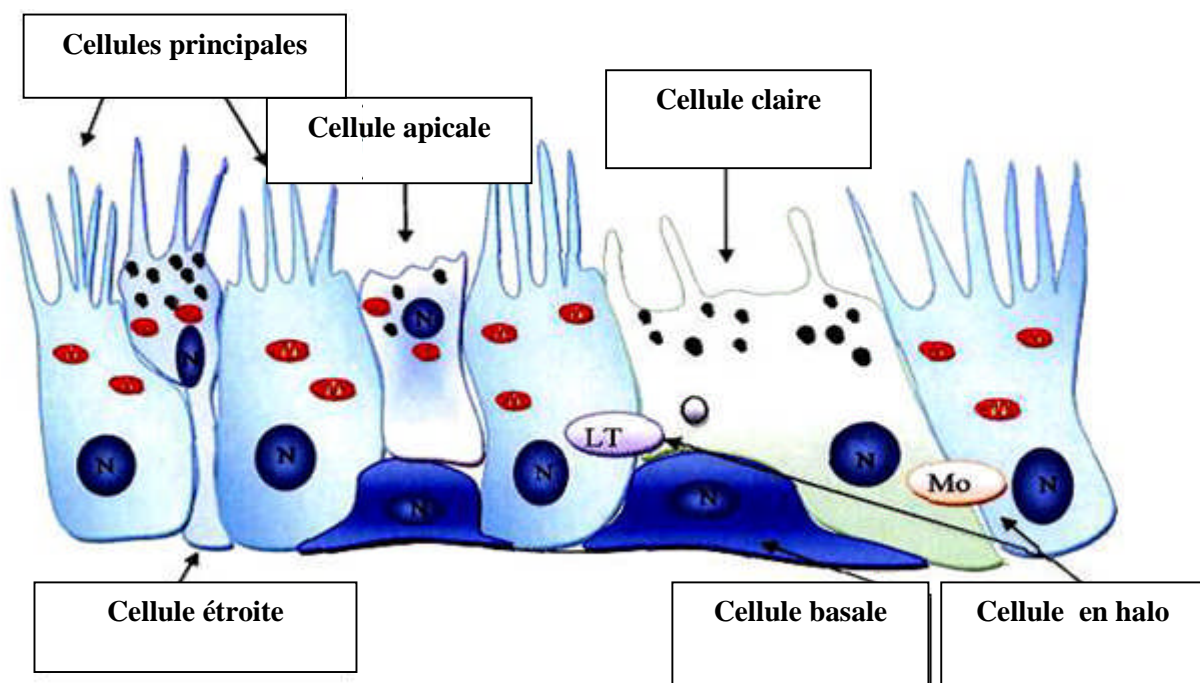
Pour rejoindre le système éjaculateur depuis les gonades mâles, les spermatozoïdes transitent à travers l'épididyme au niveau de sa lumière, où ils baignent dans un milieu de nature très complexe : le fluide épидидymaire.

Ce dernier est composé principalement d'ions, de petites molécules organiques, de protéines et de macromolécules.

Cependant en raison d'une forte régionalisation tissulaire et cellulaire des activités de synthèse, de sécrétion et réabsorption des cellules épithéliales, la composition du fluide épидидymaire varie tout le long du canal (Adamali *et al.*, 1999; Hermo et Robaire, 2002).

### 1.2.4. Epithélium épидидymaire

Six types cellulaires entrent dans la composition de l'épithélium épидидymaire: les cellules basales, étroites, apicales, claires, en halos et principales, qui présentent des caractéristiques structurales et fonctionnelles très variées de la région proximale à la région distale du tubule (Figure 7) (Robaire *et al.*, 2006).



**Figure 7:** Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009).

N : noyau ; LT : lymphocyte T ; Mo : monocyte.

#### 1.2.4.1. Cellules principales

Les cellules principales sont les cellules les plus abondantes de l'épithélium épидидymaire, constituent environ 80% de la population cellulaire totale dans le segment initial et ne représentent que 65% de la population cellulaire totale dans la queue de l'épididyme (Trasler et *al.*, 1988).

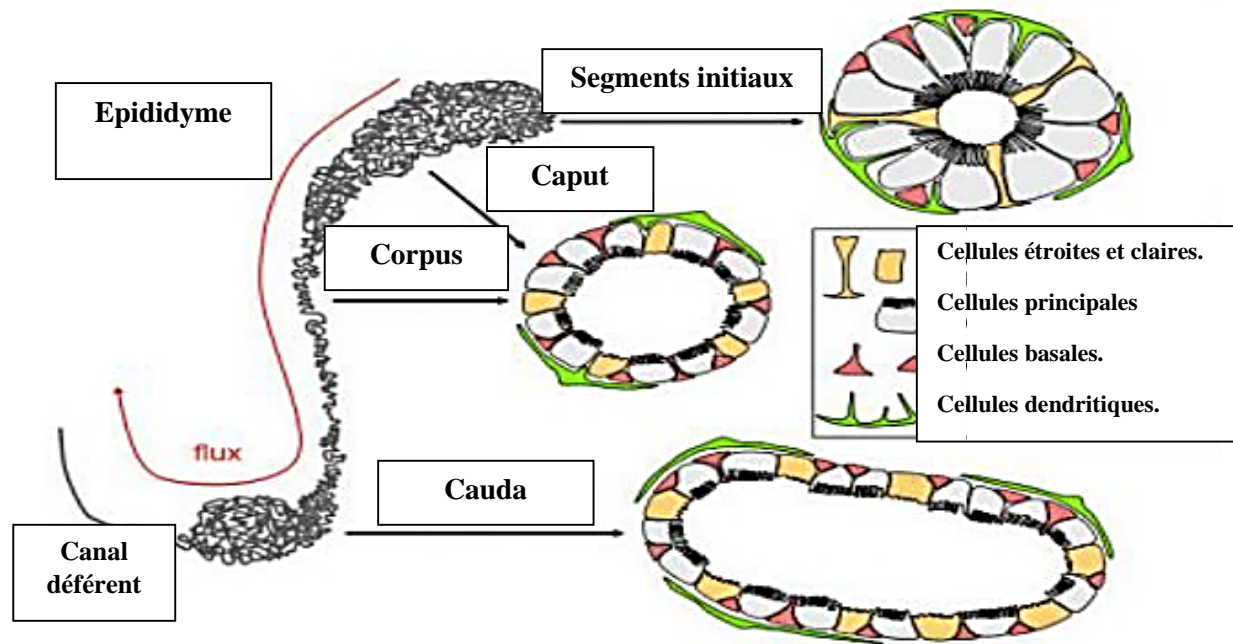
Ces cellules présentent des caractéristique structurales variables d'un segment à l'autre de l'épididyme, elles sont reliées entre elles par des jonctions serrées et des desmosomes. En effet, leur hauteur est plus élevée dans la tête que dans la queue, tout comme la longueur des microvillosités qui tapissent leur pôles apical (Ramos et Dym, 1977 ; Flickinger et *al.*, 1978; Jones et *al.*, 1979).

Les cellules principales appartiennent à la classe de cellule « sécrétrices de constitution » (Moore et Kelly, 1985) et assure plusieurs fonction tels que le transport et la sécrétion de petites molécules organique, la synthèse et sécrétion de protéines, et la réabsorption du fluide épидидymite (Robaire et Hermo, 1988 ; Robaire et Viger, 1995 ; Cooper, 1998).

#### 1.2.4.2. Cellules basales

Les cellules basales représentant 10 à 20% de la population cellulaire totale de l'épithélium épидидymaire (Soranzo et *al.*, 1982). Ces petites cellules allongées, localisées tout le long du canal épидидymaire, reposent sur la membrane basale formant ainsi un réseau en dessous des cellules principales. Les cellules basales contient un noyau irrégulier et un cytoplasme pauvre en organites et possèdent de longues projections pouvant s'étendre jusqu'à la lumière de l'épididyme (Figure 8) (Soranzo et *al.*, 1982; Veri et *al.*, 1993 ; Cooper, 1998; Seiler et *al.*, 2000).

Leur fonction est inconnue mais il semblerait qu'elles jouent un rôle dans l'élimination des radicaux libres ainsi que dans la protection immunitaire des spermatozoïdes en participant à ce qu'on appelle, la barrière hémato-épидидymaire (Veri et *al.*, 1993; Cooper, 1998; Seiler et *al.*, 2000).



**Figure 8:** Schéma représentatif de l'épididyme de la souris et du rat, montrant les différents segments et illustrant les différents types de cellules épithéliales et les cellules dendritiques (Breton et Da Silva, 2012).

#### 1.2.4.3. Cellules en halos

Les cellules en halo sont des petites cellules à bord étroit avec un cytoplasme clair et un noyau dense (Robaire et *al.*, 2006), qui sont présentes tout au long de l'épithélium et se situent vers la base de l'épithélium épидидymaire (Figure 8).

Elles ont été décrites comme des cellules d'origine immunitaire et identifiées comme des lymphocytes intra épithéliaux ou des macrophages qui contribuent à former une barrière immunologique au niveau de l'épididyme (Hoffer et *al.*, 1973; Serre et Robaire, 1999).

#### 1.2.4.4. Cellules claires

Ces grandes cellules prismatiques sont présentes essentiellement dans le corps et la queue de l'épididyme (Soranzo et *al.*, 1982). Elles sont caractérisées par la présence de vésicules claires en position apicale, de lysosomes en partie médiane et de nombreuses inclusions lipidiques en position basale (Figure 8) (Robaire et Hermo, 1988). D'après Olson et Hinton (1985), elles joueraient un rôle dans l'absorption de certains composants du fluide épидидymaire.

#### 1.2.4.5. Cellules apicales

Qualifiées ainsi en raison de la localisation de leur noyau au pôle apical de l'épithélium, elles présentent un cytoplasme dense très riche en mitochondries, se trouvent principalement dans le segment initial où elles représentent 10% de la population cellulaire totale de

l'épididyme, leur nombre diminue tout au long de l'organe pour ne représenter que 1% des cellules dans la queue de l'épididyme (Adamali et Hermo, 1996).

Elles participent à l'acidification du fluide épидидymaire ; grâce à la production d'anhydrase carbonique qui permet la sécrétion des ions H<sup>+</sup> et la réabsorption des bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (Martínez-García et al., 1995; Hermo et al., 2005) et sont aussi capables d'endocyter des substances présentes dans la lumière (Robaire et Hermo, 2002).

#### 1.2.4.6. Cellules étroites

Les cellules étroites se retrouvent dans le segment initial et intermédiaire de l'épididyme, pourvue d'un noyau allongé en position apicale. Ces cellules se prolongent entre les cellules principales pour atteindre la région basale de l'épithélium épидидymaire, ce qu'ils leur confèrent un aspect en calice. Leur cytoplasme est riche en vacuole, vésicules endocytiques, lysosome et mitochondrie et leur membrane apicale émet des villosités épaisses et irrégulières (Hermo et al., 2000) (Figure 8).

Elles semblent participer à l'acidification du fluide épидидymaire car elles possèdent une activité anhydrase carbonique et sont capables de sécréter des protons dans la lumière (Cohen et al., 1976; Hermo et al., 2005).

#### 1.2.5. Canal déférent

La queue de l'épididyme se poursuit par le canal déférent qui fait suite au canal épидидymaire, il mesure 12 à 15cm de longueur chez le lapin (Barone, 2001) et 45cm chez l'homme (Dadoune et al., 1990; Marieb, 2006).

Ce canal pénètre dans la cavité abdominale et atteint la face dorsale de la vessie formant un très léger renflement pelvien avant de se jeter dans l'urètre. Le canal déférent assure le transit jusqu'à l'urètre grâce à un péristaltisme basal, additionné d'une motricité brusque lors de l'éjaculat (Barone, 1978; Bonnes et al., 2005).

### 1.3. Urètre

C'est un conduit de 12 à 13cm de longueur, dont 8 à 9cm tapisse l'intérieur du pénis jusqu'à son extrémité (Baronne, 2001).

Il fait partie à la fois du système urinaire et du système génital, assurant l'évacuation de l'urine lors de la miction et du sperme lors de l'éjaculation et il se divise en trois parties : urètre prostatique, partie membranacée qui se trouve dans le diaphragme urogénital et une partie spongieuse qui passe dans le pénis et s'ouvre vers l'extérieur par le méat urétral (Marieb, 2006).

#### 1.4. Glandes annexes

Plusieurs types de glandes sont associées au tractus génital mâle; la vésicule séminale, la glande vésiculaire, la prostate, les glandes para prostatiques et la glande de Cowper. L'ensemble de leurs sécrétions constitue le liquide spermatique lequel mélangé aux spermatozoïdes, constitue le sperme (Tortora et *al.*, 1995).

##### 1.4.1. Vésicule séminale

Chez le lapin, la vésicule séminale est impaire mais bilobée à son extrémité, avec une longueur d'environ 2,5cm et un aspect ajouré (Abraham et Kierzembaum, 2002 ; Welsh, 2002), qui débouche dans le conduit déférent (Roger, 2002). Sa partie caudale fusionne avec les canaux déférents pour former un canal éjaculateur impair qui s'ouvre dorsalement dans l'urètre au niveau de *Calliculus seminalis* (Barone, 1984).

##### 1.4.2. Glande vésiculaire (pro prostate ou prostate craniale)

La glande vésiculaire est de forme ovale, relativement volumineuse, bilobée et sa couleur blanchâtre est liée à l'accumulation des sécrétions granulaires blanches. Sur la face dorsale, cette glande s'ouvre dans l'urètre par deux canaux excréteurs (Holtz et Foote, 1978).

##### 1.4.3. Prostate

La glande prostatique est la principale glande accessoire de l'appareil génital mâle constitué de deux lobes : antérieur et postérieur, elle est oblongue et volumineuse, de couleur blanc jaunâtre (Lesson et Lesson, 1976; Dadoune et *al.*, 2000 et Marieb, 2008). Elle sécrète environ 1/3 du volume de sperme et cette sécrétion légèrement acide contenant divers ions exerce un rôle important dans l'activation des spermatozoïdes.

##### 1.4.4. Glandes para prostatiques

Les glandes para prostatiques sont nettement plus petites, arrondies, situées de part et d'autre de l'urètre, ventralement à la prostate. Elles débouchent dans l'urètre par un nombre variable de petits conduits (Barone, 2001). Tous les lapins mâles ont au moins une paire de glandes paraprostatiques (Holtz et Foote, 1978).

##### 1.4.5. Glande de Cowper

Ce sont des formations sphériques paires, bilobées, volumineuses chez les lapins et placées postérieurement à la prostate et dorsalement à l'urètre dans lequel elle s'ouvre par au moins 4 canaux (Sabbagh, 1983).

Ces glandes, entourées chacune par une capsule conjonctive (Roger, 2002), sécrètent un liquide mucoïde semblable au liquide prostatique qu'elles déversent dans la région postérieure de l'urètre membraneux (Boussit, 1989).

**1.5. Pénis**

Le lapin est une espèce à pénis rétrofléchi, logé dans le prépuce et ne sort que lors de l'accouplement. C'est un organe court, en forme de tube légèrement en pointe qui mesure environ 8cm de long, il est dirigé caudalement au repos et cranialement à l'érection (Roger, 2002).

***Chapitre II***  
***Physiologie de la reproduction***

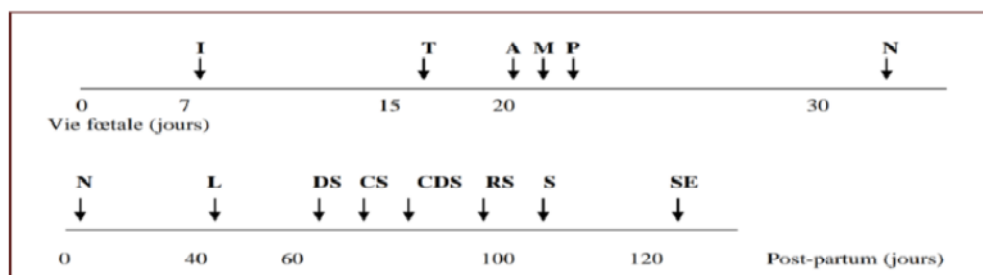
Le pouvoir de reproduction est l'une des propriétés élémentaires des êtres vivants, elle a pour but d'assurer la perpétuation de l'espèce.

De même que chez les autres mammifères, les mécanismes régulant la fonction de la reproduction chez les lapins sont complexes et reposent sur l'inter-coordination cellulaire, hormonale et chimique des différentes composantes anatomiques, non seulement de l'appareil génital, mais aussi de celui de système neuroendocrinien qui comprend l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique (Joly et Theau Clément, 2000).

### 1. Développement des gonades et puberté

La différenciation des organes reproducteurs du lapin mâle a lieu pendant la vie fœtale (Figure 9) avec formation de l'albuginée entre le 14<sup>ème</sup> et 15<sup>ème</sup> jour de gestation, quelques jours plus tard les tubes séminifères apparaissent entourés de cellules germinales, au 19<sup>ème</sup> jour de gestation il y a la production d'androgènes (Alvarino, 2000). Les canaux de Müller régressent à partir du 20<sup>ème</sup> jour, la formation de la prostate commence le 21<sup>ème</sup> jour et au 24<sup>ème</sup> jour le développement des canaux de Wolf et la régression des canaux de Müller sont bien établis. Entre le 21<sup>ème</sup> et 30<sup>ème</sup> jours de gestation, la testostérone est présente au niveau des testicules de fœtus mâle (Skinner, 1967). A la naissance, les testicules se trouvent en position abdominale et la descente de ces derniers dans les sacs scrotaux coïncide avec la puberté (Alvarino, 1993).

La spermatogenèse commence entre 40<sup>ème</sup> et 50<sup>ème</sup> jour avec apparition du premier spermatozoïde dans l'épididyme au 130<sup>ème</sup> jour, ce qui correspond à la fin de la différenciation de l'épididyme distale (Berger et *al.*, 1982).



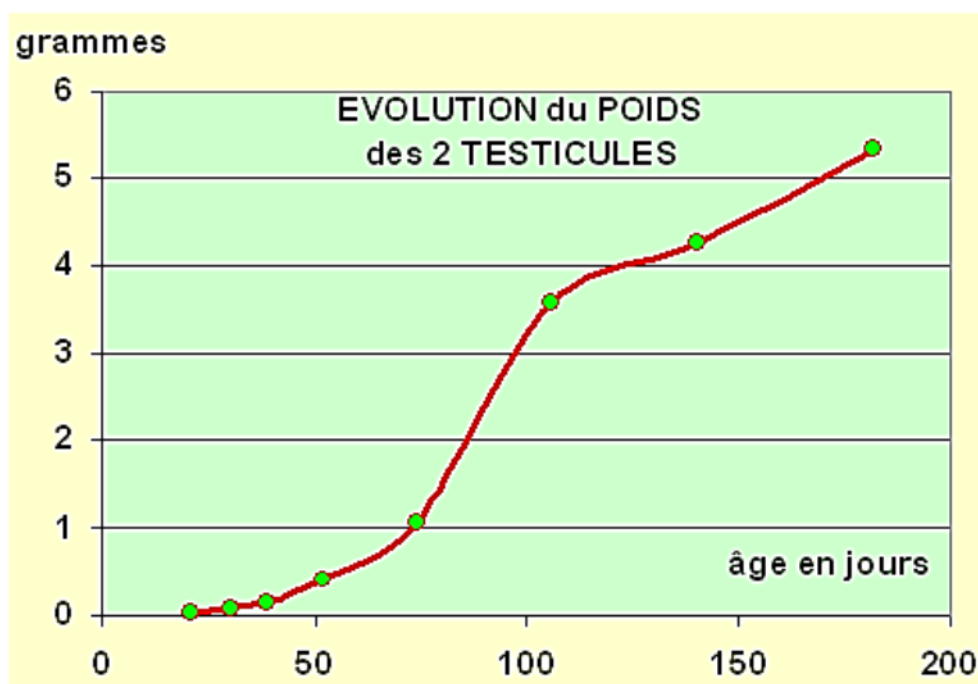
**Figure 9:** Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000).

**I:** implantation; **N:** naissance; **L:** maturation des cellules de Leydig; **A:** sécrétion d'androgènes; **T:** différenciation des testicules; **CDS:** développement complet de la spermatogénèse; **P:** croissance de la prostate; **RS:** premiers rapports sexuels; **CS:** premier comportement sexuels; **S:** apparition du premier spermatozoïde; **M:** dégénérescence des canaux de Müller; **DS:** début de la spermatogénèse; **SE:** apparition des premiers spermatozoïdes dans l'épididyme.

## 2. Développement pondéral

Le poids adulte est très variable selon les races (1 à 7 kg avec les individus atteignant les 10kg), il se situe autour de 3,5 et 4 kg pour les types génétiques couramment utilisés pour la production de viande (Roustan, 1992).

Le développement pondéral testiculaire est très long par rapport au développement du poids corporel du lapin jusqu'à l'âge de 5 mois. Le rapport entre le poids du testicule et le poids corporel augmente pour atteindre 2,86 après les 5 semaines d'âge, l'évolution de poids des testicules en fonction de l'âge montre une accélération de croissance testiculaire, entre 70 et 110 jours environs (Figure 10) (Alvarino, 2000; Lebas, 2009).



**Figure 10 :** Évolution du poids des testicules chez le jeune mâle entre 20 et 180 jours (Prud'hon, 1973 cité par Lebas, 2009).

## 3. Développement comportemental

Les premières manifestations de comportement sexuel apparaissent vers 60-70 jours, le jeune lapin commence alors à faire des tentatives de chevauchement.

A partir de la 12<sup>ème</sup> semaine d'âge, les jeunes lapins montraient un certain nombre de manifestations sexuelles (reniflement de la région ano-génitale de la femelle, agressivité et tentatives de monte) (Berger et *al.*, 1982; Bell et Mitchell, 1984).

Les premiers coïts peuvent survenir vers 100 jours mais, dans ces premiers éjaculats, la viabilité des spermatozoïdes est faible à nulle, il faut donc attendre 135 à 140 jours pour les premiers accouplements (Lebas et *al.*, 1996).

#### **4. Maturation sexuelle**

Chez le lapin, la maturation sexuelle s'effectue en 4 phases : infantile, prépubère, puberté et maturité sexuelle.

##### **4.1. Phase infantile**

La période allant de la naissance à l'âge de 40 jours est caractérisée par une croissance lente des testicules et des vésicules séminales, ainsi que par des niveaux faibles de la FSH et de la testostérone circulante dans le sang : c'est la phase dite infantile (Martinet, 1978).

##### **4.2. Phase prépubère**

La phase prépubère commence vers l'âge de 40 jours et se caractérise par une augmentation importante des niveaux de testostérone (+921%) et de FSH (+384%) qui se produit entre 40 et 60 jours. Durant cette phase, la croissance des testicules s'accélère et les cellules de Leydig responsable de la spermatogenèse commence à fonctionner (Martinet, 1978), entraînant les premières divisions goniale vers 45 jours qui s'accélèrent vers 70 jours, quand les niveaux d'androgène circulants sont les plus élevés et les premiers spermatozoïdes apparaissent vers l'âge de 110 jours (Skinner, 1967).

##### **4.3. Puberté**

La puberté, définie comme le moment où les organes reproducteurs du mâle sont capables de produire de façon constante des spermatozoïdes féconds, est atteinte vers 4 ou 5 mois, peu après la descente des testicules dans le scrotum. En période de repos, les testicules peuvent remonter en position abdominale.

L'âge de la puberté varie avec la race et les conditions d'élevage, notamment l'alimentation et la saison de naissance (Fortun et *al.*, 2015)

##### **4.4. Maturité sexuelle**

La maturité sexuelle, définie comme le moment où la production quotidienne de sperme n'augmente plus, est atteinte à 32 semaines chez la race Néo-Zélandaise en climat tempéré. En effet, la production quotidienne de sperme qui est dépendante de nombreux facteurs, est de l'ordre de 2,107 spermatozoïdes (Fortun et *al.*, 2015).

Il a été démontré qu'à l'âge de 20 semaines, les mesures testiculaires et le pourcentage des tubes séminifères qui contiennent des spermatozoïdes ne représentent que 70% de leur valeur par rapport à l'âge adulte (33 semaines d'âge) et qu'entre 20<sup>ème</sup> et 33<sup>ème</sup> semaines

l'évolution du volume de l'éjaculat et la motilité individuelle des spermatozoïdes augmentent considérablement (Garcia-Thomas et *al.*, 2009).

## 5. Fonctions physiologiques du testicule.

Le testicule est une glande amphicrine possédant une double fonction, une fonction exocrine qui permet la production des gamètes mâles par le processus de spermatogénèse et une fonction endocrine qui permet la production des hormones stéroïdes masculines (androgènes, essentiellement la testostérone) (Dadoune et Démoulin, 2001).

### 5.1. Spermatogénèse

La spermatogénèse est le processus de différenciations cellulaire qui permet la production des gamètes mâles matures haploïdes ( $n$ ): les spermatozoïdes, à partir de cellules souches diploïdes ( $2n$ ) (Figure 11) (Tortora et Derrickson, 2007). Chez le lapin, elle est d'une durée de 38 à 41 jours (Martinet, 1973), et débute entre 40 et 50 jours d'âge, avec apparition des premiers spermatozoïdes peu viables dans les éjaculats à 110 jours d'âge (Lebas, 2009).

Selon Amman (1993), la spermatogénèse se déroule au niveau des tubules séminifères des testicules en passant par trois grandes étapes : la spermatocytogénèse, la méiose et la spermiogénèse.

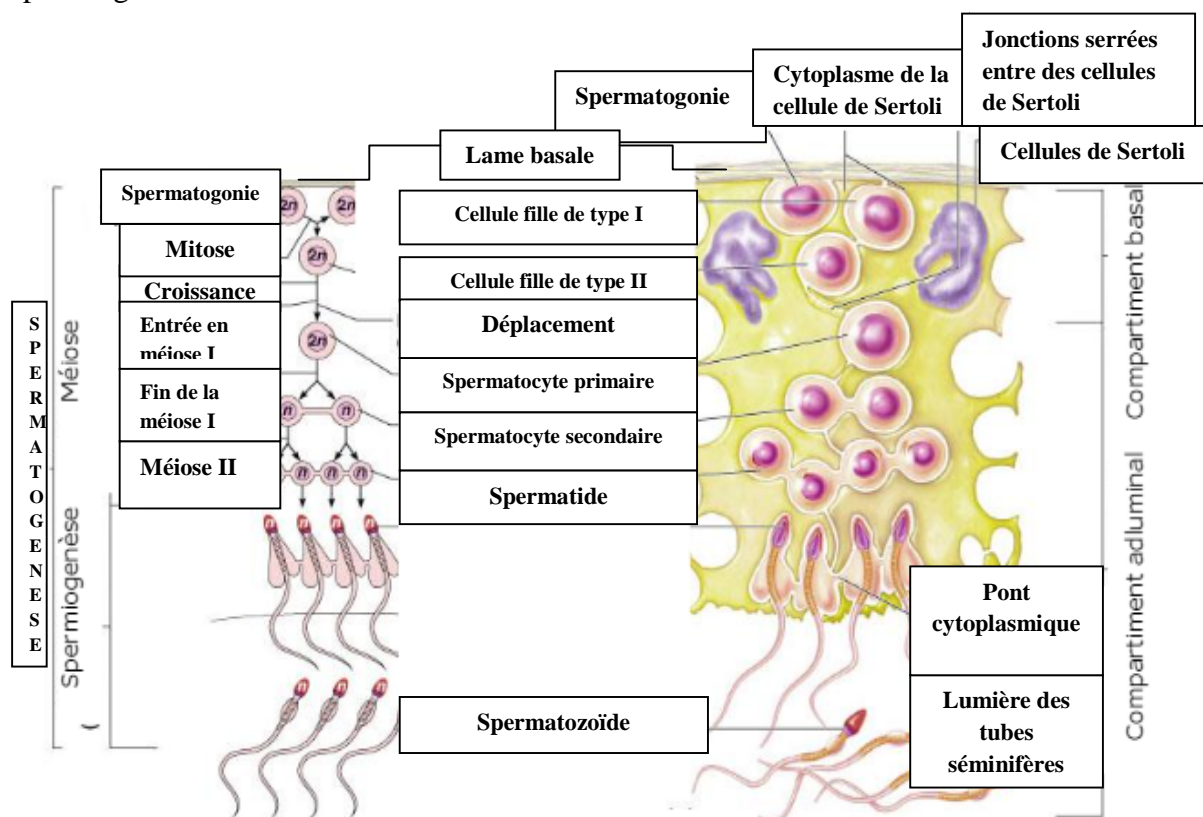


Figure 11 : Différentes étapes de la spermatogénèse (Marieb, 2006).

### 5.1.1. Spermatocytogenèse

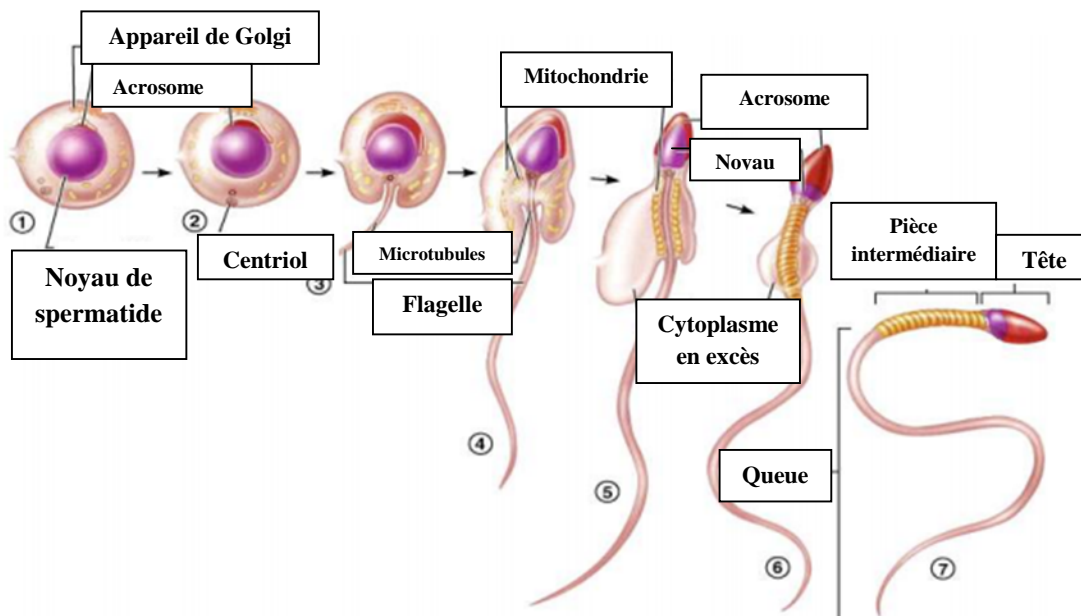
La spermatocytogenèse est caractérisée par une phase de multiplication (par mitoses) et de différenciation des spermatogonies, ce qui aboutit à la formation des spermatocytes primaire, observée vers 60 jours d'âge chez le lapin (Martinet, 1973), qui possède encore le nombre diploïde de chromosomes caractéristiques de l'espèce (lapin : 44 chromosomes). La phase de multiplication cellulaire assure également le renouvellement des spermatogonies, nécessaires au maintien d'un nombre suffisant de cellules souches (Little et Holyoak, 1992; Barone, 2001).

### 5.1.2. Méiose

La deuxième étape, fait intervenir le phénomène de méiose caractérisée par l'échange de matériel génétique entre les chromosomes homologues des spermatocytes primaires, induisant à la production des spermatocytes secondaires, ensuite deux divisions successives de la méiose produisent des spermatides haploïdes à  $n$  chromosome (Amann, 1993).

### 5.1.3. Spermiogénèse

C'est l'étape où les spermatides subissent une série remarquable de modifications qui aboutissent à la libération de spermatozoïdes mûrs (Figure 12) (Barone, 2001). A partir de ce stade il n'y a plus de divisions cellulaires, mais on observe surtout des métamorphoses extrêmement complexes à l'échelle moléculaire et cellulaire (Schulz et *al.*, 2005).



**Figure 12:** Les étapes de la spermiogénèse (Gayrard, 2007)

Selon Gayrard (2007), la spermiogénèse est caractérisée par :

- La condensation du noyau et la déshydratation de la chromatine.
- La formation de l'acrosome au départ d'une vésicule golgienne.
- Le développement de l'appareil flagellaire à partir du centriole distal.
- Le glissement du cytoplasme le long de l'axe flagellaire et la différenciation de diverses structures fibreuses qui se condensent autour de celui-ci.
- Le repositionnement des mitochondries en une rangée hélicoïdale autour de la partie initiale du flagelle (pars intermedia).
- L'élimination de la plus grande partie du cytoplasme (corps résiduel).

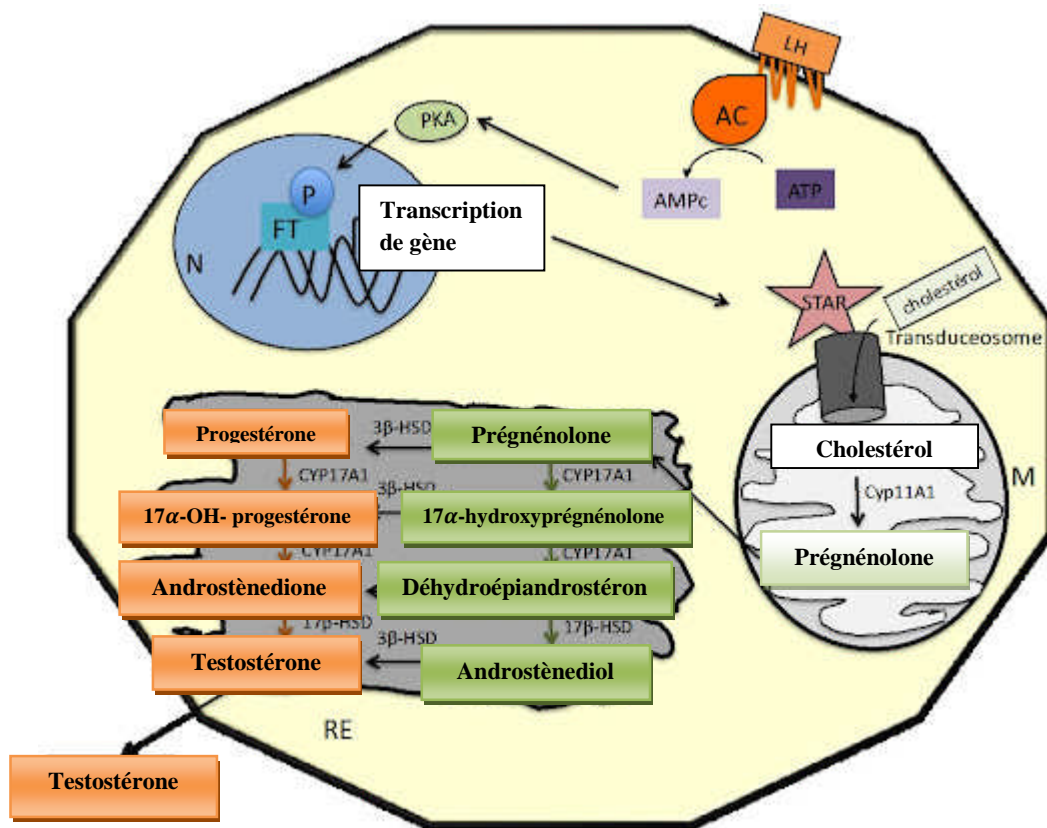
## 6.2. Stéroïdogénèse

La fonction endocrine du testicule est assurée par de petits amas d'endocrinocytes interstitielles appelés : cellules de Leydig, qui sécrètent les androgènes en particulier la testostérone nécessaire à la spermatogénèse ainsi qu'au développement et au maintien morphologique et fonctionnel des glandes accessoires de l'appareil génital mâle. Cette sécrétion contrôle en outre les caractères sexuels secondaires et l'activité sexuelle (Barone, 2001).

La biosynthèse des androgènes nécessite l'intervention d'un certain nombre d'enzymes agissant en cascade à partir d'un précurseur commun à tous les stéroïdes, le cholestérol (Saez, 1994). Au niveau de la cellule de Leydig la LH se lie à son récepteur (LHR) à sept domaines transmembranaires couplés aux protéines G, et stimule l'activité de l'adénylatecyclase entraînant ainsi une augmentation de l'adénosine monophosphate cyclique (AMPc). L'AMPc va stimuler la protéine kinase dépendante de l'AMPc (PKA) qui phosphoryle et active l'expression de différentes protéines telles que STAR importante pour l'entrée du cholestérol dans la mitochondrie. Une fois dans la mitochondrie, le cholestérol est transformé par différentes enzymes au prégnénolone et poursuit sa transformation au niveau de réticulum endoplasmique selon deux voies ( $\Delta 4$  en orange et  $\Delta 5$  en vert) pour aboutir à la testostérone. Le passage de la voie  $\Delta 5$  à la voie  $\Delta 4$  se fait par le biais de l'enzyme  $3\beta$  HSD (Figure 13) (Annick, 2014).

En association avec la FSH, la testostérone est essentielle pour l'initiation et le maintien de la spermatogénèse. Elle agit sur les cellules de Sertoli et sur les cellules péri tubulaires, via

des récepteurs spécifiques, stimulant indirectement la spermiogenèse par une voie paracrine (Wosnitzer et Paduch, 2013).



**Figure 13:** La stéroïdogénèse dans les cellules de Leydig (Annick, 2014).

M: mitochondrie; RE: réticulum endoplasmique; N: noyau; FT: facteurs de transcriptions; P: groupement phosphate.

## 6. Fonctions physiologiques de l'épididyme

D'après Badran et Hermo (2002), l'épididyme doit assurer plusieurs fonctions: maturation des spermatozoïdes, l'acquisition de la motilité, protection, stockage des spermatozoïdes.

### 6.1. Maturation des spermatozoïdes

La maturation post-testiculaire des spermatozoïdes recouvre un ensemble de processus complexes qui vont progressivement modifier structurellement et fonctionnellement les gamètes en transit et ainsi leur conférer leurs aptitudes fécondantes, c'est-à-dire l'expression de leur motilité et la capacité à reconnaître la zone pellucide de l'ovule et à fusionner avec ce dernier (Noblanc et *al.*, 2012), Ces différentes propriétés sont acquises au cours de transit épидидymaire.

Chez le lapin le taux de fécondation est seulement 1 à 2% avec des spermatozoïdes prélevés dans la tête de l'épididyme, alors qu'il atteint 95 à 98% avec ceux prélevés dans la queue de l'organe (Barone, 2001).

### **6.2. Acquisition de la motilité**

La durée de transit des spermatozoïdes dans l'épididyme est de l'ordre de 12 jours environ (Rowley et *al.*, 1970). Chez la plupart des mammifères les spermatozoïdes commencent à osciller dans la tête de l'épididyme avec des mouvements vibratoires de la queue alors que dans le corps il y a apparition des mouvements inefficaces, mais la mobilité progressive n'est acquise que dans la région caudale (Gaddum, 1968 cité par Boussit, 1989).

Le contrôle de cette mobilité dépend des facteurs exogènes et endogènes, L'activation de la motilité du flagelle se fait grâce aux changements de concentration de différents ions et énergie produite par les mitochondries. L'ATP produite permet la mise en place de la phosphorylation de la tyrosine sur la totalité du flagelle (Ho et Suarez, 2001; Mukai et Okuno, 2004), qui se produit d'une façon graduelle au cours de sa progression dans la lumière de l'épididyme pour atteindre son maximum dans la queue où le spermatozoïde est pleinement mature et acquière la capacité de se mouvoir (Aitken et *al.*, 2007). La concentration intraspermique en AMPc augmente aussi lors du transit épидидymaire et permet d'induire la motilité.

### **6.3. Protection**

Les spermatozoïdes matures, sont les cibles de multiples agressions. La barrière hémato-épididymaire les protège contre les attaques du système immunitaire (Pollanen et Cooper, 1994) et certaines protéines sécrétées par l'épithélium épидидymaire ont une action protectrice contre les dommages protéolytiques et oxydatifs durant le transit épидидymaire (Cornwall et *al.*, 2003; Cornwall et Hsia, 2003).

### **6.4. Stockage**

Les spermatozoïdes matures atteignent la queue de l'épididyme qui servira de réservoir durant l'attente de prochaine éjaculation. Ils baignent dans un liquide qui permet de les conserver dans un stade quiescent, pour une période pouvant aller de quelques jours à plus d'un mois (Hinton et Palladino, 1995).

## 7. Mode de sécrétion de l'épididyme

Les sécrétions protéiques au niveau de la lumière de l'épididyme s'effectuent par les cellules principales dites aussi stéréociliées qui le composent, et ceci selon deux modes différents: mode mérocrine et mode apocrine.

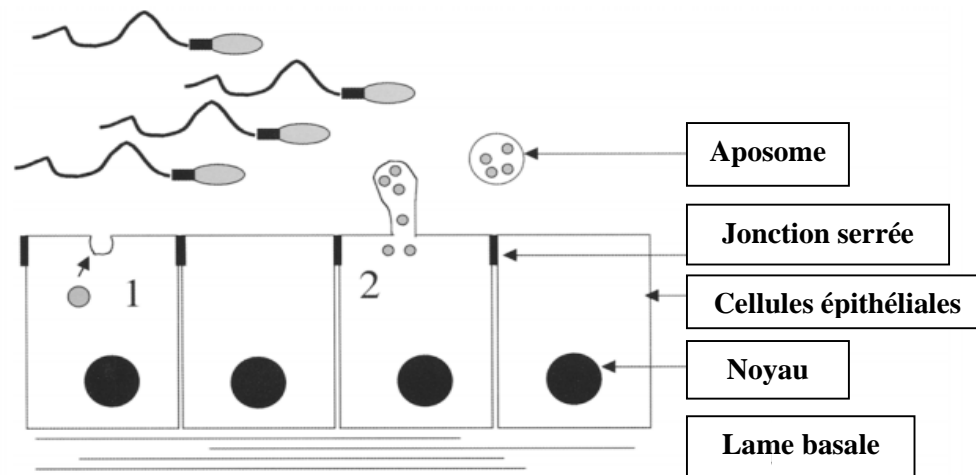
### 7.1. Sécrétion mérocrine

Ce mode de sécrétion est le mode le plus fréquent chez les différents types cellulaires. Les protéines sécrétées selon ce mode sont issues de la traduction d'ARNm par les ribosomes au niveau du réticulum endoplasmique rugueux. Ces protéines se caractérisent par la présence d'un peptide signal au niveau de l'extrémité N-terminale de la séquence d'acides aminés, et elles sont ensuite véhiculées vers l'appareil du Golgi pour subir les modifications post-traductionnelles (Rejraji et Drevet, 2004) telles que la glycosylation et l'acylation (Thibault et Levasseur, 2001), qui seront transportées dans des granules de sécrétion. Ces granules à leur tour migrent jusqu'au pôle apical de la cellule (Figure 14) afin de libérer leur contenu à l'extérieur, ceci par fusion de leur membrane avec la membrane plasmique cellulaire (Rejraji et Drevet, 2004).

### 7.2. Sécrétion apocrine

La sécrétion apocrine a été mise en évidence dans les cellules principales de l'épididyme, le canal déférent et les différentes glandes telles que la glande mammaire, la prostate et les glandes accessoires (Girouard, 2009).

Contrairement au mode mérocrine, la synthèse de même que les modifications post traductionnelles des protéines sécrétées selon le mode apocrine, s'accomplissent dans le cytoplasme des cellules (Sullivan et *al.*, 2005). Effectivement, puisque la séquence primaire de ces protéines est dépourvue de peptide signal, les protéines ne peuvent s'associer au réticulum endoplasmique. La synthèse a donc lieu exclusivement sur des ribosomes libres (Figure 14) (Girouard, 2009).



**Figure 14:** Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épididymaire (Rejraji et Drevet 2004).

1: sécrétion mérocrine; 2: sécrétion apocrine.

## 8. Régulation endocrinienne de la fonction de reproduction chez les lapins

La fonction de reproduction chez les lapins mâles est sous le contrôle d'un système hormonal complexe ceci par l'intervention de l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique (Figure15).

### 8.1. Axe hypothalamo-hypophysio-gonadique

La régulation de la reproduction est assurée par l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique, la communication entre ces différents niveaux est assurée grâce à des neurohormones et hormones (Migaud et *al.*, 2016).

#### 8.1.1. Au niveau hypothalamique

L'hypothalamus contrôle l'hypophyse par le biais de la GnRH qui est un décapeptide d'un poids moléculaire faible, non antigénique (Houmad, 2007), secrété de manière pulsatile par le noyau arqué et les noyaux pré et supra optique de l'hypothalamus, induisant la sécrétion de LH et FSH via des récepteurs membranaires spécifiques R-GnRH des cellules gonadotropes de l'antéhypophyse (Micheline et *al.*, 1999). Les neurones à GnRH sont modulés par de nombreux neurotransmetteurs et neuropeptides. Parmi les sécrétagogues du GnRH, le neuropeptide Kiss1 (Pinilla et *al.*, 2012, Beltramo et *al.*, 2014).

#### 8.1.2. Au niveau hypophysaire

La GnRH, libérée dans l'antéhypophyse via la circulation portale hypophysaire, se lie à un récepteur spécifique (GnRH) exprimé par les cellules gonadotropes de l'hypophyse. Cette

liaison déclenche la production et la sécrétion des deux gonadotrophines, la LH « Luteinizing Hormone » et la FSH « Follicule Stimulating Hormone » (Migaud *et al.*, 2016).

### 8.1.3. Au niveau gonadique

LH stimule la production de testostérone par les cellules de Leydig tandis que la FSH qui est le principal déterminant de la taille des testicules adultes, agit sur les cellules de Sertoli et responsable de l'initiation et du maintien de la spermatogenèse. En effet, dans la cellule de Sertoli, la FSH stimule la synthèse de son propre récepteur (FSHR) et active la sécrétion d'une protéine liant les androgènes (ABP). La cellule de Sertoli sécrète également l'hormone peptidique inhibine, qui inhibe la sécrétion de FSH. Dans la cellule de Leydig, la LH stimule la sécrétion de testostérone qui va agir dans la cellule de Sertoli en se liant à la protéine ABP (John et Amory, 2003)

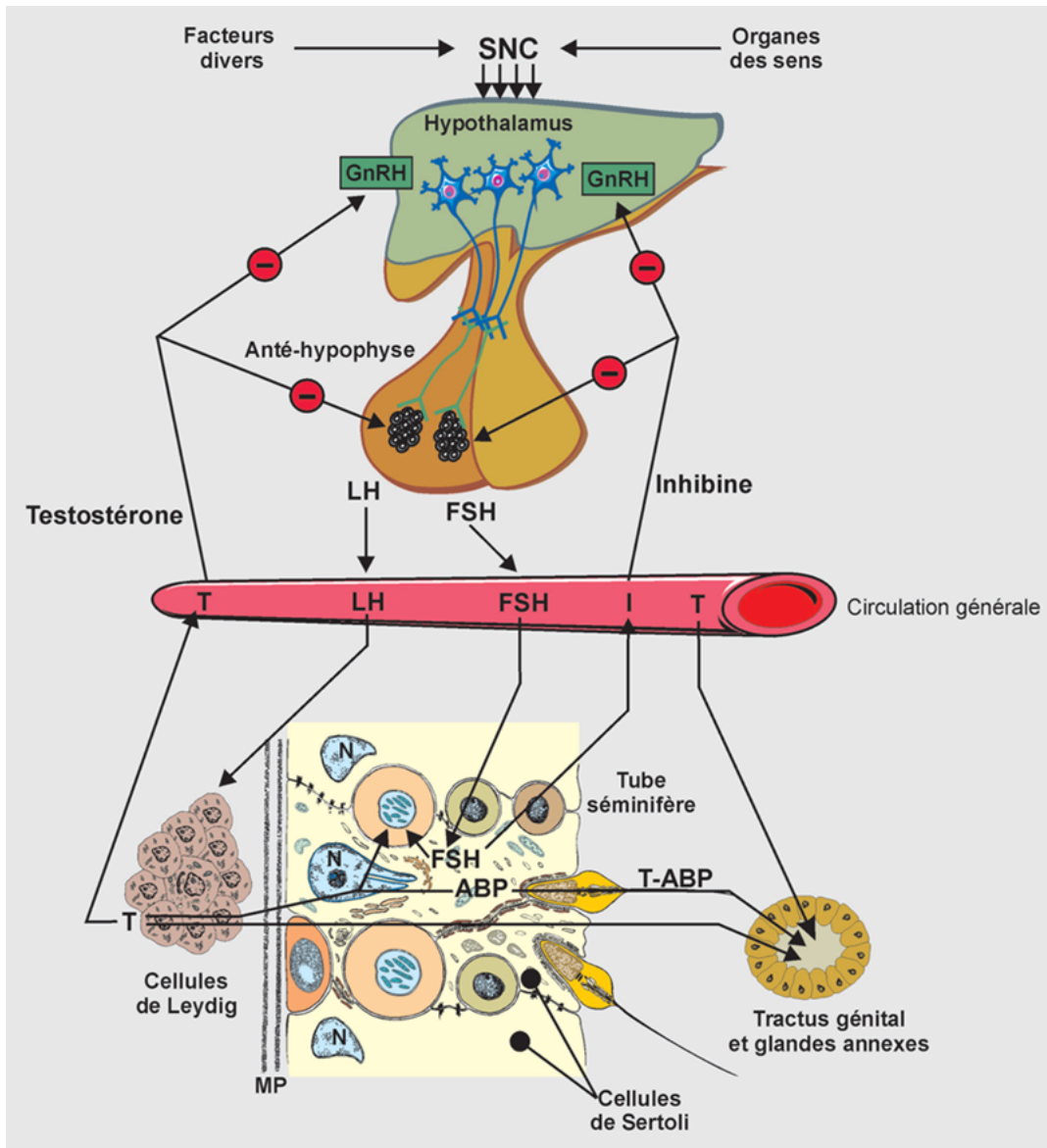
## 8.2. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule

Le contrôle de la fonction reproductrice par le système hypothalamo-hypophysaire est accompagné d'un rétrocontrôle gonadique assuré par les sécrétions testiculaires stéroïdiennes (testostérone) et protéiques (inhibine) (Roser, 2008).

L'inhibine empêche la production de testostérone par les cellules de Leydig, alors que l'activine stimule la production de testostérone par les cellules de Leydig *in vitro* (Lin *et al.*, 1989). Selon l'intensité de la spermatogenèse, les cellules de Sertoli sécrètent l'inhibine  $\beta$  dans le sang, qui exerce un rétrocontrôle inhibiteur de la FSH par l'hypophyse (Ying, 1988; Hancock, 1992; Tilbrook et Clark, 2001; Dohle *et al.*, 2003).

La testostérone sécrétée par les cellules de Leydig stimulées par LH exerce une rétroaction négative de deux façons sur la sécrétion de celle-ci:

- Elle réduit la production de GnRH par son action directe sur l'hypothalamus ce qui a pour effet de réduire la sécrétion de LH et de FSH par l'hypophyse antérieure.
- Elle réduit par un effet direct la réponse à la GnRH des cellules sécrétrices de LH de l'hypophyse antérieure (Sherwood, 2015).



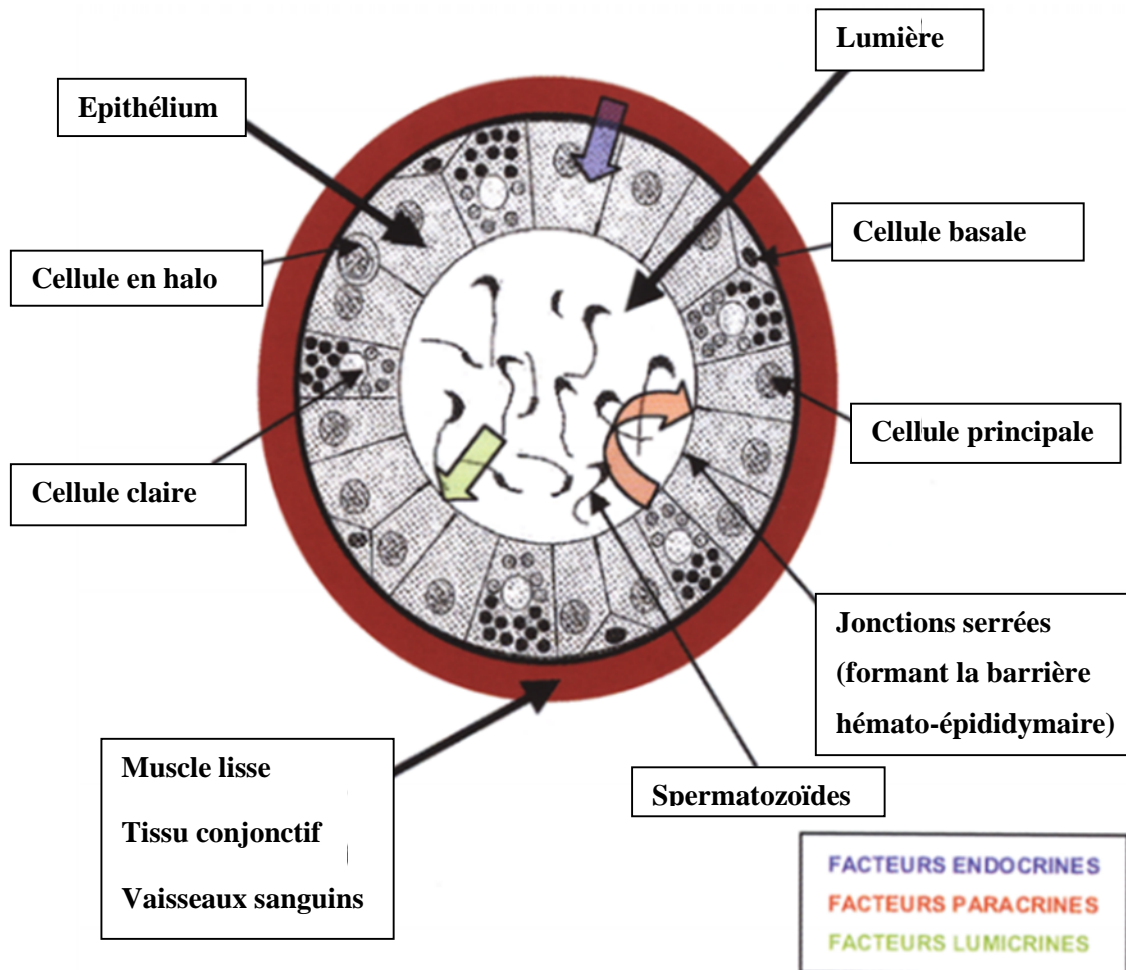
**Figure 15 :** Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (Marie Saint-Dizier et *al.*, 2014).

SNC: système nerveux central; T: testostérone; I: inhibine; ABP: AndrogenBindinProtein; MP: membrane plasmique.

### 8.3. Régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire

La régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire fait appel à un réseau complexe de molécules biochimiquement très variées et d'origines diverses, qui vont agir spécifiquement au niveau des cellules de l'épithélium épидидymaire pour réguler l'expression de gènes-cibles, et par conséquent, agir sur les fonctions physiologiques de cet organe. Selon leur proximité par rapport aux cellules-cibles, on distingue des facteurs endocrines arrivant par la voie systémique ; des facteurs lumicrines apportés par la lumière du canal épидидymaire

et enfin, des facteurs paracrines et/ou autocrines produits par les cellules avoisinantes ou les cellules elles-mêmes (Figure16). (Aurore Britan et Drevet, 2016).



**Figure 16:** Représentation schématique de l'organisation cellulaire de l'épithélium épididymaire de rat en coupe transversale et des différentes voies de régulation des fonctions épididymaire (Robaire et *al.*, 2003)

## 9. Influence des facteurs de l'environnement sur la reproduction des lapins

Les lapins font partis des espèces dont la fonction de reproduction peut être influencée par divers facteurs : température, saison, humidité, éclairage, âge, alimentation, état sanitaire, les huiles essentielles... (Theau-clément, 2005).

### 9.1. Température

La température est un facteur qui influence significativement la spermatogenèse, en affectant la qualité du sperme, la concentration et le volume des éjaculats (Joly et Theau, 2000).

L'exposition des mâles à des températures élevées (34 C° pendant 8h) déprime l'activité sexuelle et perturbe la spermatogénèse, en augmentant sensiblement le pourcentage des spermatozoïdes morts (Boussit, 1989; Kasa et Thwaites, 1992). Selon Finzi et *al.*, (2000), l'effet de l'hyperthermie est plus rapide sur l'apparition des anomalies que sur la chute de la concentration spermatique.

La température favorable pour la reproduction se situe entre 15et18°C, avec une humidité relative maintenue entre 55et 80% (Lebas, 2009).

## **9.2. Saison**

Selon Frolich (1948), le volume des éjaculats et leur concentration en spermatozoïdes atteignent le maximum en mars, et son minimum est observé en juillet (Brambell, 1944). Ces variations s'accompagnent d'une réduction de la taille des testicules de mars à juillet, de l'ordre de 60 % du poids maximum et d'un accroissement testiculaire dès août. Il s'en suit une « stérilité estivale » associée à une augmentation du pH du sperme, une baisse de la motilité et la concentration des spermatozoïdes, une augmentation du pourcentage de spermatozoïdes anormaux et une baisse de la libido (Hiroe et Tomizuka, 1965).

## **9.3. Eclairage**

Selon Thau-Clément (1994), l'éclairage joue un rôle important dans la reproduction des lapins, car ils ont observé une augmentation du poids testiculaire et du pourcentage de spermatozoïdes vivants après un passage de 8 heures à 16 heures d'éclairement et une diminution du même paramètre si l'opération est inversée. De plus, les caractéristiques quantitatives et qualitatives des éjaculats étaient significativement plus élevées pour le lot de 16 heures par jour, seul le volume était plus élevé pour le lot de 8 heures d'éclairement. De ce fait, une bonne conduite de l'élevage implique un éclairage de 30 à 40 lux à condition que la lumière soit répartie de façon uniforme dans toute la pièce (Lebas et *al.*, 1990).

## **9.4. Humidité (l'hygrométrie)**

Dans les normes recommandées, l'humidité relative doit être maintenue entre 60 et 70% (Lebas, 2009) car humidité relative trop basse (moins de 50%) est néfaste tandis qu'une hygrométrie trop élevée se traduit par une réduction des performances de reproduction (Finzi et *al.*, 2000) et aboutit à la prostration des animaux.

## **9.5. Alimentation**

L'alimentation des lapins affecte les caractéristiques de la semence lorsque le niveau des apports nutritionnels est insuffisant (Joly et Theau, 2000), la libido et la quantité de sperme par éjaculat sont touchés par le facteur de l'alimentation sans toucher à la qualité de la semence.

Les mâles nourris à volonté montrent une augmentation en volume de la semence, des spermatozoïdes par éjaculat, et une meilleure libido. Cependant leurs concentrations de sperme étaient comparables à celles des mâles nourris avec un régime limité. Les restrictions alimentaires sévères peuvent affecter le volume de sperme et le nombre de spermatozoïdes par éjaculat (Luzi *et al.*, 1996). Notant aussi que la composition des aliments pendant la période d'élevage a un effet direct sur les performances de tous les animaux d'élevage. Une alimentation basée uniquement sur les fourrages grossiers est insuffisante pour la couverture des besoins de production chez le lapin (Lebas *et al.*, 1984; Berchiche et Zerrouki, 2000).

### **9.6. Age**

L'âge des mâles influence significativement sur la concentration et le nombre des spermatozoïdes motiles obtenus par éjaculat. En effet les mâles adultes de 9 à 12 mois ont une semence de concentration et un nombre de spermatozoïdes motiles plus élevé que celle des mâles jeunes de 4 à 5 mois (Theau *et al.*, 2009).

### **9.7. Etat sanitaire**

Il a été largement vérifié que l'inflammation de l'appareil reproducteur masculin altère les fonctions testiculaires et séminales (Boiti, 2005), et qu'une forte concentration de leucocytes provoquée par une inflammation ou une infection peut altérer la spermatogenèse (Castellini, 2008).

*Chapitre III*  
*Matériel et méthodes*

Cette étude fait partie des activités de recherche de Dr Lakabi et s'inscrit dans le cadre de l'étude du développement gonadique et de la maturité sexuelle des lapins.

L'objectif de ce travail est de voir l'impact de l'huile essentielle de la Sauge officinale à deux doses différentes sur la structure épидидymaires et des testiculaires du lapin mâles de la population locale âgée de 3 mois, à travers une étude histologique de leurs structures en relation avec les poids vifs ainsi que les poids et volumes des épидидymes et des testicules.

### 1. Model animal

Le présent travail s'est déroulé du mois d'avril au mois de juin 2021, sur 17 lapins mâles de la population blanche locale (Figure 17), au niveau d'élevage cunicole privé situé dans la région de Djebba, wilaya de Tizi-Ouzou puis au niveau de laboratoire de recherche PSEMRVC au sein de la faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques à l'Université Mouloud MAMMERRI, Tizi-Ouzou.



**Figure 17** : Lapins mâles de la population locale âgés de 3 mois (Originale, 2021).

La population utilisée est une population locale qualifiée de « Population blanche » à cause de la prédominance totale du phénotype blanc néozélandais et californien, par rapport aux croisés (noir, gris, fauve et croisé). De nombreux travaux ont permis de définir certaines performances de cette population blanche, principalement celle des reproductrices, qui se caractérisent par une variabilité phénotypique, un moyen format, une prolificité faible, une bonne fertilité, un poids adulte moyen de 3,6 Kg (poids d'abattage proche du poids adulte), et une bonne aptitude à produire toute l'année, y compris en été sous les conditions climatique du Nord de l'Algérie.

Selon Grasse (1949); Lebas et *al.*, (1984) la position taxonomique du lapin (*Oryctolagus cuniculus*) est la suivante :

- Règne : Animal.
- Embranchement : Vertébrés.
- Classe : mammifères.
- Super Ordre : Glires.
- Ordre : Lagomorphes.
- Famille : Léporides (lièvre et lapin).
- Sous-famille : Leporinae.
- Genre : *Oryctolagus*.
- Espèce : *Oryctolagus cuniculus*.

## 2. Model végétal

La Saugue officinale (*Salvia officinalis*) (Figure 18) de la famille des lamiacées est un sous arbrisseau annuelle et biannuelle d'origine méditerranéenne, aussi appelée sauge de Grèce, herbe sacrée, grade sauge, thé d'Europe (Fabre et *al.*, 1992), dont Il existe environ 900 espèces autour du monde contre une trentaine environ en Algérie (Marsimovic et *al.*, 2007). Elle est utilisée comme plante guérisseuse par excellence (usage pharmaceutique), en cosmétologie et en alimentation.

Selon Ristic et *al.*, (1999) la sauge suit la classification suivante :

- Règne : Plantae.
- Division : Magnoliophyta.
- Classe : Magnoliopsida.
- Ordre : lamiales.
- Famille : lamiaceae.
- Genre : *salvia*.
- Espèce : *Salvia officinalis* L.



**Figure 18** : La Saugé (*Salvia officinalis* L.) (Madi, 2010)

### 2.1. L'huile essentielle de la Saugé officinale (*Salvia officinalis* L.)

L'huile essentielle de la Saugé officinale est un liquide concentré et hydrophobe des composés aromatiques, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, extraite par distillation à la vapeur des feuilles et tiges de la plante qui doivent être récoltées avant la floraison. Elles fournissent une huile volatile jaune pâle (Aouadhi, 2010), une odeur camphrée avec une saveur chaude, amère et piquante (Cuvier et *al.*, 1835). Sa composition chimique est très variable représentée dans le tableau (Tableau I).

**Tableau I** : La Composition chimique de l'huile essentielle du *Salvia officinalis* L (Bruneton, 1999).

Le composé de l'huile essentielle	La teneur en (%)
$\alpha$ -Thuyone	18-43
$\beta$ -Thuyone	3-8,5
Camphre	4,5 - 24,5
Cinéole	5,5 - 13
Humulène	0 - 12
$\alpha$ -pinène	1 – 6,5
Camphène	1,5 - 7
Limonène	0,5 - 3
Linalol libre et estérifié	1 au maximum
Acétate de bornyle	2,5 au maximum

### 3. Expérimentation

Des lapins mâles âgés de trois mois sont pris au hasard, placés dans des cages spéciales aménagées à l'élevage cunicole, et exposés aux mêmes conditions de température, de lumière et d'humidité qui sont celles de l'environnement ambiant.

Avant de commencer l'expérimentation, les animaux ont été laissés une semaine d'adaptation dans le nouveau milieu afin d'éviter l'effet du stress.

Les animaux ont été alimentés et abreuvés ad libitum, ils sont nourris avec un aliment sec granulé fabriqué et commercialisé par l'ONAB d'Alger (Office National de l'Aliment de Bétail). L'approvisionnement en eau se fait par une conduite étatique et un puits d'eau de source situé près de l'unité d'élevage.

#### 3.1. Constitution des lots

Durant cette étude 17 lapins ont été utilisés et réparties en trois lots différents, un lot témoin (T) non traités (n=5), et 2 lots expérimentaux traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale aux doses respectivement de 200  $\mu\text{l}/\text{kg}$  (lot D1) (n=7) et 400  $\mu\text{l}/\text{kg}$  (lot D2) (n=5).

#### 3.2. Administration de l'huile essentielle

Avant l'administration d'HE (huile essentielle) de la Sauge officinale, les animaux sont pesés afin de déterminer la quantité de l'huile essentielle à administrer pour chaque lapin et chaque dose. Une dose unique de l'huile essentielle est administrée aux lapins par voie orale mélangé dans 0,5ml d'eau distillée (Figure 19).



**Figure 19:** Administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale aux doses (200 et 400  $\mu\text{l}/\text{kg}$ ), (Originale, 2021)

**A:** pesée des lapins; **B:** Préparation de l'HE; **C :** administration de l'HE.

### 3.3. Sacrifice des animaux et prélèvement du sang et des organes

Une semaine après l'administration de l'huile essentielle, les lapins sont pesés puis sacrifiés au niveau d'élevage cunicole (Figure 20). Le sang est immédiatement recueilli dans des tubes secs résistants à la centrifugation qui sont ensuite placés dans une centrifugeuse (Figure 21), la vitesse et le temps de centrifugation est de 3500 tour /15 minute. Le plasma est aliquoté et placé dans des épendorffs et congelé à  $-20^{\circ}\text{C}$  pour des dosages ultérieurs.



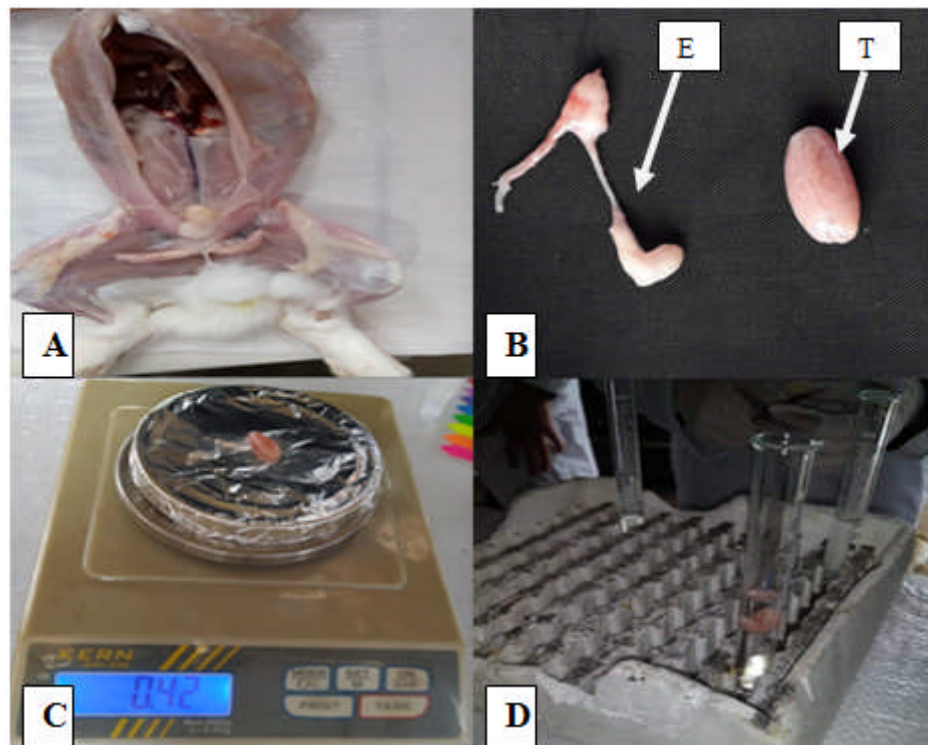
**Figure 20:** Sacrifice et récupération du sang (Originale, 2021).



**Figure 21:** Centrifugation du sang (Originale, 2021)

**A:** centrifugeuse; **B:** Tube contenant du plasma séparé de sang

Immédiatement après le sacrifice, les lapins sont disséqués et les organes génitaux sont prélevés, dégraissés et pesés grâce à une balance de précision 0,01g. Les testicules et épидидymes droits sont fixés au Bouin Hollande dans des cassettes soigneusement fermées et étiquetées pour une étude histologique, alors que ceux de gauches sont placés dans des épendorffs et congelés à  $-20^{\circ}\text{C}$ , jusqu'à leur utilisation ultérieure (Figure 22).



**Figure 22:** Dissection, prélèvement et pesé des organes génitaux (Originale, 2021).

A: Dissection; B: Les organes disséqués ; C: Mesure de poids; D: Volume des organes

T: Testicule; E: Epididyme.

#### 4. Etude histologique

L'étude histologique a pour objectif de décrire la structure histologique des testicules et l'épididyme, qui déroule en plusieurs étapes successives et obligatoires afin de réaliser des coupes fines prêtes à recevoir la coloration histologique d'intérêt.

Le protocole expérimental est résumé dans les étapes, Fixation des échantillons, déshydratation et éclaircissement, Imprégnation à la paraffine, Inclusion à la paraffine, confection des coupes et étalement, déparaffinage et réhydratation, coloration, observation des lames.

##### 4.1. Fixation des échantillons

La fixation a pour but la conservation des structures dans un état aussi proche que possible de leur état vivant, avec arrêt de toutes activités mitotique et enzymatique, ainsi que le durcissement de la pièce anatomique.

Les organes prélevés doivent être immédiatement immergés dans un volume de « Bouin Hollande » trois fois supérieur à celui de l'organe, Le fixateur est un mélange de formol et

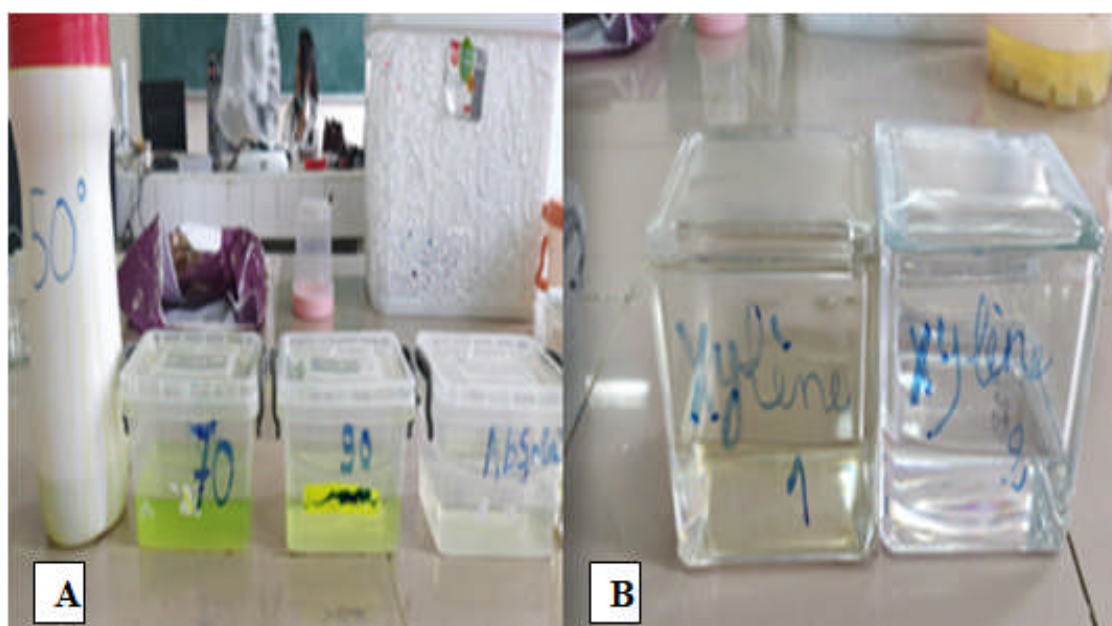
d'acide picrique appartenant à la famille des fixateurs coagulants à base de métaux lourds. La durée de la fixation est de 7 jours à une température ambiante (Figure 23).



**Figure 23:** Fixation des organes par le fixateur Bouin Hollande.

#### 4.2. Déshydratation et éclaircissement

La déshydratation consiste au passage de échantillon dans des bains d'alcool éthylique de concentrations croissantes (50°,70°, 90°,100°)pendant 40 minutes chacun, ceci permet d'éliminer l'eau intracellulaire vu que la paraffine est hydrophobe. Ensuite les échantillons sont émergés pendant 40 minutes dans deux bains de Xylène pour l'éclaircissement et la préparation de l'organe à l'imprégnation à la paraffine, car l'éthanol n'est pas miscible à la paraffine (Figure 24).



**Figure 24:** Série des bains de déshydratation et éclaircissement des gonades.

**A:** 4 bains d'alcools; **B:** 2 bains de Xylène.

### 4.3. Imprégnation à la paraffine

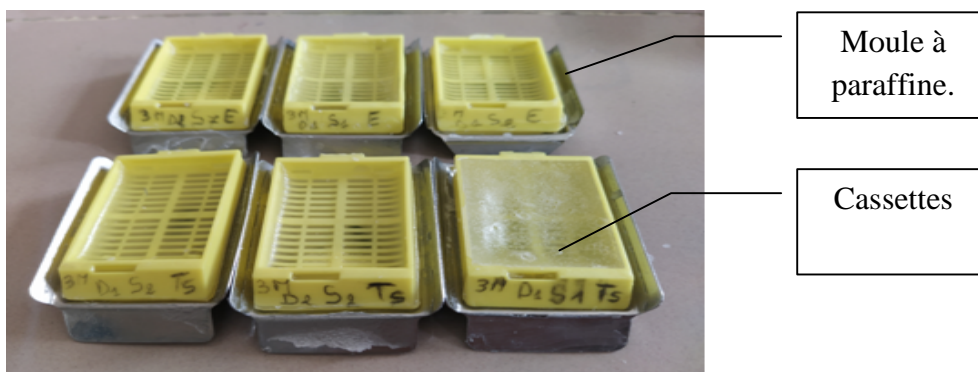
L'imprégnation à la paraffine consiste à plonger les échantillons dans 3 bains successifs de paraffine pendant 40 minutes pour chacun à 60° C dans l'étuve, immédiatement après les bains de xylène. Le premier est constitué d'une solution de moitié paraffine et moitié Xylène, les deux derniers bains renferment de la paraffine pure (Figure 25), cette étape permet la diffusion de la paraffine à l'intérieur de l'échantillon pour remplir le vide laissé par la déshydratation.



**Figure 25:** 3 bains successifs de paraffine.

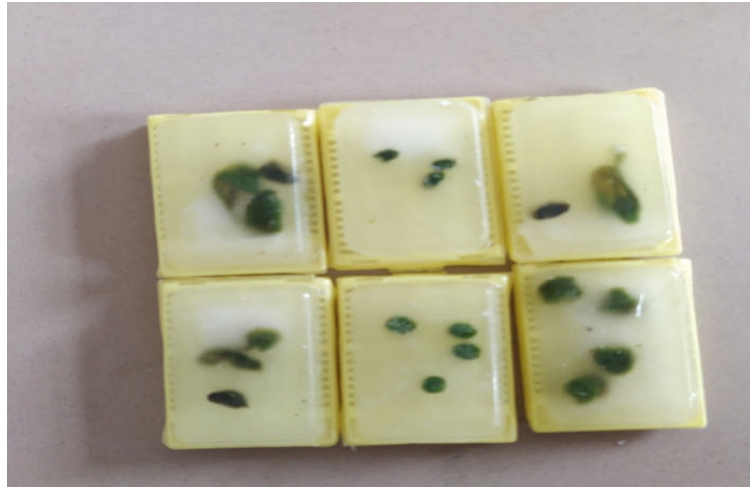
### 4.4. Inclusion à la paraffine

Le but de cette étape est de permettre la réalisation de coupes fines (d'une épaisseur de 2 à 5  $\mu\text{m}$ ) et régulières. L'inclusion à la paraffine consiste à enrober entièrement l'échantillon dans la paraffine, ceci est réalisé grâce à des moules de métal spécifiques et adaptés aux dimensions de l'organe et de la cassette. En effet la paraffine fondue à 60°C est versée dans des moules légèrement préchauffés à 45°C, la partie marquée de la cassette est placée sur le moule et coulée par la paraffine (Figure 26).



**Figure 26 :** Photographie des organes placé dans des moules qui recevront la Paraffine (Originale, 2021).

Les moules sont ensuite posés sur une plaque refroidissante pour durcir, et les blocs obtenus sont démoulés et peuvent être conservés sans dommage (Figure 27).



**Figure 27:** Blocs de paraffine obtenue après l'inclusion (Originale, 2021).

#### 4.5. Confection des coupes et étalement

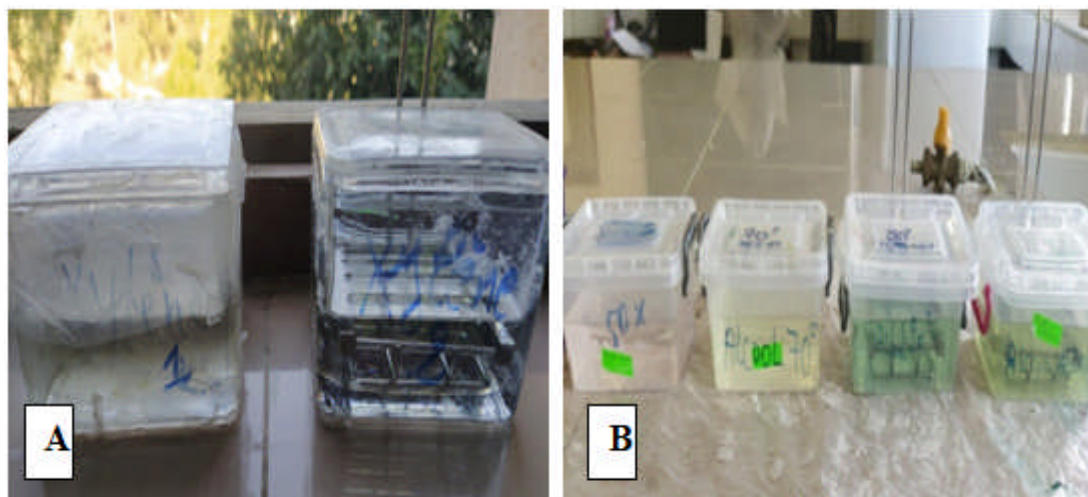
Cette étape consiste au passage du bloc de paraffine dans un microtome de type Leica au niveau de laboratoire anatomopathologie du CHU Nedir Mohamed Tizi-Ouzou, nous avons réalisé des sections de 2 à 5  $\mu\text{m}$  disposées en séries régulières sous forme d'un ruban, Les coupes sont récupérées sur des lames porte-objet propres qui seront incubées tout une nuit à 38°C dans une étuve pour fixer l'échantillon à la lame (Figure 28).



**Figure 28:** Dispositif permettant de faire des coupes : microtome

#### 4.6. Déparaffinage et réhydratation

Avant de procéder à la coloration des lames nous devons les déparaffiner et réhydrater, car les colorants les plus utilisés en histologie sont aqueux. La réhydratation s'effectue selon une séquence inverse de celle de la déshydratation. Elle consiste en deux bains de Xylène, puis en bains d'alcool de degrés décroissant (de 100°, 90°, 70°, à 50°) (Figure 29).



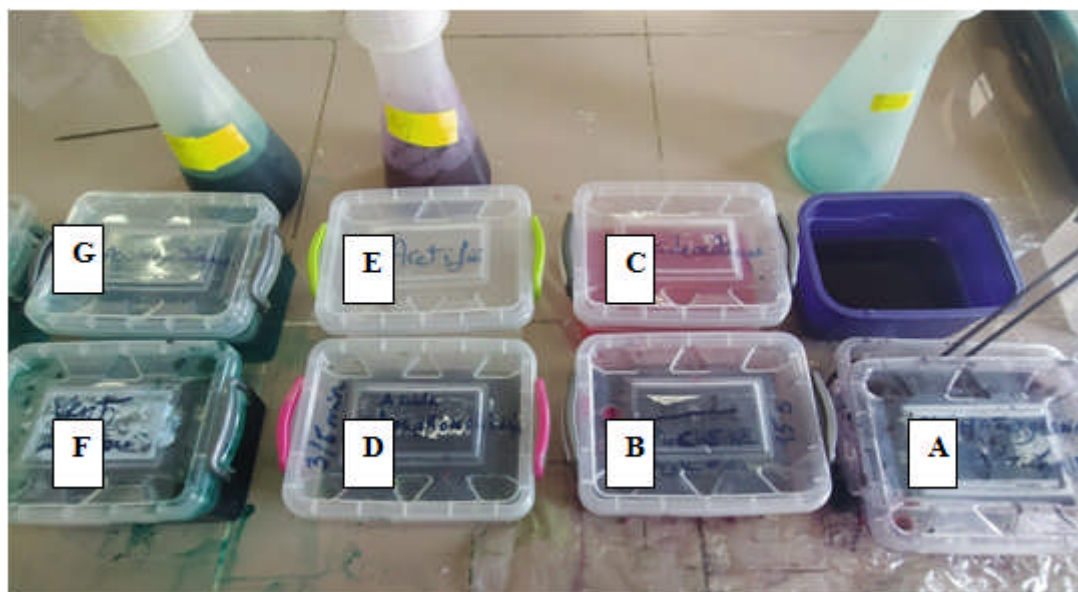
**Figure 29:** Bains de Xylène, d'alcool et de la circulation.

**A:** Bains de Xylène; **B:** Bains d'alcool.

#### 4.7. Coloration topographique

La coloration topographique choisie est le Trichrome de Masson qui possède plusieurs avantages tels que la résistance au lavage et la rapidité.

Le but de la coloration est de faire ressortir des constituants déterminés en colorant le noyau en noir, membrane plasmique, cytoplasme acidophile et le nucléole en rose, les sécrétions sont soit rouges soit vertes en fonction de leur nature, les muscles sont rouges et les fibres de collagènes sont vertes. Cette coloration est suivie d'une déshydratation dans des bains d'alcool éthylique à degrés croissants (50°, 70°, 90°, 100°) (Figure 30).



**Figure 30:** Série d'une coloration topographique.

**A** : Hématoxyline ; **B** : Fuchsine Ponceau ; **C** : Eau Acétifiée ; **D** : Acide Phosphomolybdique ;  
**E** : Eau Acétifiée ; **F** : Vert Lumière ; **G** : Eau Acétifiée.

#### 4.8. Montage

Le montage consiste à fixer à l'aide d'une goutte de l'Eukitt une lamelle de verre sur l'échantillon histologique ce qui permet l'adhérence entre la lame et la lamelle.

#### 4.9. Observation des lames

Les lames obtenues par la technique histologique sont observées au microscope photonique équipé d'une caméra numérique qui permet de réaliser des photographies dans le but de rechercher toute modification histologique des structures étudiées.

Des photographies ont été prises grâce à un appareil photo numérique, de ce fait le grossissement de l'observation change est calculé de la manière suivante :

$$G = V_{obj} \times V_z \times \text{Agrandissement de l'appareil}$$

**G** : Grossissement ; **Vobj**: Grossissement de l'objectif ; **Vz**: Facteur de zoom d'optovar = 2.5

### 5. Etude statistique

Les variables poids vifs, poids des épидидymes et poids des testicules obtenus durant cette étude ont été soumis à une analyse de variance « ANOVA ». Le traitement statistique des données et les présentations graphiques des résultats ont été réalisés sous Microsoft Office Excel 2007.

La moyenne arithmétique des valeurs individuelles est calculée pour chaque paramètre, suivie par la valeur de l'erreur standard liée à la moyenne « ESM ».

La validité statistique des différences entre les moyennes est évaluée d'après le test d'ANOVA réalisés à l'aide d'un logiciel informatique « OriginLab » 2007 et la valeur des probabilités « P » :

- Si  $P < 0.001$  : La différence est hautement significative=\*\*\*\*
- Si  $P < 0.01$  : La différence est très significative=\*\*\*
- Si  $P < 0.02$  : La différence est significative=\*\*
- Si  $P < 0.05$  : La différence est peu significative=\*
- Si  $P > 0.05$  : La différence est non significative

*Chapitre IV*  
*Résultats et discussion*

Ce travail porte sur l'effet de l'huile essentielle de la Sauge officinale à deux différentes doses sur la fertilité des lapins mâles de la population locale âgés de 3 mois, en déterminant les poids corporels, les poids et volumes testiculaires et épидидymaires, ainsi qu'une étude histologique des structures testiculaires et épидидymaires.

## 1. Résultats

Les résultats porteront sur les paramètres macroscopiques (le poids corporel, le poids et volume du testicule et d'épididyme gauche et droit ainsi que le poids relatif du testicule et d'épididyme), et les paramètres microscopiques (étude histologique).

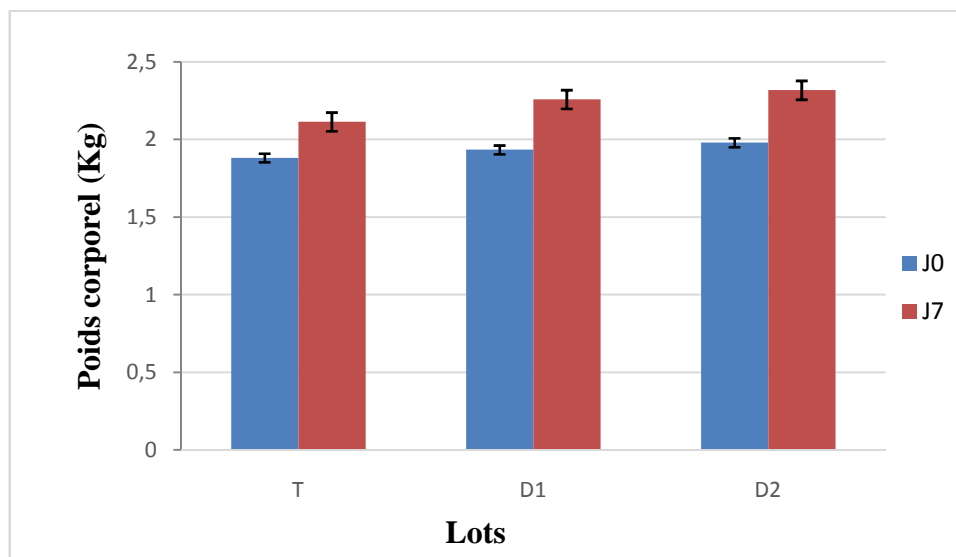
### 1.1. Résultats de l'étude macroscopique

Les pesées ont été prises deux fois durant l'expérimentation avant (J0) et après l'administration de l'huile essentielle (J7), et ont permis de déterminer son effet sur le développement pondéral des lapins.

#### 1.1.1. Poids corporel

Le poids corporel des animaux, en Kilogramme (kg), est exprimé par la valeur moyenne  $\pm$  l'erreur standard liée à la moyenne (ESM).

L'évolution du poids corporel des lapins prépubères avant et après l'administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale à deux doses différentes est présentée dans la figure 31.



**Figure 31 :** Représentation graphique du poids corporel des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale.

**T :** Témoin ; **D1 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 200µl/kg ; **D2 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 400µl/kg ; **J0 :** Avant traitement ; **J7 :** Après traitement.

Après l'administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale, la valeur moyenne du poids corporels des lapins mâles prépubères à (J7) est supérieure à celui de (J0) chez les différents lots. En effet le poids corporel moyen des lapins du lot témoin est de  $2,114 \pm 0,084$  Kg, pour le lot de la dose 1 traités par la Sauge officinale est de  $2,258 \pm 0,169$  Kg, pour le lot de la dose 2 de la même huile est de  $2,318 \pm 0,126$  Kg. Néanmoins, l'écart entre J7 et J0 est  $0,232$  Kg chez les témoins et il est plus important chez les lapins traités par la Sauge officinale avec  $0,324$  Kg pour la dose 1 et  $0,33$  Kg pour la dose 2.

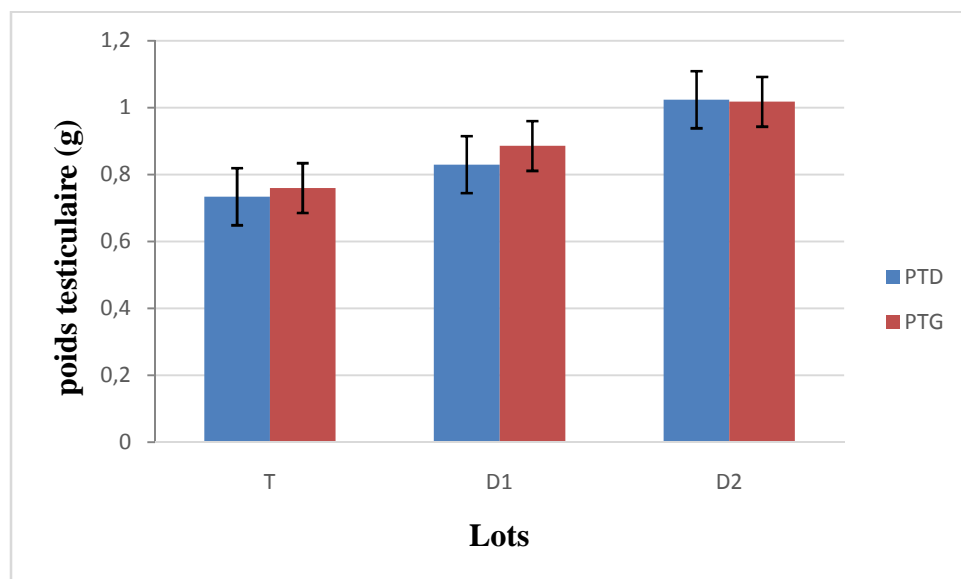
Les valeurs moyennes de poids vif des lapins traités par l'huile essentielle de la Sauge Officinale à (J7) sont élevés en fonction de la dosé administrée que celles avant le traitement à (J0).

### 1.1.2. Poids testiculaires

Le Poids du testicule, en gramme(g), est exprimé par la valeur moyenne  $\pm$  l'erreur standard liée à la moyenne (ESM).

#### 1.1.2.1. Poids testiculaire gauche et droit des lapins

Les poids des testicules gauches et droits des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Sauge officinale administré sont présentés dans la figure 32.



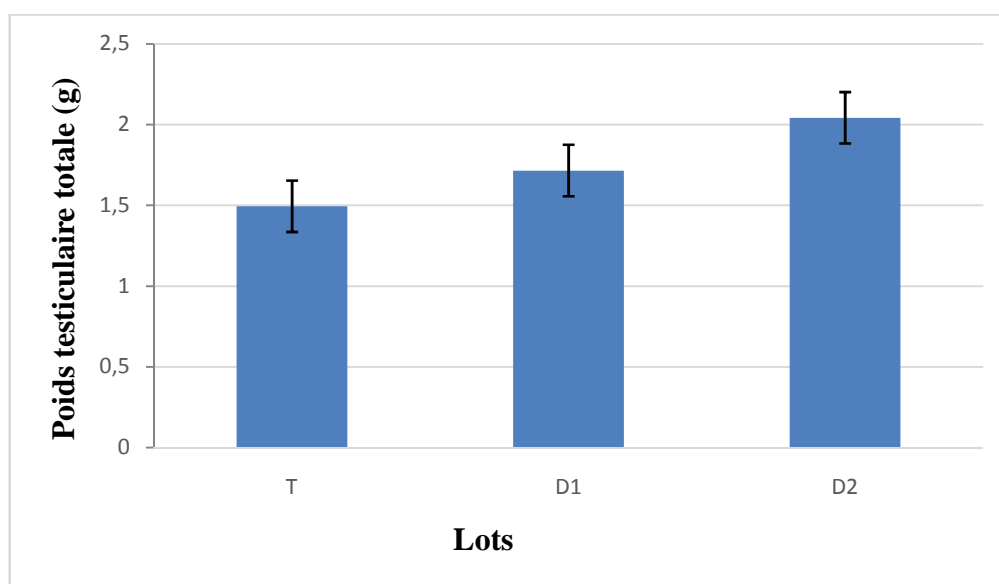
**Figure 32 :** Représentation graphique du poids moyen des testicules gauches et droits des lapins de 3mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale.

**T :** Témoin ; **D1 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à  $200 \mu\text{l}/\text{kg}$ ; **D2 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à  $400/\text{kg}$  ; **PTD :** poids testiculaires droit ; **PTG :** poids testiculaires gauche.

La comparaison entre les poids testiculaires droit et gauches à révéler que leurs valeurs moyennes chez le lot témoin sont presque identiques, alors que chez ceux traités par huile essentielle de la Sauge officinale aux deux doses utilisés (200 $\mu$ l/kg et 400 $\mu$ l/kg), le testicule gauche est plus élevé que le testicule droit.

### 1.1.2.2. Poids testiculaire total

Le poids total des testicules des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Sauge officinale administré est présenté dans la figure 33.



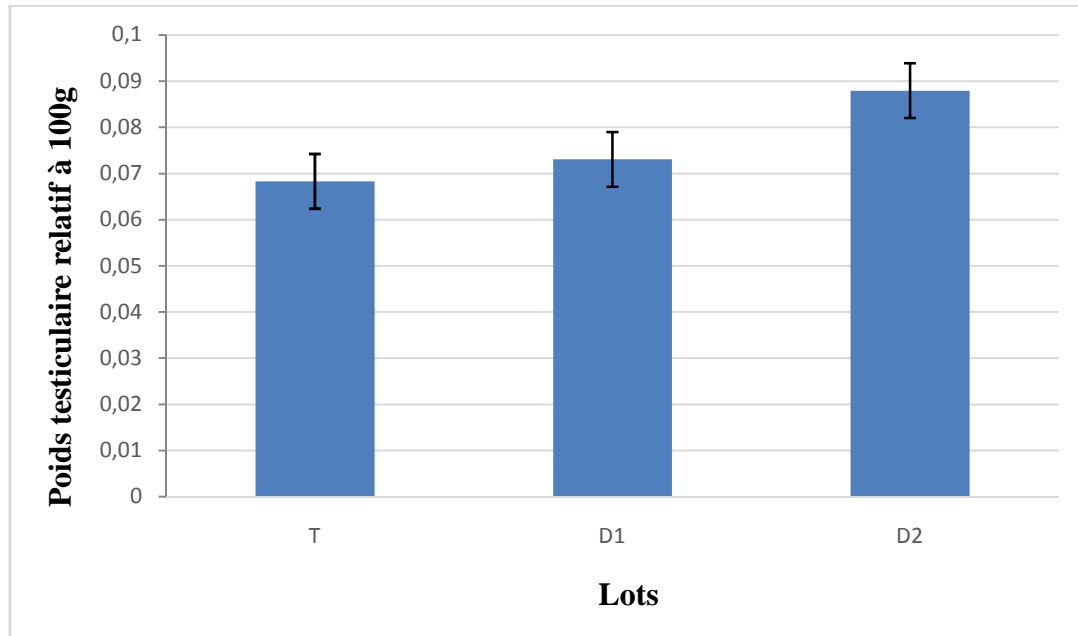
**Figure 33:** Représentation graphique du poids total des testicules des lapins prépubères après l'administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale.

**T** : Témoin ; **D1** : Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 200 $\mu$ l/kg; **D2** : Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 400 $\mu$ l/kg.

Les valeurs moyennes du poids total des testicules des lapins prépubères chez le lot témoin est de 1,49 $\pm$ 0,57g, alors que la valeur de D1 est de 1,71 $\pm$ 0,37g et celle de D2 est de 2,04 $\pm$ 0,31g. Ces valeurs sont plus élevées chez les traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale par rapport aux témoins et la valeur de la dose2 est plus importante que la dose1.

### 1.1.2.3. Poids testiculaires relatifs

Les valeurs moyennes des poids testiculaires relatifs à 100 g de poids corporal des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale administré sont présentées dans la figure 34.



**Figure 34:** Représentation graphique du poids testiculaire relatif à 100 g de poids corporal des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale.

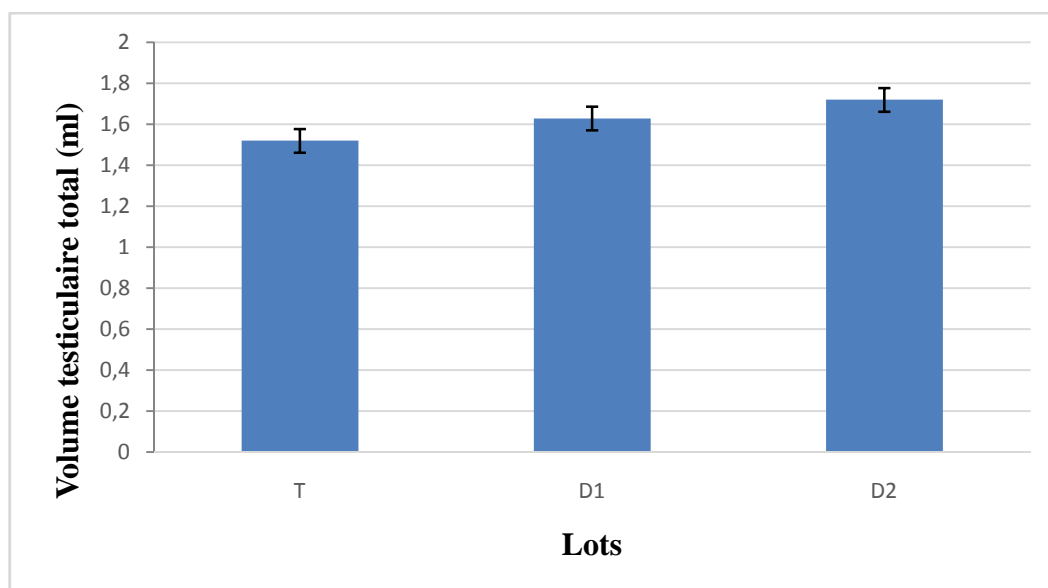
**T :** Témoin ; **D1 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 200µl/kg; **D2 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 400µl/kg.

La valeur moyenne des poids relatifs à 100g de poids corporel des testicules est plus élevée chez les animaux traités par l'huile essentielle de la Sauge Officinale par rapport au témoin dont la valeur est  $0,06 \pm 0,02$ g alors que ceux traités par la dose 1 est  $0,07 \pm 0,01$ g et enfin ceux traités par la dose 2 est  $0,08 \pm 0,01$ g. Cependant les animaux traités par la D2 ont une valeur plus importante que ceux traités par la D1 avec un écart de 0,015g.

### 1.1.2.4. Volume testiculaires total

Le volume des testicules, en millilitre (ml), est exprimé par la valeur moyenne  $\pm$  l'erreur standard liée à la moyenne (ESM).

Le volume total des testicules des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Sauge officinale administrée est présenté dans la Figure 35.



**Figure 35:** Représentation graphique du volume total des testicules des lapins prépubères traités par d'huile essentielle de la Sauge officinale.

**T :** Témoin ; **D1 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 200µl/kg ; **D2 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 400µl/kg.

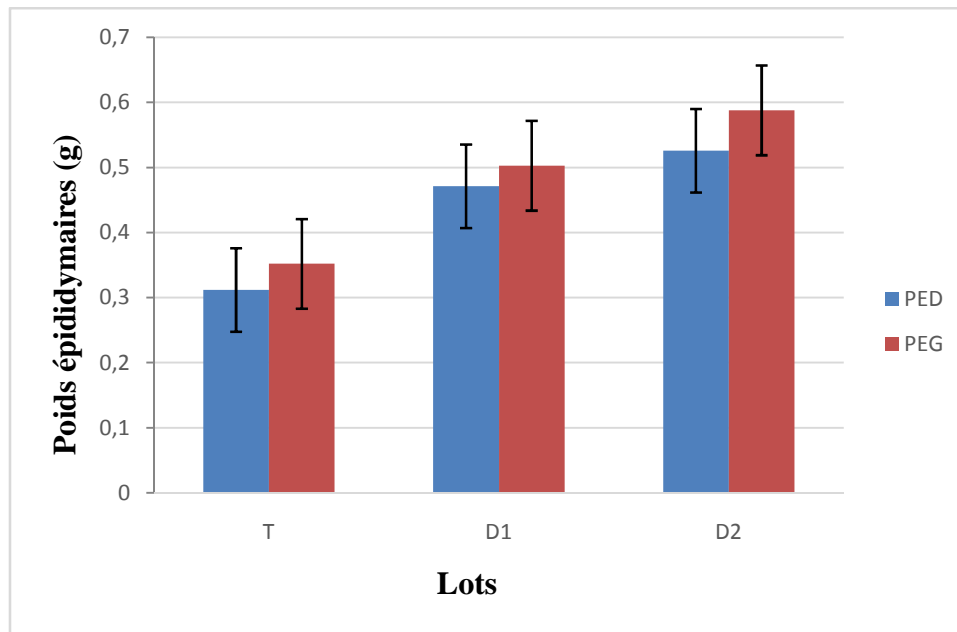
Les valeurs moyennes du volume total de testicule est de  $1,52 \pm 0,61$  ml chez le lot témoin alors qu'il est plus élevé chez les traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale avec les valeurs respective de  $1,62 \pm 0,31$  ml pour le lot de la dose 1 et  $1,72 \pm 0,30$  ml pour le lot de la dose 2. Néanmoins les valeurs moyennes des animaux traités par la dose 2 sont supérieures à ceux traités par la dose 1 avec un écart de 0,1 ml.

### 1.1.3. Poids épидидymaires

Le Poids du l'épididyme, en gramme (g), est exprimé par la valeur moyenne  $\pm$  l'erreur standard liée à la moyenne (ESM).

#### 1.1.3.1. Poids épидидymaires gauche et droit des lapins

Les poids des épидидymes gauches et droits des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Sauge officinale sont présentés dans la figure 36.



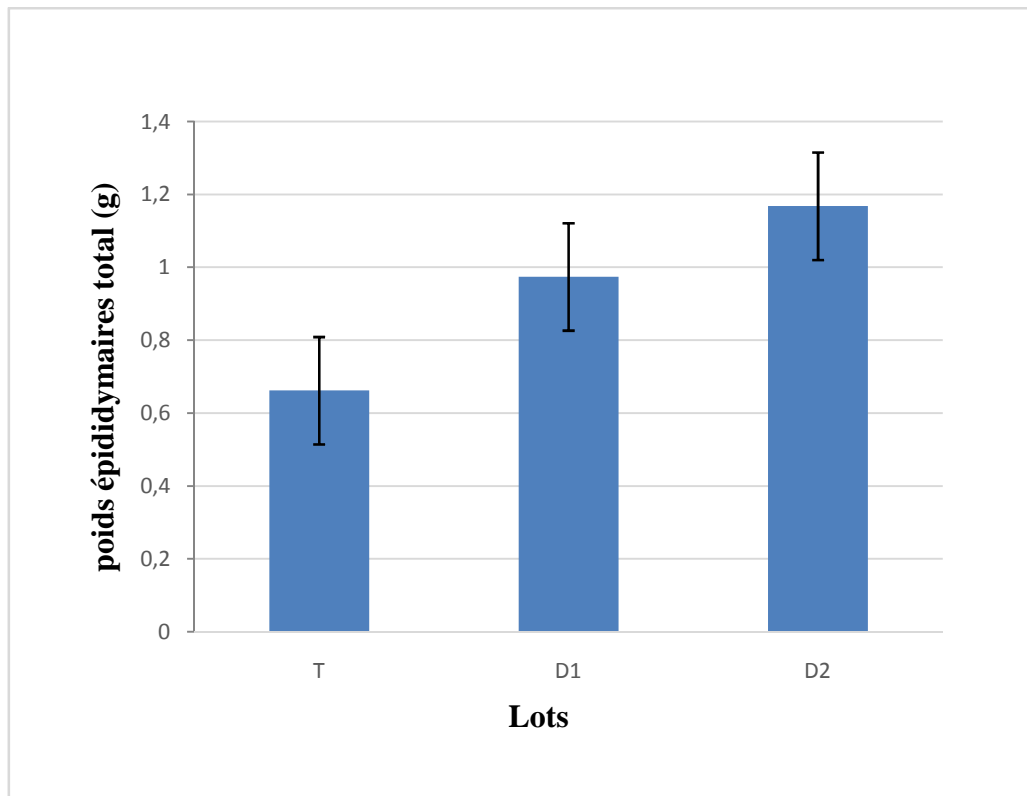
**Figure 36:** Représentation graphique du poids moyen des épидидymes gauches et droits des lapins âgés de 3 mois traité par l'huile essentielle de la Saugе officinale.

**T** : Témoin ; **D1** : Traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale à 200 $\mu$ l/ kg; **D2** : Traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale à 400 $\mu$ l/kg ; **PED** : poids épидидymaires droit ; **PEG** : poids épидидymaires gauche.

La comparaison entre les valeurs moyennes des poids épидидymaires droit et gauches à révéler que l'épididyme gauche est plus élevé que le l'épididyme droit chez tous les lapins prépubères témoins et ceux traités par huile essentielle de la Saugе officinale aux deux doses (200 $\mu$ l/kg et 400 $\mu$ l/kg).

### 1.1.3.2. Poids épидидymaires total

Le poids total des épидидymes pour les lapins âgés de 12 semaines en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Saugе officinale est présenté dans la figure 37.



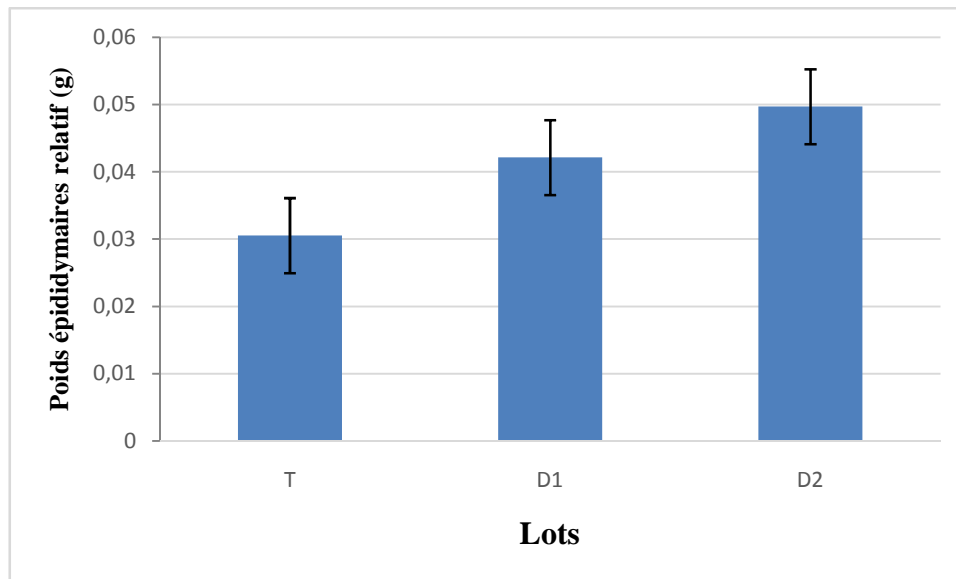
**Figure 37:** Représentation graphique du poids total des épидидymes des lapins prépubères après l'administration de l'huile essentielle de la Saugе officinale.

**T** : Témoin ; **D1** : Traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale à 200µl/kg; **D2** : Traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale à 400µl/kg.

Les valeurs moyennes du poids total des épидидymes des lapins âgés de 3 mois sont plus importantes chez les lots traités par rapport au témoin dont la valeur est de 0,66±0,19g, alors que la valeur D1 est de 0,97±0,16g et enfin la valeur de D2 est de 1,16±0,20g. La comparaison de l'effet de la dose sur le poids épидидymaire total montre que l'huile essentielle de la Saugе officinale a un effet plus important à la dose 2 qu'à la dose 1 avec un écart de 0,194g.

### 1.1.3.3. Poids épидидymaires relatif

Les valeurs moyennes des poids épидидymaires relatifs à 100 g du poids corporel des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale sont présentées dans la figure 38.



**Figure 38:** Représentation graphique des poids épидидymaires relatif des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale

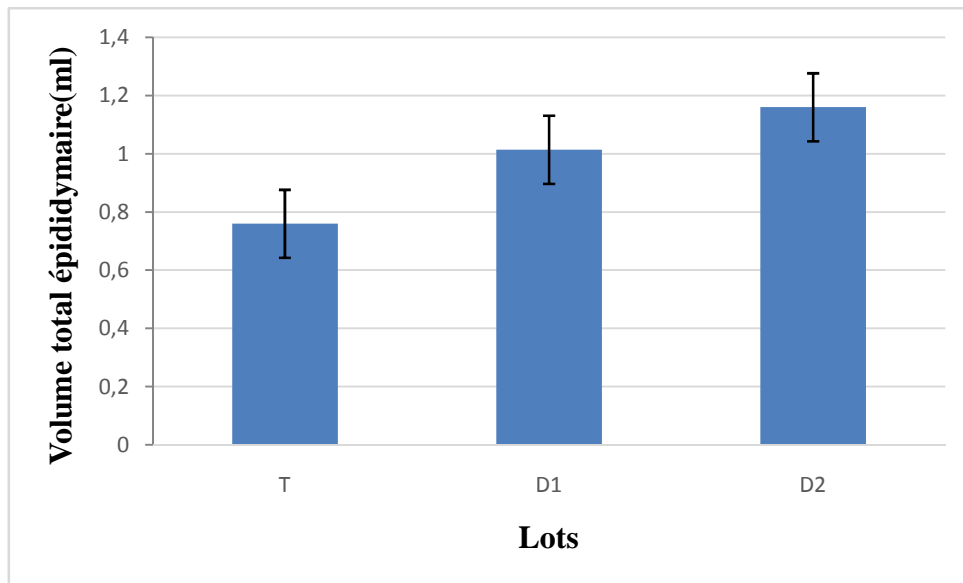
**T :** Témoin ; **D1 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 200µl/kg; **D2 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 400µl/kg.

La valeur moyenne des poids relatifs à 100 g du poids corporel des épидидymes est plus élevée chez les animaux traités par l'huile essentielle de la Sauge Officinale par rapport au témoin dont la valeur est de  $0,03 \pm 0,01$ g alors que ceux traités par la dose 1 est  $0,04 \pm 0,01$ g et enfin ceux traités par la dose 2 est  $0,05 \pm 0,01$ g. Cependant les animaux traités par la D2 ont une valeur plus importante que ceux traités par la D1 avec un écart de 0,0077 g.

#### 1.1.3.4. Volume épидидymaires

Le volume des épидидymes, en millilitre (ml), est exprimé par la valeur moyenne  $\pm$  l'erreur standard liée à la moyenne (ESM).

Le volume total des épидидymes des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Sauge officinale administrée est représenté dans la figure 39.



**Figure 39:** Représentation graphique du volume total des épидидymes des lapins prépubères traités par d'huile essentielle de la Sauge officinale.

**T :** Témoin ; **D1 :** Traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 200µl/kg ; **D2 :** Traités par l'huile de la Sauge officinale à 400µ/kg.

Les valeurs moyennes du volume total de l'épididyme est de 0,76±0,21ml chez le lot témoin alors qu'il est plus élevé chez les lots traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale avec les valeurs respective de 1,01±0,21ml pour le lot de la dose 1 et 1,16±0,24ml pour le lot de la dose 2. Néanmoins les valeurs moyennes des animaux traités par la dose 2 sont supérieures à ceux traités par la dose 1 avec un écart de 0,1 ml.

## 1.2. Résultats de l'étude microscopique (Étude histologique)

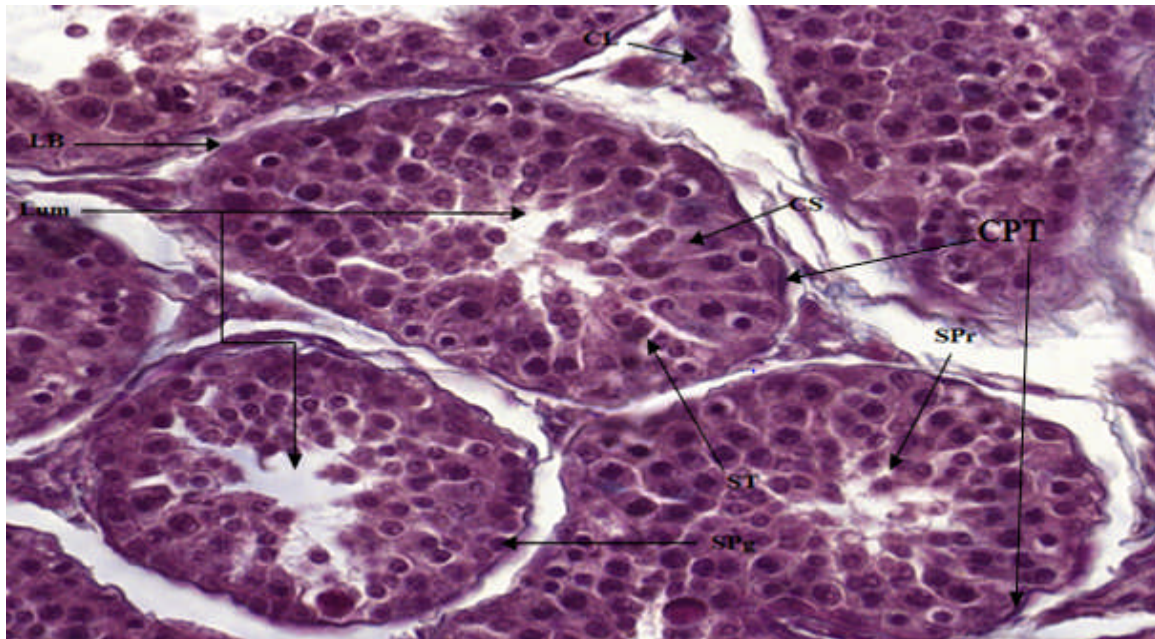
L'étude microscopique porte sur les changements des structures histologiques du testicule et d'épididyme sous l'effet de l'huile essentielle de la Sauge officinal, à deux doses différentes. L'observation microscopique a été enregistrée, pour tous nos échantillons, avec le fort grossissement (10x40) pour une observation plus détaillée des structures notamment cellulaires.

### 1.2.1. Étude histologique des structures testiculaires

#### 1.2.1.1. Étude histologique des structures testiculaires des lapins témoins

L'observation des coupes testiculaires des lapins prépubères du lot témoin révèle des tubes séminifères qui ont une lumière importante et une paroi formée d'un épithélium comprenant certaines cellules de la lignée germinale : spermatogonies à noyaux ronds et condensés, spermatocytes I à noyaux volumineux et à chromatine décondensée grossiers, de nombreuses cellules de petite taille qui sont les spermatides rondes, des cellules de Sertoli à

noyau triangulaire. Ces tubes sont entourés par des cellules péri-tubulaires à noyaux aplatis et un tissu conjonctif intertubulaire avec des cellules de Leydig à noyaux arrondis (Figure 40).



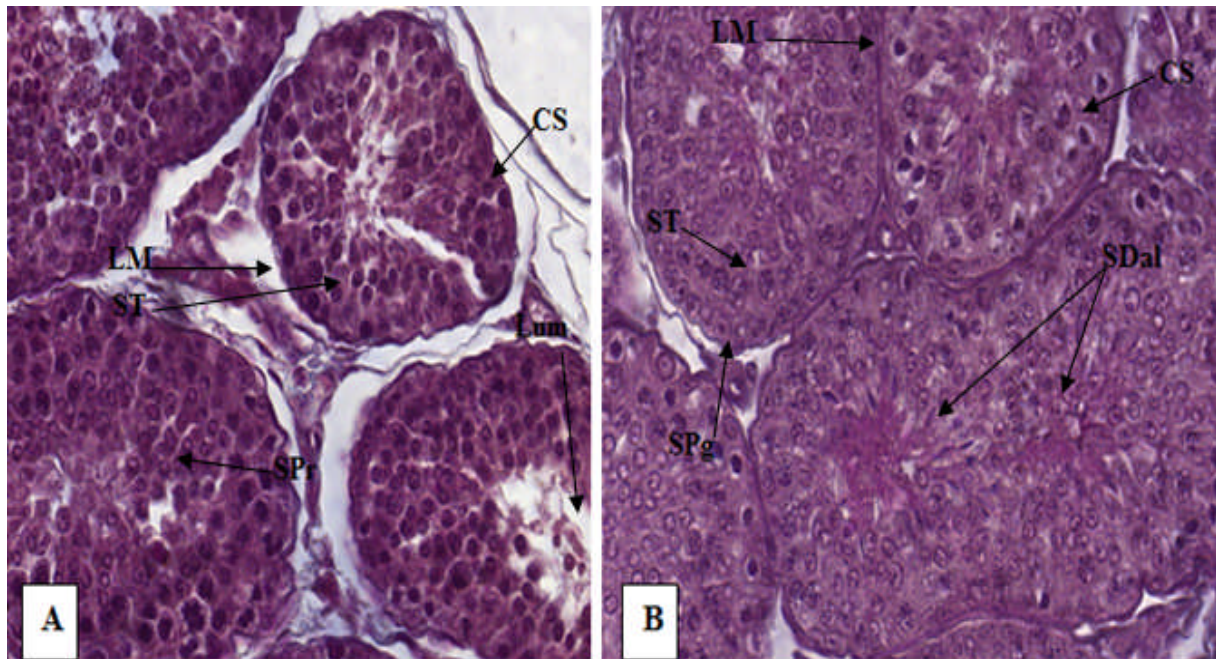
**Figure40:** Coupe histologique au niveau de testicule de lapin témoin âgé de 3 mois après coloration de trichrome Massonau grossissement (10\*40).

**SPg:** Spermatogonie; **ST :** Spermatoocyte; **SPr :** Spermatoide rond; **LB:** Lame basale; **CS :** Cellule de Sertoli; **CL :** Cellule de Leydig; **Lum:** Lumière; **CPT:** cellules péri-tubulaires.

#### 1.2.1.2. Étude histologique des structures testiculaires des lapins traités

Les structures histologiques des tubes séminifères des lapins âgés de 12 semaines traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à la dose 1 (200µl/Kg) présentent une négligente lumière, avec un nombre de spermatoïdes ronds plus important que chez les témoins, et l'apparition des 1<sup>eres</sup> spermatoïdes allongés dans un nombre très réduit de tube séminifère (Figure 41 A).

Pour le lot traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale à la dose 2 (400µl/kg) il y a absence de la lumière et apparition d'un nombre plus important de spermatoïdes allongés par rapport à la dose 1 dans quelques tubes séminifères ce qui signifie que la D2 est plus efficace que la D1 (Figure 41 B).



**Figure 41:** Coupe histologique au niveau de testicule de lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale après coloration de trichrome Masson au grossissement (10\*40).

**ST** : spermatocyte; **SPg** : spermatogonie; **SDal** : spermatide allongé; **Lum**: lumière; **LB** : lame basale;  
**CS** : cellule de Sertoli

**A** : Lapin traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 200µl/kg; **B**: Lapin traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 400µl/kg.

## 1.2.2. Étude histologique des structures épидидymaires

### 1.2.2.1. Étude histologique des structures épидидymaires des lapins témoins

La structure histologique de l'épididyme des témoins révèle un épithélium prismatic pseudostratifié qui est constitué par des cellules basales reposant sur une lame basale ainsi que de cellules principales abondantes présentant vers la lumière des stériocils. Le tissu conjonctif intertubulaire est formé de cellules musculaires, de fibroblastes et de vaisseaux sanguins (Figure42).

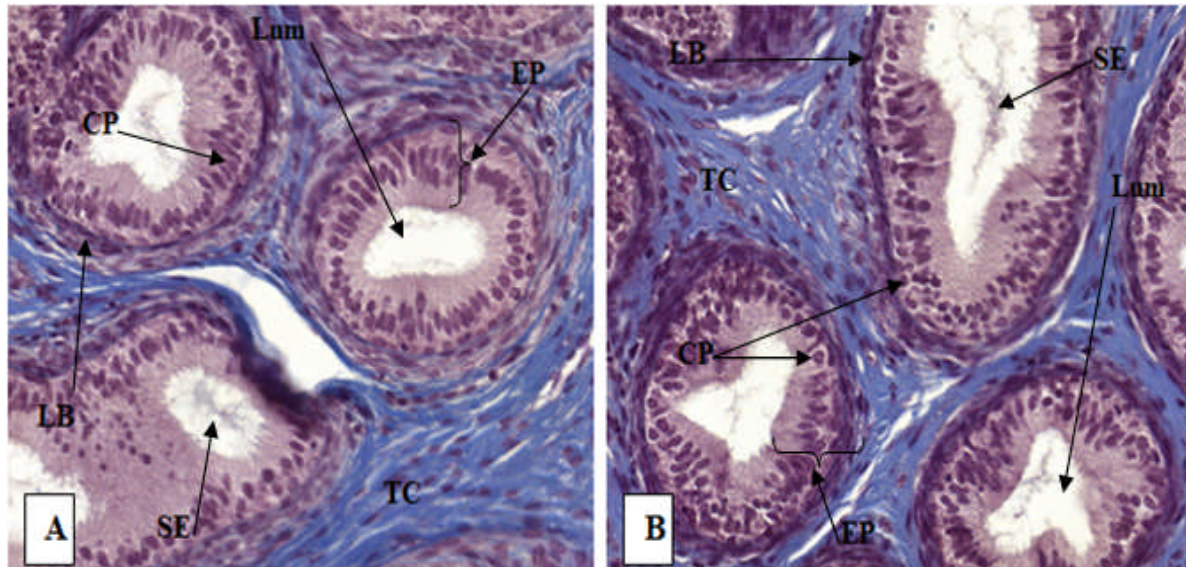


**Figure42:** Coupe histologique au niveau de l'épididyme de lapin témoin âgé de 3 mois après coloration de trichrome de Masson au grossissement (10\*40).

**LB:** Lame basale; **CB:** Cellule basale; **CP:** Cellule principale ; **EP:** Epithélium.

#### 1.2.2.2. Étude histologique des structures épидидymaires des lapins traités

L'observation microscopique des structures épидидymaires des lots traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale à la dose 1 (200µl/kg) et la dose 2 (400µl/kg) montre que les tubes épидидymaires sont bordés par une paroi musculaire adhérente à un épithélium pseudostratifié prismatique, présentant des stériocils plus grandes et plus nombreuses chez ceux traités par la dose 2 que ceux traités par la dose 1. La lumière de ces tubes est riche en sécrétions indiquant le déclenchement de l'activité sécrétrice des cellules épithéliales épидидymaires (Figure 43).



**Figure 43:** Coupe histologique au niveau de l'épididyme d'un lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale après coloration avec le trichrome de Masson au grossissement (10\*40).

**Lum:** lumière; **LB:** lame basale; **CP:** cellule principale; **TC:** tissu conjonctif; **SE:** sécrétions épидидymaires; **EP:** Épithélium.

**A :** Lapin traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 200µl/kg; **B:** Lapin traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 400µl/kg.

## 2. Discussion

La présente étude porte sur l'effet de l'huile essentielle de la Sauge officinale sur le poids corporel et gonadique ainsi que sur les structures testiculaires et épидидymaires chez les lapins de la population locale prépubères.

### 2.1. Paramètres macroscopiques

La croissance pondérale d'un animal est un caractère extrêmement variable en fonction des facteurs génétiques, alimentaires et environnementaux (Piles et *al.*, 2003). Après la naissance la régulation de la croissance pondérale chez le lapin n'atteint la pleine efficacité qu'au bout de 100 jours (Vézin et, 1968).

Les résultats des paramètres macroscopiques (le poids corporel, le poids et volume du testicule et d'épididyme gauche et droit ainsi que le poids relatif du testicule et d'épididyme) obtenus montrent que les lapins traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale ont des

valeurs plus élevés que ceux des témoins. Toutefois, ceux traités par la dose 2 ont des valeurs supérieures à ceux traités par la dose 1.

Selon et Nantia *et al.*, (2007) Soy *et al.*, (2016) l'administration de l'extrait éthanolique de feuilles de *Menthapiperita* pendant 60 jours et l'extrait de méthanol de *Bsella alba L.* pendant 30 jours chez le rat mâle accroît le poids corporel des animaux avec le temps.

Les résultats concernant le gain de poids sont similaires à ceux des études antérieures sur la supplémentation des régimes de poulet de chair avec des huiles essentielles d'Origan, Romarin, Sauge et Lavande (Alçiçk *et al.*, 2003 ; Alçiçk *et al.*, 2004; Botsoglou *et al.*, 2004 ; Bozkurt *et al.*, 2009 ; Bozkurt *et al.*, 2012).

D'après Garcia Tomas *et al.*, (2007), l'augmentation du volume testiculaire est probablement liée à la prolifération cellulaire au niveau des tubes séminifères suite à une augmentation importante de la testostérone plasmatique. En outre Castro *et al.*, (2002); Samia *et al.*, (2005) ont montré que la testostérone est nécessaire pour lancer la spermatogenèse à la puberté et pour l'entretien de ce processus chez l'adulte.

L'administration de l'huile essentielle de la Sariette (*Saturjakhuzestanica*) a provoqué une augmentation significative du poids épидидymaire (HaeriSulmaz *et al.*, 2006).

Nos résultats corroborent avec ceux obtenus par Nessah et Zaatri (2018) qui ont montré que l'administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale induit une augmentation du poids et volume épидидymaire chez les lapins prépubères. De même ceux obtenus par Yayaoui (2018) montrent que l'administration de l'huile essentielle Menthe poivrée pour les lapins âgés de 3 mois induit une augmentation du poids épидидymaire en fonction de la dose administrée.

Cependant, Kumar (2008) n'a observé aucuns changements significatifs au système reproducteur après l'utilisation à court terme de la Menthe verte, mais l'utilisation à long terme a causé des dommages irréversibles à ce système, tels qu'une diminution significative du poids des vésicules séminales, épидидymes, testicules et prostate avec changements histopathologiques significatifs dans ces tissus.

## 2.2. Paramètres microscopiques

Les variabilité microscopiques comme l'apparition de spermatides allongées et de spermatozoïdes dans les tubes séminifères, le diamètre, le nombre et la taille des cellules interstitielles et germinales ont été utilisées comme indicateurs de maturité sexuelle (Schinckel *et al.*, 1983; Tegegne *et al.*, 1991).

La structure histologique des testicules et des épидидymes des lapins prépubères traités par les huiles essentielles de la sauge officinale a présenté des modifications en fonction de la dose administrée par rapport aux témoins.

En effet, des spermatides allongées apparaissent dans les structures histologiques des tubes séminifères des animaux traités par l'huile essentielle, alors que chez les témoins la spermiogénèse s'arrête au stade spermatide rond. L'étude histologique des structures épидидymaire des lapins témoins a montré la présence d'un épithélium prismatique pseudostratifié constitué par des cellules basales reposant sur une lame basale ainsi que de cellules principales abondantes présentant vers la lumière des stériocils, en revanche on a constaté chez les animaux traités que les tubes épидидymaires sont bordés par une paroi musculaire adhérente à un épithélium pseudostratifié, présentant des stériocils plus grandes et plus nombreuses et une lumière riche en sécrétions épидидymaire.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Bashady *et al.*, (2007), qui ont montrés que l'administration de 300 mg/kg d'un extrait aqueux de *Nigella arvensis*, pendant 60 jours chez les rats, induit une augmentation du poids des organes reproducteurs ainsi que l'épaisseur et le diamètre des tubes séminifères et stimulation du développement des spermatogonies, spermatocytes primaires et secondaires, spermatides, spermatozoïdes libres, densité du sperme, activité sécrétrice des vésicules séminales et de la prostate ainsi que le temps d'excitation. Ces variations seraient probablement dues à une augmentation des concentrations des hormones responsables de la spermatogénèse, LH, FSH et la testostérone.

Selon Haeri *et al.*, (2006), l'huile essentielle de la sarriette (SKEO) (*Saturejakhuzestanica* essential oil) a un effet sur la fertilité des rats mâles à des doses de 150, 225mg/kg en induisant une augmentation du nombre des spermatogonies, des spermatides, des cellules de Leydig et les spermatozoïdes ainsi qu'une hypertrophie des cellules de Sertoli, accompagné de l'augmentation des hormones la FSH et la testostérone. Cependant l'augmentation des androgènes est confirmée par l'augmentation du nombre de spermatocytes et de spermatides observés chez les groupes traités, car ces stades sont complètement dépendants des androgènes (Dym *et al.*, 1979).

Cependant, l'éthanol de l'extrait de *Calendula officinalis* altère la fertilité des rats car selon Agarwal *et al.*, (2012), des rats albinos mâles traités par cet extrait aux doses de 150, 250 et 500 mg/jour pendant 60 jours induisent une diminution significative de la motilité et la densité des spermatozoïdes dans la queue de l'épididyme et du poids des organes reproducteurs.

*Conclusion*

## Conclusion

---

Au terme de notre travail sur les effets de l'huile essentielle de la Sauge officinale à différentes doses (200µl/kg et 400µl/kg) sur la structure épидидymaire et testiculaire des lapins mâles prépubères de la population blanche locale, nous avons constaté que cette l'huile à engendrée des modifications sur les paramètres macroscopiques (poids corporal, poids et volume testiculaire et épидидymaire) et microscopiques.

En effet, la valeur des plusieurs paramètres macroscopique (poids corporal, poids et volume testiculaire et épидидymaire)étudier sont plus élevé chez les lapins traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale par rapport aux témoins, ainsi que les lapins traités par la dose 2 sont supérieure à ceux traités par la dose 1.

Sur le plan histologique, les structure épидидymaires et testiculaires des animaux traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale sont plus développés par rapport à ceux des témoins, aux niveaux testiculairescette huile induit l'apparition des 1<sup>ere</sup> spermatides allongées dans quelques tubes séminifères dont le nombre est plus grand à la dose 2 (400 µl/kg) par rapport à la dose 1 (200 µl/kg). Tandis qu'aux niveaux épидидymairesil y'a apparition des sécrétions épидидymaire dans la lumière épидидymaire et un épithélium prismatique pseudostratifier riche en stériocils.

De ce fait, il semblerait que l'huile essentielle de la sauge officinale aux doses utilisées aurait un effet positif sur le développement des structures testiculaires et épидидymaires et la fertilité des lapins mâles prépubères.

Afin de compléter cette recherche, il serait de grand intérêt de réaliser cette étude dans un temps plus large et des doses plus élevées sur un effectif plus grand, renforcer cette étude par une étude histomorphométrique pour étudier les effets de l'huile essentielle de la sauge officinale sur le diamètre des tubes séminifères, ainsi que la hauteur des cellules épithéliales,analyser la semence pour identifier les effets de cette huile sur la fertilité, étudier les variations hormonales (testostérone, FSH et LH) et le dosage des paramètres biochimiques pour appuyer les résultats obtenus, ainsi que élargir cette étude en utilisant d'autres huiles essentielles des plantes locale.

Enfin des études précliniques et des essais cliniques chez l'homme sont nécessaires pour trouver une place possible dans les thérapies des troubles de la fertilité.

*Références bibliographiques*

-A-

- **Abe K., Takano H. et Ito T. (1983).** Ultrastructure of the mouse epididymal duct with special reference to the regional differences of the principal cells. *Archiv. Histo.Jap.*, 46 (1) : 51-68.
- **Abou-Haïla A., et Fain-Maurel M.A. (1984).**Regional differences of the proximal part of mouse epididymis: morphological and histochemical characterization. *The Anat. Rec.*, 209 (2): 197-208.
- **Abraham L. et Kierszenbaum. (2002).** Histologie et biologie cellulaire : une introduction à l'anatomie pathologique. *1 éd., De Boeck*, Paris : 529p.
- **Adamali H.I. et Hermo L. (1996).** Apical and narrow cells are distinct cell types differing in their structure, distribution, and functions in the adult rat epididymis. *J. Androl.*, 17 : 208–222.
- **Adamali H.I., Somani I.H., Huang J.Q., Gravel R.A., Trasler J.M., et Hermo L. (1999).** Characterization and development of the regional- and cellular specific abnormalities in the epididymis of mice with beta-hexosaminidase a deficiency. *J.Androl.*, 20: 803-824.
- **Agrawal S., Kumar A., Gullaiya S., Dubey V., Nagar A., Tiwari P., Dhar P. et Singh V. (2012).** Activité anti-fécondité d'écorce méthanolique d'*Aeglemarmelos* (L) chez des rats Wistar mâles. *DARU. J. Pharma. Sci.*, 20 (1) : 94.
- **Aitken R.J., Nixon B., Lin M., Koppers A.J., Lee YH. et Baker MA. (2007).** Proteomic changes in mammalian spermatozoa during epididymal maturation. *Asian J Androl*: 554-564.
- **Alçiçek A., Bozkurt M. et Çabuk M. (2003).**The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 33: 89-94.
- **Alçiçek A., Bozkurt M. et Çabuk M. (2004).** The effect of a mixture of herbal essential oils, an organic acid or a probiotic on broiler performance. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 34, 217-222.
- **Alvarino M.R. (1993).** Control de la reproduction en el conejo. 1er éd., IRYDA, mundi-prensa: 137.
- **Alvariño J.M.R. (2000).** Reproductive performance of male rabbits. *In: Proc. 7th World Rabbit Congresses. Valencia, A*: 13-35.

- **Amann R.P. (1993).** Physiology and Endocrinology. *In: Mc KINNON AO, VOSS JL(eds), Equine Reproduction, 1ed., Lea et Febigereds, Philadelphia: 1137-1154 5.*
- **Annick N. (2014).** Mécanismes moléculaires impliqués dans la répression de la stéroïdogenèse des cellules de Leydig par les plastifiants et les organochlorés. Thèse de Doctorat en Biologie cellulaire et moléculaire, Université LAVAL, Canada : 282.
- **Aoudia. S. (2010).** Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle a étude de 57 plantes recommandées par les herboristes, mémoire de master, à la faculté de médecine de Tunis : 76.
- **Aurore Britan. et Drevet J.R. (2016).** androgeinie. *Andrologie 2006., 16 N: 197-227.*

**-B-**

- **Badran H.H. et Hermo L. (2002).** Expression and regulation of aquaporins 1, 8 and 9 in the testis efferent ducts, and epididymis of adult rats and during postnatal development. *J.andro.,23: 358-373.*
- **Barone R., Pavaux C., Blin P.C. et Cuq P. (1973).** Atlas d'anatomie du lapin, *éd Masson, Paris : 220.*
- **Barone R. (1978).** Color atlas of veterinary anatomy. *Anat.Rec., 1-2: 59-64.*
- **Barone R. (1984).** Anatomie comparée des mammifères domestique, tome 2: Splanchnologie 1, appareil digestif, appareil respiratoire. *Ed. Vigot,Paris : 896.*
- **Barone R. (2001).** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4 : splanchnologie II. *Ed Vigot Frères, Paris: 241-516.*
- **Bashandy S. (2007).** Effect of fixedoil of *nigella Sativa* on male fertility in normal and hyperlipidemicrats. *International. j. pharmacology; 1:27-33.*
- **Bedford J.M. (1979).** Evolution of the sperme maturation and sperm storage functions of the epididymis. *In: fawcett dw, édBedford JM. The spermatozoa. Baltimore: 138.*
- **Bell D.J .et Mitchell S. (1984).**Effects of female urine on growth and sexual maturation in male rabbits.*Journal of Reproduction.*
- **Beltramo M., Dardente H., Cayla X. et Caraty A. (2014).**Cellular mechanisms and integrative timing of neuroendocrine control of GnRH secretion by kisspeptin. *Mol. Cell. Endocrinol : 382, 387-399.*
- **Berchiche M. et Zerrouki N. (2000).** Reproduction des femelles de population locale: Essai d'évaluation de quelques paramètres en élevage rationnel. *3<sup>ème</sup> journée de*

*recherches sur les productions animales* « conduite de performance d'élevage ». Université de Tizi-ouzou : 293-298.

- **Berger M., Jean-Faucher Ch., De Turckheim M., Veyssiere G. et Jean C I. (1982).**La maturation sexuelle du lapin mâle. *3èmes Journées de la Recherche Cunicole.*, Paris : 1-11.
- **Boiti C. (2005).** Guidelines for the handling of rabbitbucks and semen. *World RabbitSci, WRSA, UPV* : 72-80.
- **Bonnes G., Desclaude J., Drogoul C., Gadoud R., Jissiau R., Leloc'h A., Montmeas L. et Robin G. (1988).** Reproduction des mammifères d'élevage-Paris : *Ed. FOUCHER* : 237.
- **Bonnes G., Des Claude J., Drogoul., Gadoud R., Jussian R ., Le lo'h A., Montémas L. et Robin G. (2005).** Reproduction des animaux d'élevage. *2<sup>ème</sup> Ed.E du cagri* : 470.
- **Botsoglou N.A., Christaki E., Florou-Paneri P., Giannenas I., Papageorgiou G. et Spais A.B. (2004).**Effect of a mixture of herbal essential oils or  $\alpha$ -tocopheryl acetate on performance parameters and oxidation of body lipid in broilers. *S. Afr. J. Anim. Sci*; *34*: 52-61.
- **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture chez le lapin. *Edition Association Française de Cuniculture, France* : 240.
- **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Edition Association française de cuniculture. *diffusion Lavoisier TEC & DOC, France* : 17-34.
- **Bozkurt M., Küçükylmaz K., Çatlı A.U. et Çınar M. (2009).** Effect of dietary mannanolig saccharide with or without oregano essential oil and hop exctrat supplementation on the perfomance and slaughter characteristics of male broilers. *S. Afr. J. Anim. Sci* ;*39* (3) : 223-232.
- **Bozkurt M., Küçükylmaz K., Çatlı A.U., Özyıldız Z., Çınar M., Çabuk M. et Çöven F. (2012).** Influences of an essential oil mixture supplementation to corn versus wheat-based practical d ets on growth, organ size, intestinal morphology and immune response of male and female broilers. *Ital. J. Anim. Sci*; *11*: 290-297.
- **Brambell F.W.R. (1944).** The reproduction of the wildrabbit, *oryctolaguscuniculus*. *proc. zool. Soc. Lond* ; *114* : 1-114.
- **Breton S. et Da Silva N. (2012).** Rôle de l'épididyme dans le contrôle de la fertilité mâle. *Med. Sci. Amer*; *1*: 1-20.

- **Bruneton.J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3<sup>ème</sup> Ed. Paris 533-536.

**-C-**

- **Castellini C. (2008).** Semen production and management of rabbitbucks. *Dept. Of Applied Biology, University of Perugia, Italy, 9thWorld Rabbit Congress-June:10-13*
- **Castro A.C.S., Berndtson W.E. et Cardoso F.M. (2002).** Plasma and testicular testosterone levels, volume density and number of Leydig cells and spermatogenic efficiency of rabbits. *Braz.J. Med. Biol Res; 35: 493-498.*
- **Cheung K.H., Leung G.P., Leung M.C., Shum W.W., Zhou W.L. et Wong P.Y. (2005).** Cell–cell interaction underlies formation of fluid in the male reproductive tract of the rat. *J .Gen. Physiol; 125: 443-454.*
- **Cohen J.P., Hoffer A.P. et Rosen S. (1976).** Carbonic anhydrase localization in the epididymis and testis of the rat: histo chemical and biochemical analysis. *Biol. Reprod; 14: 505-517.*
- **Cooper T.G. (1998).** Interactions between epididymal secretions and spermatozoa.*J.Reprod and Fertility Suppl ;53:119-136.*
- **Cornwall G. A. etHsia N. (2003).** A new subgroup of the family 2 cystatins. *Mol. Cell. Endocrinol 200, 1-8.*
- **Curtis S.K. et Amann R.P. (1981).** Testicular development and establishment of spermatogenesis in Holstein bulls. *J. Anim. Sci. 53: 1645-1657.*
- **Cuvier G., Richard A., Auguste P. et Drapiez J.,** Histoire naturelle médicale et pharmaceutique. *H. Dumont ; 50: 1835.*
- **Cyr D.G., Gregory M., Dube E., Dufresne J., Chan P.T. etHermo L. (2007).** Orchestration of occludins, claudins, catenins and cadherins as players involved in maintenance of the blood-epididymal barrier in animals and humans. *Asian J. Androl., 9 : 463-475.*

**-D-**

- **Dadoune J.P., Hadjhsy P. et Vendlry J.P.S. (1990).** Histologie. *Edition Médecine Science Flammarion, France : 352-353.*
- **Dadoune J P., Hadjhsy P., Siffroi J.P. et Vendrel E. (2000).** Histologie. *Ed. Méd Sci. Flammarion (2ème Ed) : 229-246.*

## Références bibliographiques

---

- **Dadoune J. P. et Demoulin A. (2001).** Structure et fonction du testicule in Thibault C, et Lvasseur M.C. *La reproduction chez les mammifères et chez l'homme. Edition INRA, Paris* : 256-289.
- **Damien baudiffier. (2012).** Modes de perturbation de la stéroïdogénèse testiculaire et de la spermatogénèse chez le poisson zèbre (*Danio rerio*) par des fongicides azolés. Thèse de biologie école Doctorale VAS, université de RENNES :192.
- **Dohle G.R., Smit M. et Weber R.F. (2003).** Androgens and male fertility. *World. J. Urol*; 21 (5):341-345.
- **Dym M.R., Raj H.G.M., Lin Y.C., Chemes H.E., Kotitie N.J., Nayfeh S.N. et French F.S. (1979).** Is FSH required for maintenance of spermatogenesis in adult rats. *J. Reprod. Fertil.*, 1. (26): 175-181.

### -E-

- **El Kalamouni. (2010).** Caractérisations chimiques d'extraits de plantes : 22-38.
- **Eurell J.N. et Frappier B.L. (2006).** Dellmann's textbook of veterinary histology. Blackwell Pub, Ames, Iowa.

### -F-

- **Fabre Marie-Claude., Genin Aimé., Merigoux Jacques. et Moget Elisabeth. (1992):** *Herboristerie Familiale, Des Recettes Simples, Pour Resoudre Les Problèmes Simples*, :93.
- **Finzi A., Daader A., Yamani K., Soliman A. et Askar A. (2000).** Influence of chronique high relative humidity on semen quality of hot stressed bucks. 7th world Rabbit congress.
- **Flickinger C.J., Howards S.S. et English H.F. (1978).** Ultrastructural differences in efferent ducts and Several regions of the epididymis of the hamster. *Am J Anat* ; 152 : 557-585.
- **Fortun-Lamothe L., Teau-Clément M., Combes S., Allain D., Lebas F., Le Normand B. et Gidenne T. (2015).** chapitre 2 : physiologie .in Gidenne T., le lapin : de la biologie à l'élevage, éd. *Quae Versailles, France* : 39-83.
- **Frend R., Bogerd J., França L. et Vilela D.A.R. (1973).** La fonction reproductive masculine. *Organisation de la Santé, Genève* ; 520 : 6-11.
- **Frolich A. (1948).** Some factors affecting semen production in rabbits. *Primo. congointern. fisiopat. h.iprod. Animal fecond. artif, milano.*

**-G-**

- **García-Tomas M., Sanchez J., Rafel O., Ramon J. et Piles M. (2007).** Développement sexuel post-natal chez le lapin : profils de croissance et de développement du testicule et l'épididyme dans deux lignées. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France : 49-52.
- **García-Tomas M., S´anchez J. et Piles M. (2009).** Post-natal sexual development of testis and epididymis in the rabbit: Variability and relationships among macroscopic and microscopic markers. *Animal Reproduction Science*; 110: 347–355.
- **Gayard V. (2007).** Physiologie de la reproduction des mammiferes. Thèse de Doctrat, école vétérinaire de Toulouse: 198.
- **Gidene T. (2015).** Le lapin de la biologie à l'élevage. Quae, France, 291.
- **Girouard J. (2009).** Rôle des domaines membranaires rafts dans le transfert et la compartimentation des protéines impliquées dans la maturation épидидymaire des spermatozoïdes b vins. Thèse de Doctorat en physiologie-endocrinologie. Département d'obstétrique et gynécologie faculté de médecine université laval QUÉBEC.
- **Glover T. D. et Nicander L. (1971).** Some aspects of structure and function in the mammalian epididymis. *Journal of reproduction and fertility. J. Reprod.Fertil. Suppl* ; 13: 39-50.
- **Grasse P.P. (1949).** Traité de zoologie Anatomie, Systématique, Biologie. *Ed. Masson et Cie, Paris : 979.*

**-H-**

- **Haeri S., Minaie B., Gholamreza A., Shekoufeh N., Khorasani R., Esmaily H., Salehnia A. et Abdollahi M. (2006).** Effect of Saturejakhuzestanica essential oil on male rat fertility. Elsevier, *Fitoterapia*, 77, 495-499.
- **Hamilton D.W. (1990).** Anatomy of mammalian male accessory reproductive organs. *Marshall's physiology .reprod*; 2 : 691-746.
- **Hazard J. et Perlemuter L. (2000).** Endocrinologie, Abrégé. *Edition Masson*, Paris: 363- 375.
- **Hermo L., Adamali H. I. et Andonian S. (2000).** Immuno localization of CA II and H<sup>+</sup> V-ATPase in epithelial cells of the mouse and rat epididymis. *J. Androl.*, 21: 376-391.

- **Hermo L. et Robaire B. (2002).** Epididymal cell types and their functions. In: Robaire B., Hinton B.T. The epididymis: From Molecules to Clinical Practice. *Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York*: 81-102.
- **Hermo L. et Robaire B. (2002).** Epididymal cell types and their functions; Dans: The Epididymis: From Molecules to Clinical Practice. *Kluwer Academic/Plenum.*,42: 81–102.
- **Hermo L., Chong D.L., Moffatt P., Sly W.S., Waheed A. et Smith C.E. (2005).** Region- and cell-specific differences in the distribution of carbonic anhydrases II, III, XII, and XIV in the adult rat epididymis. *J. Histochem. Cytochem.*, 53 : 699–713.
- **Hinton B.T., Palladino M.A., Rudolph D. et Labus J.C. (1995).** The epididymis as protector of maturing spermatozoa. *Reproduction, Fertility and Development* ; 7 (4) : 731-745.
- **Hiroe K. et Tomizuka T. (1965).** Effets d'un environnement à température élevée sur la production de sperme chez les animaux domestiques. *bulletin of the national Institute of animal industry, japan no* ; 9:3-27.
- **Ho H.C. et Suarez S.S. (2001).** Hyperactivation of mammalian spermatozoa: function and régulation. *Reprod*; 72: 519-526.
- **Hoffer A.P., Hamilton D. W. et Fawcett D. W. (1973).** The ultrastructure of the principal cells and intraepithelial leucocytes in the initial segment of the rat epididymis. *Anat. Rec*; 175: 169-201.
- **Holtz W. et Foote RH. (1978).** The Anatomy of the reproductive system in male Dutch Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) with special emphasis on the accessory sex glands. *J. Morph*; 58: 1-20.
- **Houmadi A. (2007).** Maîtrise des cycles sexuels chez les Bouvins : application de traitements combinés à base de progesterone-PGF2-PMSG et progestagene-PGF2-PMSG. Mémoire de Master2, Zootechnie, IPR/IFRA de Katibougou Mali : 60.

**-J-**

- **John K. Amory. et William J. Bremner. (2003).** Regulation of testicular function in men: implications for male hormonal contraceptive development. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology.*, vol. 85: 357-361.
- **Johnston D.S., Jelinsky S.A., Bang H., Di Candeloro P., Wilson E., Kopf G.S. et Turner T.T. (2005).** The mouse epididymal transcriptome: transcriptional profiling of segmental gene expression in the epididymis. *Biol. Reprod.*, vol. 73: 404-413.

## Références bibliographiques

---

- **Joly T. et Theau C.M., (2000).** Reproduction et Physiologie de la Reproduction au 7ème Congrès Mondial de Cuniculture, ISARA–FESIA, 31 place Bellecour - 69288 Lyon.
- **Jones R., Hamilton D.W. et Fawcett D.W. (1979).** Morphology of the epithelium of the extra testicular *Rete Testis*, ductuli efferentes and ductus epididymidis of the adult male rabbit. *Am. J. Anat*; 156: 373-400.
- **Junqueira L.C. et carneiro J. (2007).** Basic histology. 11 théd copyright c the MC Growhill companies.

### -K-

- **Kasa I.W. et Thwaites C.J. (1992).** Semenquality in bucksexposed to 34°C for 8h on either 1 or 5 days. *J.App. Rabbit Res.*,15 : 500-568.
- **Kirchhoff C. (1999).**Expression génique dans l'épididyme. Dans *international review of cytology.Acadelicpress* :188 : 133-202.
- **Kumar V., Kural MR., Pereira BMJ. et Roy P.(2008).**Spearmint induced hypothalamic oxidative stress and testicular anti-androgenicity in male rats – altered levels of gene expression, enzymes and hormones. *Food ChemToxicol*; 46:3563–3570.

### -L-

- **Le Moigne A. et Foucrier J. (2009).** Biologie du développement. 7ème Edition. DUNOD Inc.
- **Lebas F., Coudert P., Rouvier R. et De Rochambeau H. (1984).** Le lapin : élevage etpathologie. *Ed. F. A.O, Rome* : 298.
- **Lebas F., Coudert P. et De Rochambeau H. (1990).** Le lapin: élevage et pathologie. Collection F.A.O : producton et santé animal: 1-210.
- **Lebas F. et Colin M. (1992).**World rabbit production and research: situation in 1992. *Fifth World RabbitCongress* ; A : 29-54.
- **Lebas F., Coudert P., Rochambeau H. et Thébault R.G. (1996).** LE LAPIN. Élevage et pathologie (nouvelle version révisée) Collection FAO : production et santé animale.Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ROME; N°19:51 *and Fertility*, 71: 155-160.
- **Lebas F. (2009).** Biologie du lapin. Sous chapitre 7.2. reproduction du mâle.
- **Leesson T.S. et Leeson R.C. (1976).** Histologie. Masson. Barcelone Milan pages : 388- 403.luminal content. *BiolReprod* ; 61 : 705-714.

- **Lin T., Calkins J.K., Morris P.L., Vale W. et Bardin C.W. (1989).** Regulation of Leydig cell function in primary culture by inhibin and activin. *Endocrinology*; 125(4): 2134-40.
- **Little T.V. et Holyoak Gr. (1992).** Reproductive anatomy and physiology of the stallion. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 8 (1): 1-29.
- **Luzi F., Maertens L., Mtjten P. et Pizzi F. (1996).** Effect of feeding level and dietary protein content on libido and semen characteristics of bucks. In *Processe. : 6th Word Rabbit Congres, Toulouse*; 2: 87-92.

**-M-**

- **Madi. A. (2010).** Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mie en évidence de leurs activités biologiques, mémoire de magister, option biotechnologie végétale. Université Mentouri Constantine faculté des sciences de la nature et de la vie, département de biologie.
- **Marie Saint-Dizier et Sylvie Chastant-Maillard. (2014).** *La Reproduction animale et humaine*. Éditions Quae, *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France* tome ; 167 n°4, : 355-357.
- **Marieb, E.N. (1999).** Anatomie et physiologie humaines 2ème édition. De Boeck université.
- **Marieb N.E. (2006).** Anatomie et physiologie humaines. 6ème éd. Renouveau pédagogique, France : 1096.
- **Marieb E.N. (2008).** Biologie humaine : Principe d'anatomie et de physiologie. Edition Pearson / Education (8ème édition): 571-578.
- **Marsimovic M., Danijela V., Mladen M., Marija E., Sabaheta A. et Sonja S.Y. (2007).** Effet of the environment condition on essential oil profile in twodinaric *Salvia species: Salvia brachydonvandas* and *Salvia officinalis L.* *Biochemical systematics and Ecologie* ; 35 : 473-478.
- **Marthin H.J. et Barry J. E. (2001).** Reproduction. De Boeck, Paris : 298.
- **Martinet L. (1973).** Quelques aspects de la physiologie de la reproduction du lapin. Conférence, *Session ITAVI Toulouse, sept* : 1973.
- **Martinet T. (1978).** physiologie de la reproduction du lapin. Journée d'études CNRS-INRA, Orléans, France.

- **Martinez-Garcia F., Regadera J., Cobo P., Palacios J., Paniagua R. et Nistal M. (1995).** The apical mitochondria-rich cells of the mammalian epididymis. *Andr*; 27: 195-206.
- **Micheline M., Bernard V., Marie-Laure K., Serge C. et René H. (1999).** GnRH et récepteur du GnRH dans les gonades du rat: expression et régulation de leurs ARN messagers chez les fœtus et chez le mâle adulte, Thèse de doctorat, Endocrinologie et interactions cellulaire, Université de Paris-Sud .Faculté de médecine (Le Kremlin-Bicêtre, Val-de-Marne) : 121-154.
- **Migaud M., Dardente H., Keller M., Batallier M., Meurisse M., Pillon D., PRC, CNRS, IFCE, et INRA. (2016).** Contrôle neuroendocrinien de la reproduction chez les mammifères. Université de Tours, 37380, Nouzilly, France.
- **Moore H.P. et Kelly R.B. (1985).** Secretory protein targeting in a pituitary cell line: differential transport of foreign secretory proteins to distinct secretory pathways. *J. Cell. Biol*; 101:1773-1781.
- **Mukai C. et Okuno M. (2004).** Glycolysis plays a major rôle for adenosine triphosphate supplementation in mouse sperm flagellar movement. *BiolReprod* 71,540-547.
- **Muller Y. et Clos J. (1997).** La reproduction (Gonades, gamètes et fécondation). *Ed. Nathan*, Paris: 9-31. Paris : 220.

-N-

- **Nantia E.A., Moundipa P. F., Beboy N.S., Mousees T.K. et Carreau S. (2007).** Etude de l'effet androgénique de l'extrait au méthanol de *Basella alba* L. (Basellaceae) sur la fonction de reproduction du rat mâle. *Journal of andrologie* ; N02 :129-133.
- **Nessah N. et Zaatri S. (2008).** Obtention du Diplôme de Master. Etude préliminaire sur les effets des huiles essentielles (Romarin à verbénone et Sauge officinale) sur la structure des testicules et épидидymes des lapins mâles âgés de 3 mois prépubères de la souche synthétique.
- **Noblanc A., Kocer A. et Drevet J. (2012).** Protection post-testiculaire des gamètes mâles contre les dommages radicalaires. *Médecine Science* ; 28 : 519 – 525.

-O-

- **Olson G.E. et Hinton B.T. (1985).** Regional differences in luminal fluid polypeptides of the rat testis and epididymis revealed by two-dimensional gel electrophoresis. *J. Androl.*, 6: 20–34.

**-P-**

- **Pariest C.C., Feinberg J.M., Dacheux J.L. et Weinman S.J. (1985).** Changes in calmoduline level and AMPc dependent protein kinase activity during epididymal maturation of spermatozoa. *J. Reprod. Fertil*; 74 : 105-112.
- **Piles M., Gianola D., Varona L. et Blasco A. (2003).** Bayesian inference about parameters of a longitudinal trajectory when selection operates on a correlated trait. *J. Anim. Sci* ; 81:24–2714.
- **Pinilla L., Aguilar E., Dieguez C., Millar R.P. et Tena-Sempere M. (2012).** Kisspeptins and reproduction: physiological roles and regulatory mechanisms. *Physiol. Rev.*, 92: 12.
- **Pollanen P. et Cooper T.G. (1994).** Immunology of the testicular excurrent ducts. *J. Reprod Immunol* ; 26 : 167-216.

**-R-**

- **Ramé, Alain, Sylvie T. et Héron N. (2007).** Anatomie et physiologie. Elsevier Masson SAS, paris : 592.
- **Ramos A.S. et Dym M. (1977).** Fine structure of monkey Epididymis. *Am J. Anat* ; 149: 501-531.
- **Rejraji H. et Drevet R. (2004).** Sécrétions apocrines dans le tractus génital mâle : Rôles potentiels dans la maturation des gamètes. *Andrologie* ; 14 : 22-33.
- **Ristic D., Brikic N.T. et Zalfija. (1999).** *Salvia officinalis L*, Bric D (ed) institute for medicinal plants Josif Panacic. Belgrade and Art Grafik Belgrad : 151-167.
- **Robaire B. et Hermo L. (1988).** Efferent ducts, epididymis, and vas deferens: structure, functions, and their regulation. *In The Physiology of Reproduction. Eds E Knobil . J. Neill. Raven Press, New-York.*: 999- 1080.
- **Robaire B. et Viger R.S. (1995).** Regulation of epididymal epithelial cell functions. *Biol Reprod* ; 52:226-236.
- **Robaire B., Syntin P., Jarvis K. Pineau C. et Saez J. (2003).** The coming of age of the epididymis. In J~gou B.eds. Testis, Epididymis and Technologies in the year. New-York, Springer-Verlag: 229-262.

- **Robaire B., Hinton B.T. et Orgebin-Crist M.C. (2006).** The epididymis. *In: Neill J.D. (ed.) Physiol. Reprod, New York* : 1071-1148.
- **Robert C. et Vincent P. (1995).** Biologie Physiologie Humaine. Edition Vuibert, Paris : 700.
- **Roger T. (2002).** Contribution à l'étude anatomique de L'appareil Uro-Genital mâle de la grandeau la code. Université Cheikh AntaDiop De Dakar : 20.
- **Roser J.F. (2008).** Regulation of testicularfunction in the stallion: an intricate network of endocrine, paracrine and autocrine systems. *Anim.Reprod.Sci.*, vol. 107 (3-4) : 179-196.
- **Roustan A. (1992).** l'amélioration génétique en France :le contexte et les acteurs :le lapin. INRA station d'amélioration génétiques des animaux BP 27 31326 Castanet-Tolosan Cedex).
- **Rowley M.J., Teshima F. et Heller C.G. (1970).** Duration of transit of spermatozoa through the human male ductular system. *Fertil. Steril.* 21 : 390–396.
- **Russel L.D et Griswold M.D. (1993).** The Sertoli cell. Cache River press, clear water, FL :826.

**-S-**

- **Sabbagh M. (1983).** Etude de la sexualité et de la reproduction du lapin domestique *Oryctolagus cuniculus* à des températures élevées en corrélation avec la régulation thermique, le comportement alimentaire et le fonctionnement thyroïdien et surrénalien en période d'adaptation au stress thermique. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université de DAKAR, Ecole Inter-Etats des Sciences et Vétérinaires : 113.
- **Saez, J.M. (1994).** Leydig cells: endocrine, paracrine, andautocrine regulation *.Endocr.Rev.,15 (5) :547-626.*
- **Saez F., Ouvrier A. et Drevet J.R. (2011).** Epididymis cholesterol homeostasis and sperm fertilizing ability. *Asian J. Androl.,13:* 11-17.
- **Samia Z., Meshreky., Arafa M.M. et Abo-Warda M.A .(2005).** Evaluation of male capabilities in V-line, Baladi Red Rabbits and their cross under the Egyptian environmental conditions. *In Proc.: 2nd Sci. Conf. Anim. Prod. Res. Inst., Egypt:* 681-693.
- **Schinckel A., Johnson R.K., Pumfrey R.A. et Zimmerman D.R. (1983).** Testicular growth in boars of different genetic lines and its relationship to reproductive performance. *J. Anim. Sci* ; 56 (5):1065–76.

- **Schulz R. W., Menting S., Bogerd J., França L.R. et Vilela D.A.R. (2005).** Sertoli cell proliferation in the adult testis—evidence from two fish species belonging to different orders. *Biology of reproduction* n; 73 (5): 891-898.
- **Seiler P., Cooper T. G. et Nieschlag E. (2000).** Sperm number and condition affect the number of basal cells and their expression of macrophage antigen in the murine epididymis. *Int. J. Androl* ; 23: 65-76.
- **Serre V. et Robaire B. (1999).** Distribution of immune cells in the epididymis of the aging Brown Norway rat is segment-specific and related to the luminal content. *Biol. Reprod.*,61: 705-714.
- **Setchell B.P., Maddocks S. et Brooks D.E. (1994).** Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. *The physiology of reproduction*: 1063-1175.
- **Sherwood Laurale. et Ectors Fabien.(2015).** *Physiologie humaine* .3eme éd. Louvaine –la-Neuve: De Boeck.
- **Siffroi J.P. (2001).** L'appareil génital masculin. Service d'Histologie, Biologie de la Reproduction et Cytogénétique Hôpital Teno: 1-45.
- **Skinner J.D. (1967).** Puberty in the male rabbit (Brief communication). *Journal of Reproduction and Fertility*; 14: 151-154.
- **Soranzo L., Dadoune J.P. et Fain-Maurel M.A. (1982).** Segmentation of the epididymal duct in mouse: an ultrastructural study. *Reprod. Nutr. Dev.*,22 : 999-1012
- **Soy A., Sahu R. et Rath S. (2016).** A Histomorphological study of the effect of Mint on the testes of albino RATS. *Journal of dental and medical sciences*: 32-35. sperm fertilizing ability. *Asian J Androl*; 13: 11-17.
- **Sullivan R. (2004).** Male fertility markers, myth or reality. *Anim. Reprod. Sci.*, 83: 341-347.
- **Sullivan R., Saez F., Girouard J. et Frenette G. (2005).** Role of exosomes in sperm maturation during the transit along the male reproductive tract. *Blood Cells MolDis*.

- **Takano H. (1980).** Qualitative and quantitative histology and histogenesis of the mouse epididymis, with special reference on the regional difference. *Acta Anat Nippon* ; 55 : 573-587.
- **Tegegne A., Entwistle K.W. et Mukasamugerwa E. (1991).** A quantitative histological study of testicular and epididymal development in boran and boran-x Friesian bulls in Ethiopia. *Theriogenology*; 35 5: 991-1000.
- **Theau-clemen M. (2005).** Préparation de la lapine à l'insémination : analyse bibliographique. 11ème journées de la recherche cunicole, Paris: 9-30, 67-82.
- **Thibault C. et Levasseur M.C. (2001).** La reproduction chez les mammifères et l'homme. *Nouvelle édition, éd. Ellipses (Paris): 258-260-276.*
- **Tilbrook A.J. et Clarke I.J. (2001).** Negative feedback regulation of the secretion and actions of gonadotropin-releasing hormone in males. *Biology of reproduction*; 64, issue 3,1 : 735-742.
- **Tortora A. et Gerard J. (2007).** Principe d'anatomie et de physiologie. Edition de boeck. Canada : 1341.
- **Tortora G.J., Grabowski S.R. et Parent J.C. (1995).** Biologie humaine Cytogénétique régulation-reproduction. Edition CEC, collégial et universitaire : 311-322.
- **Trasler J.M., Hermo L. et Robaire B. (1988).** Morphological changes in the testis and epididymis of rats treated with cyclophosphamide .a quantitative approach. *Biol.Reprod.*, 38: 463-479.
- **Turner RM. (2003).** Tales from the tail: what do we really know about sperm motility. *J. Androl* ; 24(6):790-803.

-V-

- **Vacheret N. (1999).** Histologie fonctionnelle des organes. Faculté de Médecine. Laennec.-Université Claude Bernard - Lyon 1 France: 1-4.
- **Veri J. P., Hermo L. et Robaire B. (1993).** Immunocyto chemical localization of the Yf subunit of glutathione S-transferase P shows regional variation in the staining of epithelial cells of the testis, efferent ducts, and epididymis of the male rat. *J. Androl*; 14: 23-44.
- **Vézinhet A. (1968).** Effets de l'hypophysectomie sur la croissance pondérale du lapin. *Acad SciSer*; 266: 2348-2351.

- **Vigueras-Villasenor R.M., Montelongo-Solís P., Chávez-Saldana M.D., Gutiérrez-Pérez O., Arteaga-Silva M. et Rojas-Castaneda J.C. (2013).** Postnatal testicular development in the Chinchillarabbit. *Acta. Histochemica* : 9.

-W-

- **Wargo M.J. et Smith E.F. (2003).** Asymmetry of the central apparatus defines the location of active microtubule sliding in chlamydomonas flagella. *ProcNathAcadSciUSA*; 100(1): 137- 142.
- **Welsch U. (2002).** Précis D'histologie. Cytologie, Histologie, Anatomie Microscopique. *Ed. Médicales internationales, Tournai (Belgique)*: 260.
- **Wosnitzer M.S. et Paduch D.A. (2013).** Endocrinological issues and hormonal manipulation in children and men with Klinefelter syndrome. *Am J Med Genet C Semin Med Genet* ; 163. (1):16-26.
- **Wrobel K.H. (1990).** Male reproduction system. 2<sup>ème</sup> Ed In: Textbook of Veter. Histo, France: 665.

-Y-

- **Yayaoui M. (2018).** Obtention du Diplôme de Master. Etude préliminaire sur l'effet de l'huile essentielle « *Mentha piperita* » sur la structure histologique des épидидymes des lapins mâle « *Oructolagus cuniculus* » de la souche synthétique pubères et prépubères (3 et 5 mois).
- **Yeung C.H., Sonnenberg-Riethmacher E. et Cooper T.G. (1998).** Receptor tyrosine kinase crosknock out mice as a model for the study of epididymal regulation of sperm function. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 53:137-147.
- **Ying S.Y. (1988).** Inhibins, activins, and follistatins: gonadal proteins modulating the secretion of follicles stimulating-hormone. *Endocrinology Rev* ; 9 : 267-293
- **Young B., Heath J.W., Lowe J. et Stevens A. (2008).** Histologie fonctionnelle de Whaeter. De Boeck université : 467.

## *Annexes*

**Annexe 1 : Fiche technique d'histologie**

**Fiche technique N° 1 :**

**Bouin hollandaise** : fixateur (GABE, 1968)

Broyer à froid dans un mortier :

Acétate de cuivre ..... 2,5 g

Eau distillée..... 100 ml

Agiter puis ajouter peu à peu :

Acide picrique..... 4 g

Le liquide se conserve indéfiniment.

Filtrer après complète dissolution et ajouter :

Formaldéhyde 36- 40% (en solution saturée)..... 10ml

Acide acétique cristallisable..... 1ml

**Fiche technique N° 2 :**

**Eau gélatinée de Masson** (MARTOJA et MARTOJA, 1967).

Gélatine en poudre .....0,1 à 0,5g

Eau distillée..... 100 ml

Verser la poudre dans l'eau distillée et laisser gonfler pendant un moment puis tiédir sur une platine chauffante.

Conservation limitée.

**Fiche technique N° 3 :**

**Trichrome de Masson** (MARTOJA et MARTOJA, 1967)

Mode opératoire :

Les coupes déparaffinées hydratées passent successivement dans :

L'hématoxyline de Groat.. ..... 3 minutes.

Lavage à l'eau courante ..... 5 minutes.

Mélange fuchsineponceau ..... 5 minutes.

Eau acétifiée à 1% ..... Rinçage.

Orange G ..... 5 minutes.

Eau acétifiée à 1% ..... Rinçage.

Vert lumière ..... 5 minutes.

## Annexes

---

Eau acétifiée à 1% ..... Rinçage.

Ensuite les coupes sont déshydratées et montées au baume de Canada.

### Résultats :

Les noyaux sont colorés en brun noir.

Les cytoplasmes en rouge vif ou bleu.

### Hématoxyline de Groat (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :

#### Préparation à froid :

Première solution : Acide sulfurique concentré.....0,8 ml  
Alun de fer.....1g Eau  
distillée.....50 ml

Deuxième solution :

Hématoxyline.....0,5g  
Alcool à 95° .....50 ml

Après dissolution, mélanger les deux solutions, laisser reposer pendant une heure et filtrer.  
Se conserve pendant trois mois environ.

### Mélange fuchsine acide ponceau (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :

#### Préparation à froid :

Fuchsine acide.....0,1g  
Ponceau.....0,2g Eau  
distillée.....300 ml

Après dissolution ajouter :

Acide acétique.....0,6 ml

Conservation illimitée

### Orange G (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :

Acide phosphomolybdique ou phosphotungstique.....3 à 5g Eau  
distillée.....100 ml Orange  
G.....2g

Conservation illimitée

## Annexes

---

**Vert lumière** (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :

Vert lumière.....	1g
Eau distillée.....	100 ml
Acide acétique.....	0,2 ml

Conservation illimitée

## Résumé

Cette étude porte sur les effets de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* à deux doses différentes sur des paramètres macroscopique (poids corporel, poids et volume testiculaire et épididymaire) et microscopique (études histologique) du lapin mâle prépubère appartenant à la population locale. Notre étude porte sur 17 lapins répartis en 3 lots différents dont 1 lot témoin et 2 lots expérimentaux traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale aux doses respectives de 200 µl/Kg et 400 µl/Kg. Les animaux ont été pesés puis traités par cette l'huile essentielle par voie orale en une seule prise. Une semaine après le traitement, les lapins ont été sacrifiés et disséqués, les testicules et épididymes ont été prélevés, dégraissés, pesés puis fixés dans la solution de Bouin Holland pour effectuer une étude histologique. Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins, avec des valeurs plus importantes chez ceux trait par la dose 2 (400 µl/kg). Cependant, Sur le plan histologique la Sauge officinale induit une variabilité microscopique importante chez les lapins traités par la dose 2 et la dose 1, tels que l'apparition des 1<sup>ère</sup> spermatozoïdes allongés dans quelques tubes séminifères dont le nombre est plus grand respectivement chez les lapins traités à la dose 2 puis à la dose 1 par rapport aux témoins. Tandis qu'aux niveaux épididymaires il y'a apparition des sécrétions épididymaire dans la lumière et un épithélium prismatique pseudostratifié riche en stérocils. Ces résultats suggèrent que l'huile essentielle de la sauge officinale utilisées aurait un effet positif sur la fonction reproductrice masculine (développement des testicules et épididymes), la spermatogenèse et sur la fertilité des lapins mâles prépubères.

**Mots clés:** huile essentielle, Sauge officinale, testicule, épididyme, lapin mâle prépubère, reproduction, fertilité.

## Abstract

This study examines the effects of *Salvia officinalis* essential oil at two different doses on macroscopic (body weight, testicular and epididymal weight and volume) and microscopic (histological studies) of the prepubertal male rabbit belonging to the local population. Our study involved 17 rabbits divided into 3 different batches, including 1 control batch and 2 experimental batches treated with the essential oil of officinal sage at the respective doses of 200 µl / Kg and 400 µl / Kg. The animals were weighed and then treated with this essential oil orally in a single dose. One week after the treatment, the rabbits were sacrificed and dissected, the testes and epididymis were removed, degreased, weighed and then fixed in Bouin Holland's solution to perform a histological study. The results obtained show that the macroscopic parameters are higher in the treated rabbits compared to the controls, with higher values in those treated with dose 2 (400 µl / kg). However, histologically, officinal sage induces significant microscopic variability in rabbits treated with dose 2 and dose 1, such as the appearance of the 1st elongated spermatozoa in a few seminiferous tubes, the number of which is greater respectively in rabbits. Treated at dose 2 then at dose 1 relative to controls. While at the epididymal levels there is an appearance of epididymal secretions in the lumen and a pseudostratified prismatic epithelium rich in stereocilia. These results suggest that the essential oil of officinal sage used may have a positive effect on male reproductive function (development of the testes and epididymis), spermatogenesis and on the fertility of prepubertal male rabbits.

**Key words:** essential oil, sage, testis, epididymis, prepubescent male rabbit, reproduction, fertility.