



République Algérienne Démocratique et populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud MAMMERI 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 (BPR).

# ***Thème***

Effets de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L.  
à deux doses (200 $\mu$ l/Kg et 400 $\mu$ l/Kg) sur la structure  
gonadiques des lapins mâle prépubères de la population  
locale.

Présenté par : M<sup>lle</sup> HADJ RAMDANE NAIMA

M<sup>lle</sup> TALEB SAKINA

*Soutenu devant le jury composé de*

Présidente	Mme. MEDJEDOUB-BENSAAD F.	Professeur	UMMTO
Promotrice	Mme. LAKABI-AHMANACHE L.	MCA	UMMTO
Co-Promtrice	Mme. AKDADER S.	MCB	UMMTO
Examineur	Mr. KHEDDACHE A.	MCB	UMMTO

2020/2021

# Remerciements

*On remercie Allah. Grand et miséricordieux. Le tout puissant pour le courage qu'il nous a donné pour mener ce travail à terme.*

*On tient à exprimer nos sincères remerciements et profond respect à notre promotrice **Mme. LAKABI-AHMANACHE L.** Maître de Conférences classe A à l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou qui nous a fait l'honneur d'accepter de nous diriger tout au long de notre travail, pour sa patience, son aide, sa disponibilité, sa gentillesse et surtout ses judicieux conseils.*

*Nous tenons également à remercier **Mme. AKDADER S.** Maître de Conférences B, d'avoir accepté d'être notre Co-promotrice, nous sommes reconnaissants pour le temps que vous nous aviez accordé pour qu'on puisse mener le travail à terme.*

*Je voudrais aussi remercier **Mme. MEDJDOUB-BENSAAD F.** Professeur à l'UMMTO d'avoir fait l'honneur de présider le jury de cette soutenance et pour son accueil dans son laboratoire, mes sincères remerciements et mon immense gratitude.*

*On exprime notre reconnaissance à **Mr. KHEDDACHE A.** Maître de Conférences B à l'UMMTO, merci d'avoir accepté d'évaluer notre travail.*

*Nous tenons également à remercier du fond du cœur le propriétaire d'élevage de lapins à Djebba **Mr. Brahim** et toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

## *Dédicaces*

*Avant tout je tiens à remercier Allah le tout puissant pour m'avoir donnée la force, la volonté, la santé et la patience pour mener à terme ce modeste travail que je dédie.*

*A la lumière de mes yeux, ma raison d'être, ma raison de vivre, ma très chère mère **chabha** qui m'apporté son appui durant toutes mes années d'étude, Pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité, Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne serait exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices et les efforts que tu n'as jamais cessé de me donner.*

*A mon très cher père, **Amar** en signe de reconnaissance et de gratitude pour tous les soutiens, les sacrifices, la tendresse et les prières tout au long de mes études, Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, et le respect que j'ai toujours eu pour toi.*

*A mes très chères sœurs surtout **Ouarda** et frères : les mots ne Suffisent guère pour exprimer leur grand amour, leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, Vous êtes mes fidèles accompagnants dans les moments les Plus délicats.*

*A ma chère amie et binôme **Sakina** pour tous ses efforts, ça patience persévérance qui a permet de réaliser ce travail merci pour tout.*

*A toute ma famille et mes très chères amis Sans oublie tous les professeurs que ce soit de primaire, du moyen, du secondaire, ou de l'enseignement supérieure.*

*"I've **learned** that I **still** have a lot to learn"*

*Naima*

## *Dédicaces*

*Je tiens tous d'abord à remercier le bon Dieu de m'avoir aidé à réaliser ce mémoire.*

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

*À mon très cher papa **Mohammed**,*

*Qui m'a toujours motivé et poussé dans mes études, merci d'être le père que tu es, de croire en moi, merci pour ton soutien, tous tes sacrifices.*

*À ma très chère maman **Karima**,*

*Qui m'a toujours encouragé, merci pour ton amour, ton affection et ta bienveillance, ta présence à mes côtés a toujours été une source de force.*

*Ces quelques lignes ne suffisent pas à faire une belle phrase digne de vous, je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain.*

*À mes deux chers frères,*

***Salim** et **Walid** qui ont toujours cru en moi merci pour votre soutien.*

*À ma famille,*

*Mes grands-parents, ma tante **Lilia**, et tous mes proches.*

*À mes très chers amis,*

*Avec lesquels j'ai pu partager des moments de bonheur uniques **Moumouh**, **Amnay**, **Abdo**, **Dyhia**, **Zohra**, un grand merci pour vous.*

*À ma chère amie et binôme **Naima**,*

*Pour tous ses efforts, sa patience persévérance qui a permis de réaliser ce travail merci pour tout.*

*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.*

**T. SAKINA**

## Liste des figures et des tableaux

---

### Liste des figures :

<b>Figure 1 :</b> Appareil génital du lapin mâle (Barone et <i>al.</i> , 1973) .....	3
<b>Figure 2 :</b> Structures intra-testiculaires (Muller et Clos, 1997) .....	5
<b>Figure 3 :</b> Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007) ...	6
<b>Figure 4 :</b> Schéma de l'ultra structure de la cellule de Sertoli (Fawcett, 1975).....	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).....	13
<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) .....	19
<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).....	22
<b>Figure 12 :</b> Les étapes de la spermiogénèse (Gayrard, 2007) .....	23
<b>Figure 13 :</b> La stéroïdogenèse dans les cellules de Leydig (Annick, 2014).....	25
<b>Figure 14 :</b> Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Rejraji et Drevet 2004).....	28
<b>Figure 15 :</b> Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (Saint-Dizier et <i>al.</i> , 2014).....	30
<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> , 2000) .....	31
<b>Figure 17 :</b> Lapin âgés de trois mois issus d'un élevage cunicole privé de Djebbla (Originale, 2021).....	36
<b>Figure 18 :</b> distribution de <i>Pistacia lentiscus</i> L. (Saghir <i>al.</i> , 2006) .....	37
<b>Figure 19 :</b> Feuilles et fruits de <i>P. lentiscus</i> L. (Douissa, 2004).....	37
<b>Figure 20 :</b> Lapin pesé puis administration de l'huile essentielle de Lentisque pistachier par voie orale (Originale, 2021) .....	40

## Liste des figures et des tableaux

---

<b>Figure 21:</b> Sacrifice du lapin (Originale, 2021) .....	40
<b>Figure 22 :</b> photographie de la dissection, prélèvement des épидидymes et testicules ainsi que leur pesée, évaluation du volume et fixation (Originale, 2021) .....	41
<b>Figure 23 :</b> Fixation des organes par fixateur Bouin Hollande sublimé (Originale, 2021).....	43
<b>Figure 24 :</b> Bains d'alcool et de xylène de la circulation (Originale, 2021) .....	43
<b>Figure 25 :</b> Appareil de circulation de laboratoire .....	44
<b>Figure 26 :</b> Organe placé dans des moules a paraffine (Originale, 2021).....	45
<b>Figure 27 :</b> Dispositif de la coupe, microtome .....	45
<b>Figure 28 :</b> Bains d'alcool et de xylène de la circulation (Originale, 2021) .....	46
<b>Figure 29 :</b> Une série d'une coloration topographique.....	46
<b>Figure 30 :</b> Montage lame lamelle (Originale, 2021).....	47
<b>Figure 31 :</b> Photographie de l'observation des lames .....	48
<b>Figure 32 :</b> Poids corporel des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier à deux doses différentes (200/400µl/Kg) .....	49
<b>Figure 33 :</b> Représentation graphique du poids moyenne des testicules gauches et droits des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée .....	50
<b>Figure 34 :</b> Poids testiculaire total en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée.....	51
<b>Figure 35 :</b> Poids relatif testiculaires des lapins âgés de 3 mois .....	52
<b>Figure 36 :</b> Volume testiculaires des lapins âgés de 3 mois.....	53
<b>Figure 37 :</b> Volume testiculaires gauches et droits des lapins âgés de 3 mois.....	54
<b>Figure 38 :</b> Poids épидидymaire total en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée .....	54
<b>Figure 39 :</b> Représentation graphique du poids moyenne épидидymaire gauches et droits des lapins âgée de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée .....	55
<b>Figure 40 :</b> Poids relatif épидидymaire des lapins âgés de 3 mois .....	56
<b>Figure 41 :</b> Volume épидидymaire total en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée .....	57

## Liste des figures et des tableaux

---

<b>Figure 42</b> : Volume testiculaires gauches et droits des lapins âgés de 3 mois.....	58
<b>Figure 43</b> : Microscopie de coupe histologique au niveau de testicule des lapins témoins âgés de 3 mois après coloration de trichrome Masson au grossissement (10*40).....	59
<b>Figure 44</b> : Microscopie de coupe histologique au niveau de testicule des lapins traités âgés de 3 mois après coloration de trichrome de Masson au grossissement (10*40).....	60
<b>Figure 45</b> : Microscopie de coupe histologique au niveau de l'épididyme des lapins témoins âgés de 3 mois après coloration de trichrome Masson au grossissement (10*40).....	61
<b>Figure 46</b> : Microscopie de coupe histologique au niveau de l'épididyme des lapins traités âgés de 3 mois après coloration de trichrome Masson au grossissement (10*40).....	62

### Liste des tableaux :

<b>Tableau 1</b> : Classification taxonomique de <i>Pistacia lentiscus</i> L. (Ansari et <i>al.</i> , 2012).....	38
<b>Tableau 2</b> : Les composants de l'huile essentielle des feuilles et les résines de <i>Pistacia lentiscus</i> L. (Amhamdi et <i>al.</i> , 2009).....	38

# Abréviations

**CDS** : Développement complet de la spermatogénèse

**Cytochrome P450scc** : Enzyme de clivage du cholestérol.

**DHT** : dihydrotéstostérone

**DS** : Début de la spermatogénèse

**EGF**: Epidermal growth factor.

**EM**: Eminence médiane.

**EP** : Epididymosomes

**ESM** : l'erreur standard à la moyenne

**FSH** : Follicle Stimulating Hormone.

**GnRH**: Gonadotropin releasing hormone.

**HCG**: Androgen Binding Protein.

**IGF**: Insuline growth factor.

**ILC** : Compartiment intra-Liminal

**LH**: Luteinizing Hormone.

**LHRH**: Luteinizing Hormone Releasing Hormone.

**M** : Dégénérescence des canaux de Müller

**NADPH**: Nicotinamide adénine dinucleotide phosphate.

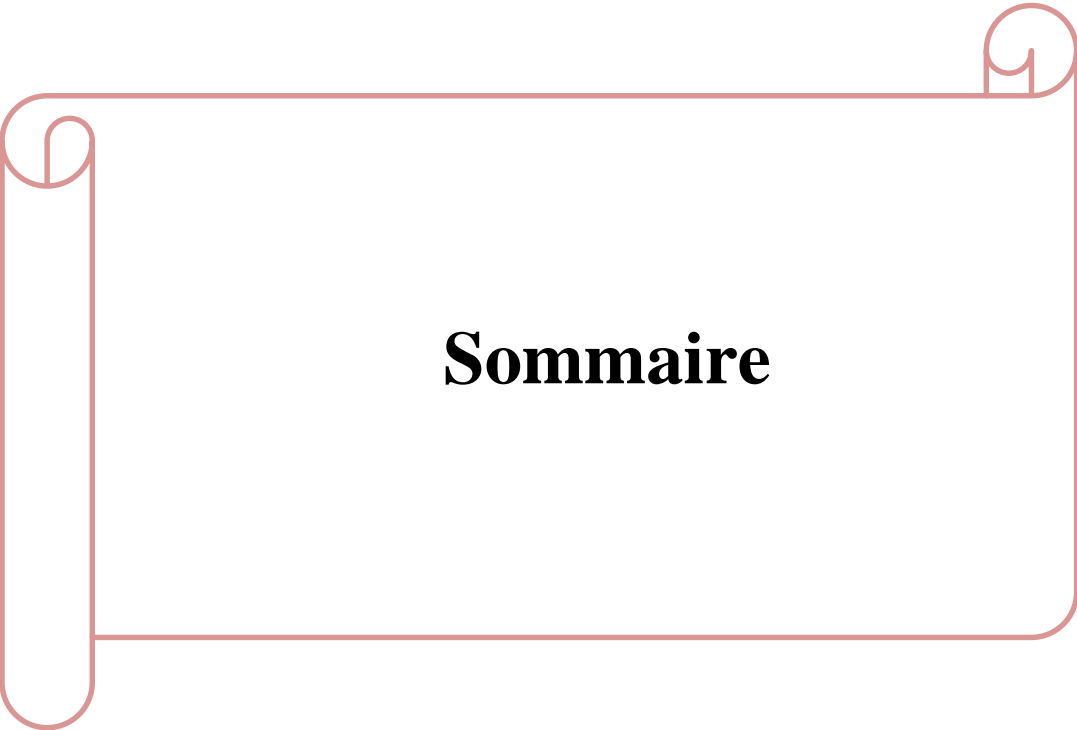
**ONAB** : Office National de l'Aliment de Bétail

**Protéine StAR**: Steroidogenic acute regulatory protein.

**RS** : Premiers rapports sexuels.

**TGF**: Transforming growth factor.

**TNF**: Tumor necrosis factor.



**Sommaire**

# Sommaire

Liste des figures et des tableaux

Liste d'abréviation

**Introduction ..... 1**

## **CHAPITRE I : Rappels anatomiques et histologiques de l'appareil génital mâle**

1. Appareil génital mâle .....	3
1.1. Testicule .....	4
1.2. Anatomie .....	4
1.3. Histologie .....	4
1.3.1. Tube séminifère.....	5
1.3.1.1. Cellules de Sertoli .....	6
1.3.1.2. Cellules germinales .....	7
1.3.1.2.1. Spermatogonies .....	7
1.3.1.2.2. Spermatocytes .....	8
1.3.1.2.3. Les spermatides .....	8
1.3.1.2.4. Spermatozoïdes .....	8
1.3.2. Tissu interstitiel.....	10
2. Epididyme .....	10
2.1. Anatomie .....	10
2.2. Histologie .....	12
2.2.1. Lumière du canal épидидymaire.....	12
2.2.2. Epithélium épидидymaire .....	12
2.2.2.1. Cellules principales .....	12
2.2.2.2. Cellules basales .....	13
2.2.2.3. Cellules en halos.....	14
2.2.2.4. Cellules claires .....	14
2.2.2.5. Cellules apicales.....	15

# Sommaire

2.2.2.6. Cellules étroites .....	15
3. Canal déférent .....	15
4. Urètre.....	16
5. Glandes annexes.....	16
5.1. Vésicule séminale.....	16
5.2. Glande vésiculaire (pro prostate ou prostate craniale) .....	16
5.3. Prostate .....	16
5.4. Glandes para prostatiques.....	17
5.5. Glande de Cowper .....	17
6. Pénis .....	17

## CHAPITRE II : Physiologie de la reproduction

1. Développement des gonades et puberté .....	18
2. Développement pondéral.....	19
3. Développement comportemental.....	20
4. Maturation sexuelle .....	20
4.1. Phase infantile .....	20
4.2. Phase prépubère.....	20
4.3. Puberté.....	21
4.4. Maturité sexuelle .....	21
5. Fonctions physiologiques du testicule.....	21
5.1. Spermatogenèse.....	21
5.1.1. Spermatocytogenèse .....	22
5.1.2. Méiose .....	23
5.1.3. Spermiogénèse .....	23
5.2. Stéroïdogenèse .....	24
6. Fonctions physiologiques de l'épididyme.....	25
6.1. Maturation des spermatozoïdes .....	25

# Sommaire

6.2. Acquisition de la motilité .....	26
6.3. Protection .....	26
6.4. Stockage .....	26
7. Mode de sécrétion de l'épididyme .....	27
7.1. Sécrétion mérocrine.....	27
7.2. Sécrétion apocrine .....	27
8. Régulation endocrinienne de la fonction de reproduction chez les lapins .....	28
8.1. Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique .....	28
8.1.1. Au niveau hypothalamique.....	28
8.1.2. Au niveau hypophysaire.....	29
8.1.3. Au niveau gonadique.....	29
8.2. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule .....	29
8.3. Régulation des fonctions de l'épithélium épididymaire.....	31
9. Influence des facteurs de l'environnement sur la reproduction des lapins.....	32
9.1. Température .....	32
9.2. Saison .....	32
9.3. Eclairage.....	32
9.4. Humidité (l'hygrométrie) .....	33
9.5. Alimentation.....	33
9.6. Age .....	33
9.7. Etat sanitaire .....	34
9.8. Effet des huiles essentielles.....	34

## CHAPITRE III : Matériel et méthodes

1. Matériels et méthodes.....	35
1.1. Modèle animal.....	35
1.2. Model Végétale .....	36
1.2.1. Généralités sur <i>Pistacia lentiscus L</i> .....	36

## Sommaire

1.2.2 Description botanique de <i>Pistacia lentiscus</i> L .....	37
1.2.3. Taxonomie et classification botanique de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	38
1.2.4. L’Huile essentielle de Lentisque pistachier .....	38
2. Expérimentation .....	39
3. Protocole expérimental.....	39
3.1. Pesée et administration de l’huile essentielle.....	39
3.2. Sacrifices et prélèvements.....	40
3.3. Étude histologique.....	42
3.4. Fixation des échantillons.....	42
3.5. Déshydratation et éclaircissement.....	43
3.6. Imprégnation .....	43
3.7. Inclusion.....	44
3.8. Confection des coupes.....	45
3.9. Déparaffinage et réhydratation.....	45
3.10. Coloration topographique.....	46
3.11. Montage.....	47
3.12. Observation des lames.....	47
4. Etude statistique .....	48

### CHAPITRE VI : Résultats et discussion

1. Résultats de l’étude macroscopique .....	49
1.1. Évolution du poids vif des animaux .....	49
1.2. Poids testiculaire .....	50
1.2.1. Poids testiculaires gauches et droits .....	50
1.2.2. Poids testiculaire total .....	51
1.2.3. Poids relatifs testiculaire à 100g de poids corporels .....	51
1.3. Volume testiculaire totale.....	52
1.3.1. Volume testiculaires gauches et droits .....	53

# Sommaire

1.4. Poids épидидymaire totale des lapins .....	54
1.4.1. Poids épидидymaire gauches et droits .....	55
1.4.2. Poids relatifs épидидymaire à 100g de poids corporels.....	55
1.5. Volume totale épидидymaire .....	56
1.5.1. Volume épидидymaire gauches et droits .....	57
2. Résultats de l'étude microscopique.....	58
2.1. Étude histologique des structures testiculaires des lapins témoin.....	58
2.2. Étude histologique des structures testiculaires des lapins traités .....	59
2.3. Étude histologique des structures épидидymaires des lapins témoin .....	60
2.4. Étude histologique des structures épидидymaires des lapins traités.....	61
3. Discussion .....	63
3.1. Paramètres macroscopique .....	63
3.2. Paramètres microscopiques .....	64
<b>Conclusion.....</b>	<b>67</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>68</b>
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	



# **Introduction**

## Introduction

---

En Algérie les productions animales sont de plus en plus diversifiées mais leurs performances restent toujours insuffisantes pour combler le déficit en protéines animales, le développement de la cuniculture constitue une alternative intéressante pour diminuer ce déficit. Or, le lapin présente plusieurs caractéristiques biologiques intéressantes concernant sa productivité et reproductivité. En effet il est caractérisé par un cycle biologique très court (30 jours de gestation), une prolificité très élevée 40 à 45 lapereaux par lapine et par an (Lebas et *al.*, 1996), une transformation des protéines végétales en protéines animales très importante (20%), une grande production de viande (60 à 65Kg/lapine/an) à tous cela s'ajoute sa valeur nutritionnelle et ces qualités diététiques.

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

Le testicule est constitué principalement de tubes séminifères où se déroulent la spermatogénèse et du tissu interstitiel riche en cellules de Leydig. Cette dernière synthétise et libère les androgènes, principalement la testostérone, jouant un rôle dans le maintien de spermatogénèse (Curtis et Amann, 1981 ; Eurell et Frappier, 2006).

L'épididyme qui 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 les processus de reproduction chez le lapin peuvent être influencés par plusieurs paramètres tels que l'environnement, les conditions d'élevages, ainsi que par plusieurs substances telles que les huiles essentielles. En effet, les huiles essentielles sont des produits aromatiques riches en phyto-œstrogène. Ces composés sont susceptibles de modifier le processus physiologique de la reproduction soit en l'améliorant ou en le perturbant (El Kalamouni, 2010).

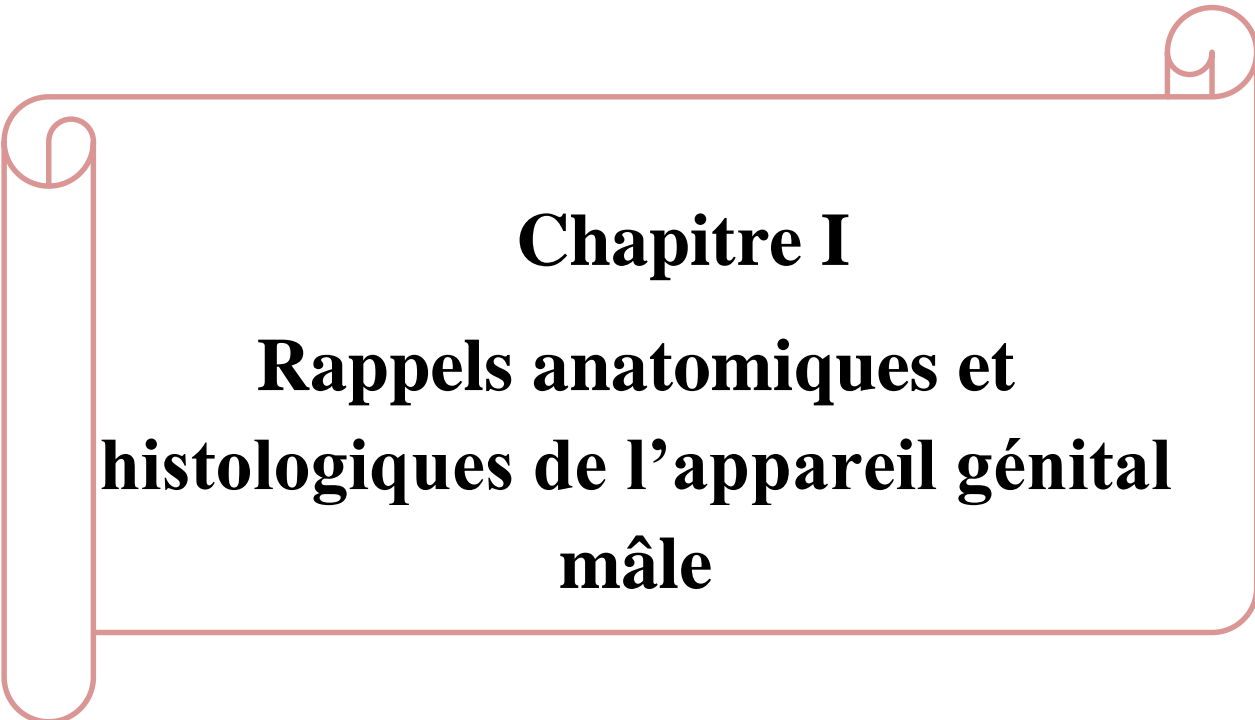
De ce fait l'objectif de notre travail est de déterminer les effets de l'huile essentielle de *Lentisque pistachier* à deux doses différentes sur les paramètres macroscopiques et microscopiques des gonades.

Pour mieux cerner l'objectif dans lequel s'inscrit ce sujet de mémoire, nous avons subdivisé notre travail en quatre chapitres principaux, le premier abordera des rappels sur

## Introduction

---

l'appareil reproducteur mâle du lapin, le deuxième présentera la physiologie de la reproduction, le troisième sera consacré pour l'étude expérimentale au cours de laquelle a été testé l'huile essentielle afin de voir leur efficacité chez les lapins, le quatrième chapitre présentera les résultats obtenus lors de notre expérimentation et leur discussion, en fin le tout étant clôturé par une conclusion globale ainsi qu'un ensemble de perspectives.



**Chapitre I**

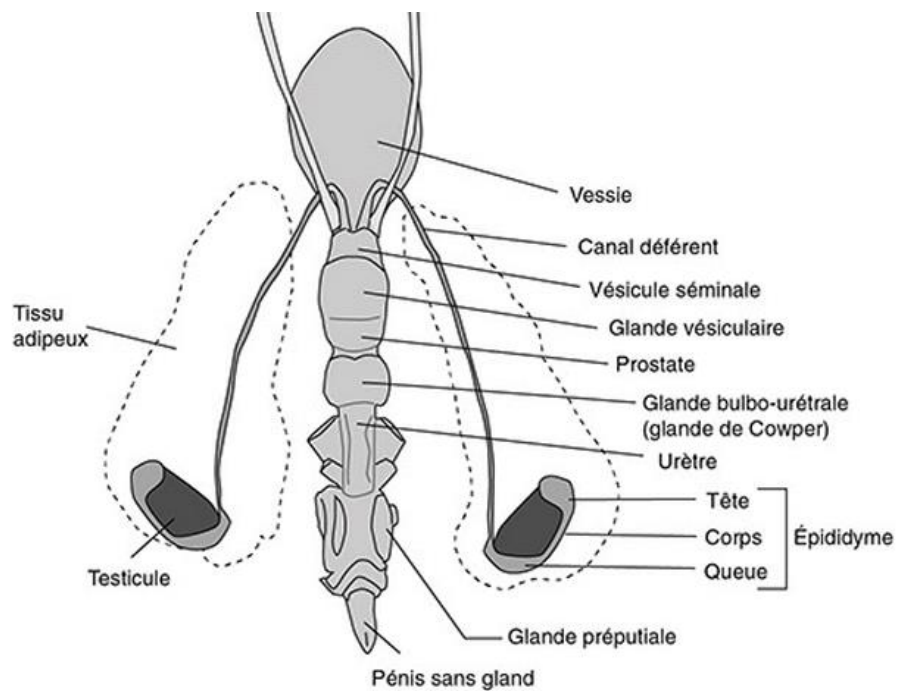
**Rappels anatomiques et  
histologiques de l'appareil génital  
mâle**

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).

### 1.2. 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 3,5 cm de longueur, 1 à 1,5 cm de largeur, 1 à 1,3 cm d'épaisseur et pesant 1,5 à 2 g. 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).

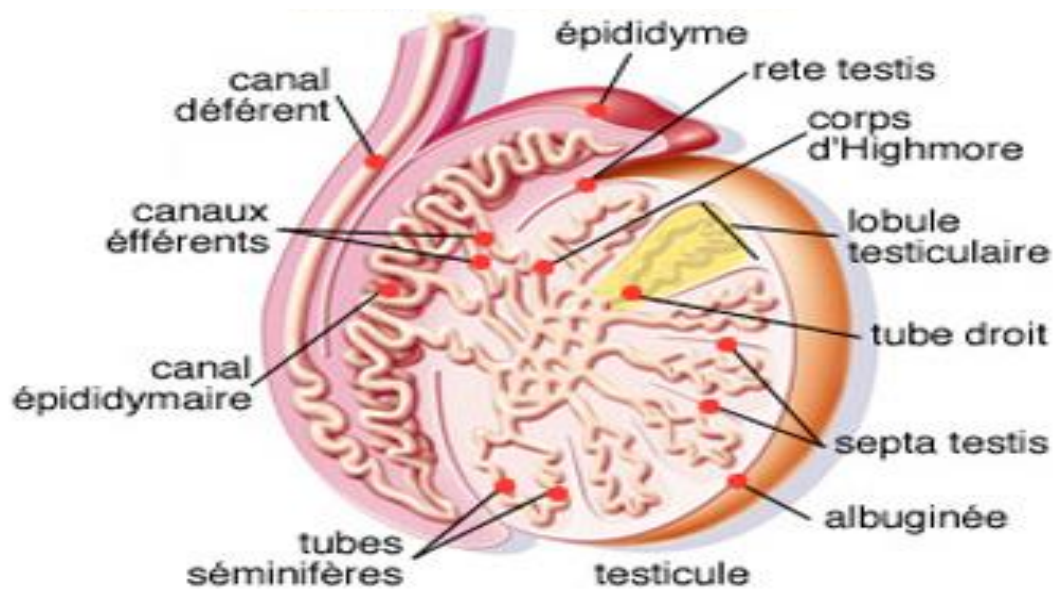
Le lapin est alternativement exorchide lorsque les testicules montent dans la cavité abdominale sous l'effet de frayeur, ou énorchide lorsqu'ils redescendent dans les bourses grâce à un tissu musculaire appelé crémaster (Boussit, 1989 ; Barone, 2001).

### 1.3. 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.

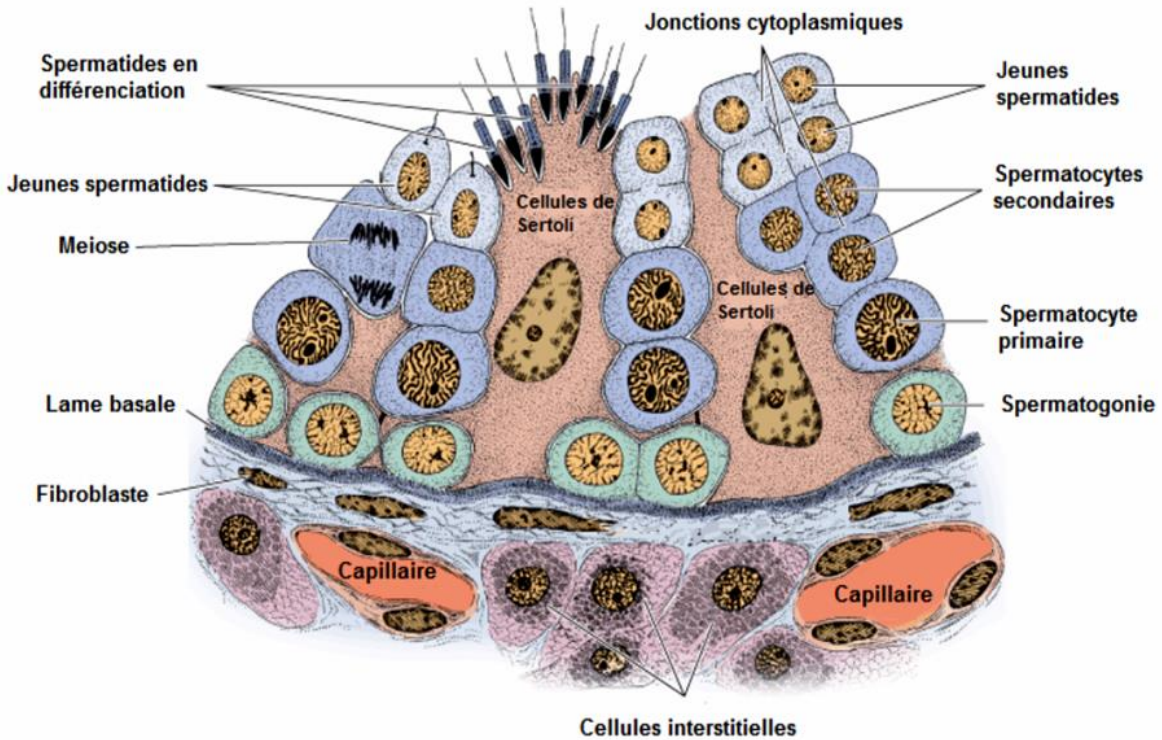


**Figure 2:** Structures intra-testiculaires (Muller et Clos, 1997).

### 1.3.1. 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 le « *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).

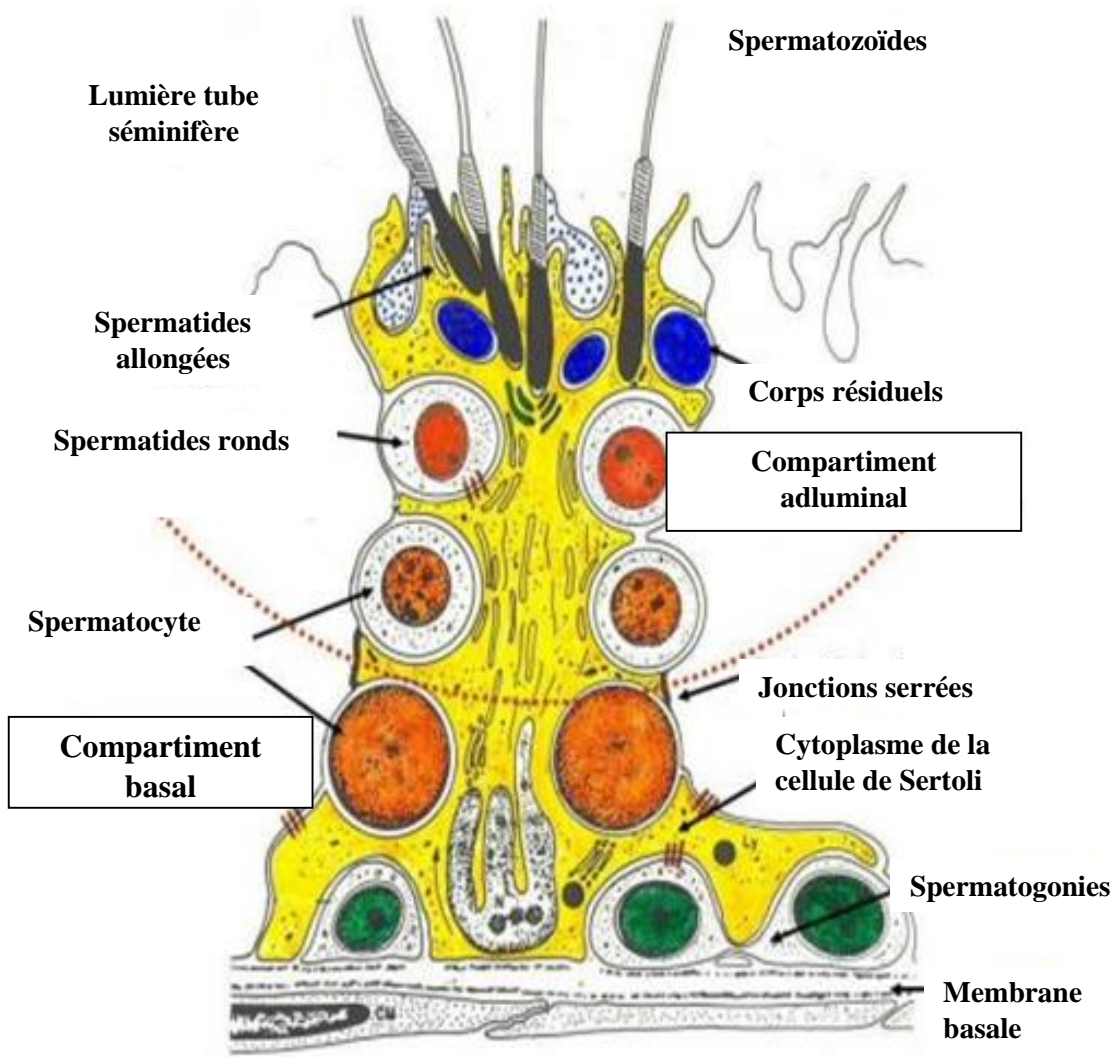


**Figure 3** : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007).

### 1.3.1.1. 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).



**Figure 4:** Schéma de l'ultra structure de la cellule de Sertoli (Fawcett, 1975).

### 1.3.1.2. Cellules germinales

Tous les types de cellules germinales se présentent et s'organisent en plusieurs assises au niveau de l'épithélium séminifère, à savoir ; les spermatogonies, les spermatocytes de premier ordre ou spermatocytes I, les spermatocytes de deuxième ordre ou spermatocytes II, les spermatides et les spermatozoïdes (Vacheret, 1999 ; Siffroi, 2001).

#### 1.3.1.2.1. 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.

#### 1.3.1.2.2. 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.

#### 1.3.1.2.3. Les spermatides

sont des cellules haploïdes de petite taille, ovoïdes avec un noyau rond et clair contenant un ou deux masses nucléaires 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).

#### 1.3.1.2.4. Spermatozoïdes

Les spermatozoïdes, résultat final de la spermatogenèse, 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 (Figure 5). Le spermatozoïde mûr est une cellule allongée de 55 à 57  $\mu\text{m}$  de longueur chez le lapin (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 de 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 µm 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 µm de longueur qui comporte le filament axial (Barone, 2001 ; Wargo et Smith, 2003; Turner, 2003).

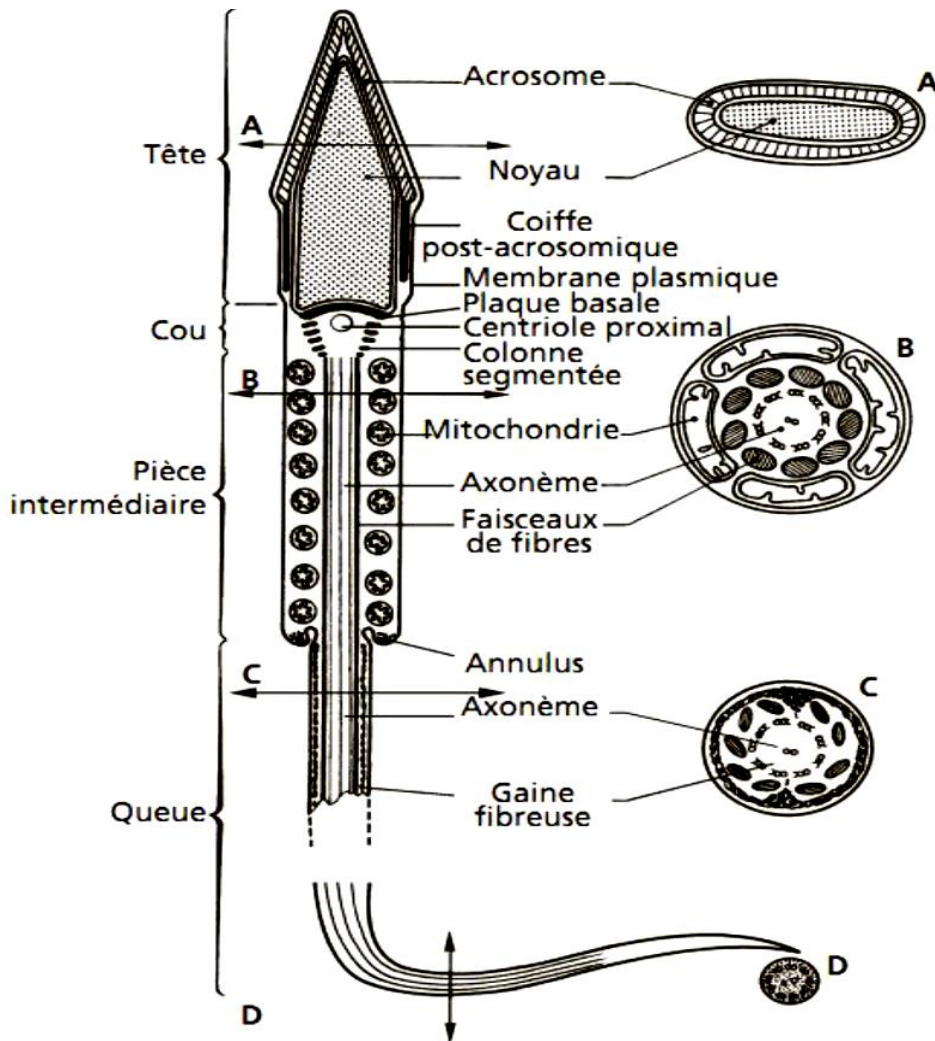


Figure 5: Schéma du spermatozoïde de mammifère (Le Moigne et Foucrier, 2009).

### 1.3.2. 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 septes 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 essentielle pour la spermatogenèse et la masculinisation et l'apparition des caractères sexuels primaires et secondaires (Dizier et Maillard, 2014).

## 2. Epididyme

### 2.1. Anatomie

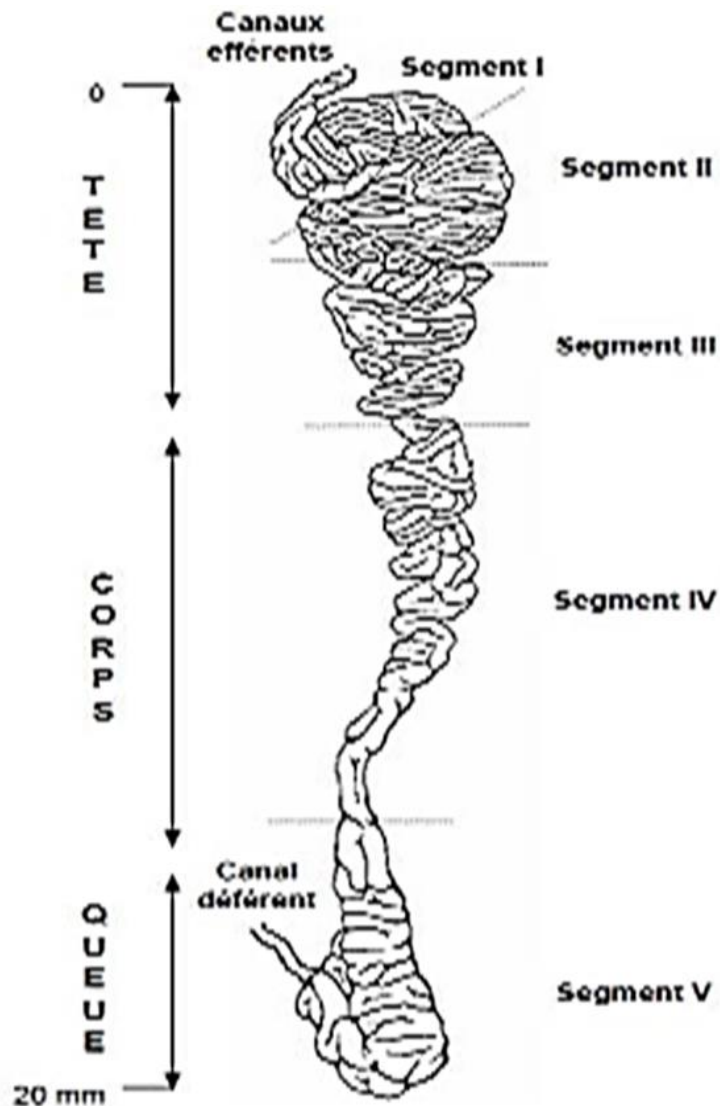
L'épididyme, organe du tractus génital mâle, est accolé à la face postérieure du testicule et relie les canaux efférents au canal déférent. Chez les mammifères, c'est un long tubule unique fortement contourné dont la taille varie selon les espèces, il mesure 1,5 à 3 cm chez les lapins (Grasse, 1995 ;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

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 ultra structurales, 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).

## 2.2. Histologie

Le canal épидидymaire comprend deux compartiments : une lumière bordée par un épithélium pseudo stratifié, 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).

### 2.2.1. 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).

### 2.2.2. 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 (Robaire et *al.*, 2006).

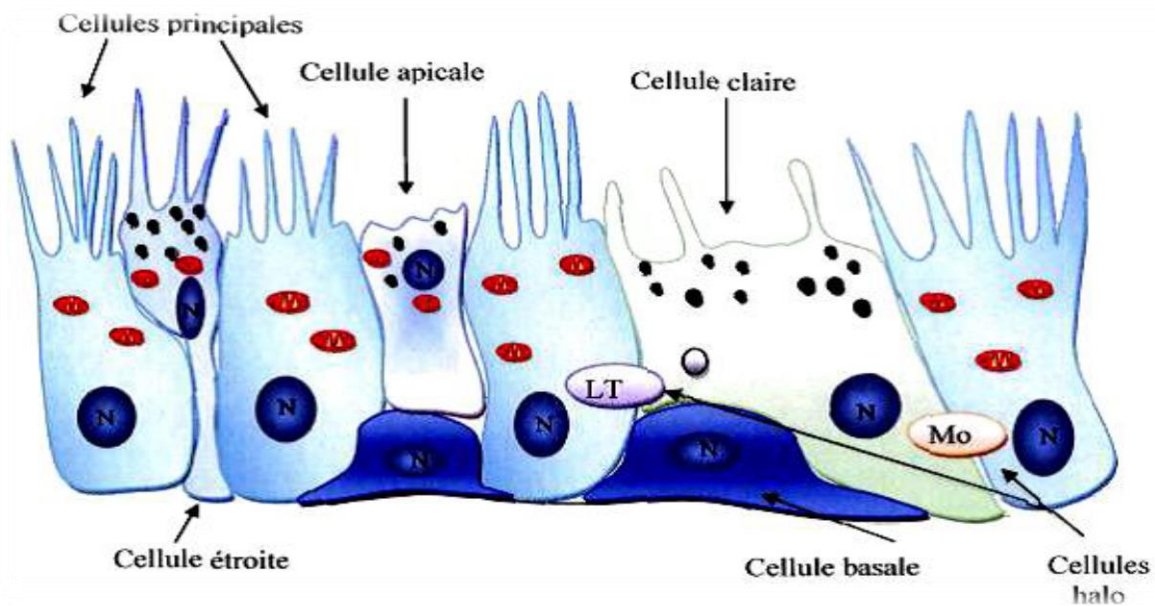
#### 2.2.2.1. Cellules principales

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 (Figure 7) (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, la réabsorption du fluide épидидymite (Robaire et Hermo,1988 ; Robaire et Viger, 1995 ; Cooper, 1998).



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

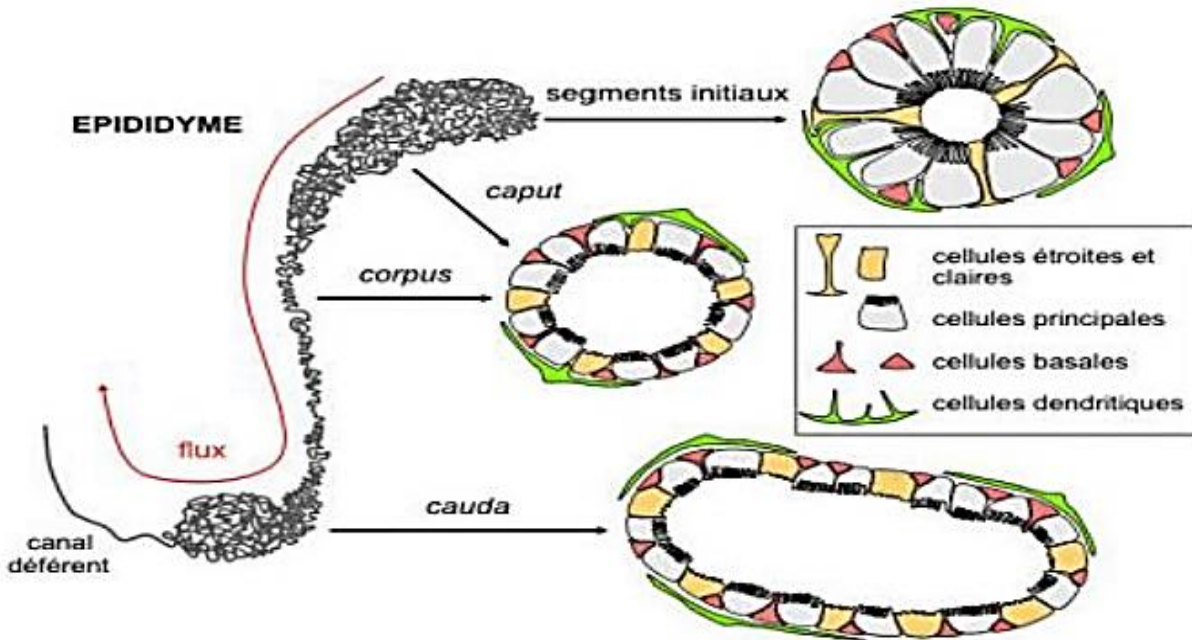
N : noyau ; LT : lymphocyte T ; Mo : monocyte

#### 2.2.2.2. 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 contiennent un noyau irrégulier et un cytoplasme pauvre en organites (Figure 8) et possèdent de longues projections pouvant s'étendre jusqu'à la lumière de l'épидидyme (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-épididymaire (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).

### 2.2.2.3. 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 épididymaire (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).

### 2.2.2.4. 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.

#### 2.2.2.5. 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).

#### 2.2.2.6. 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 courtes, épaisses et irrégulières (Figure 8) (Hermo et al., 2000).

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).

### 3. 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 45 cm 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).

#### **4. Urètre**

C'est un conduit de 12 à 13 cm de longueur, dont 8 à 9 cm 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).

#### **5. 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).

##### **5.1. Vésicule séminale**

Chez le lapin, la vésicule séminale est impaire mais bilobée à son extrémité, avec une longueur d'environ 2,5 cm 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).

##### **5.2. 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).

##### **5.3. 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, 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.

#### **5.4. 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 para prostatiques (Holtz et Foote, 1978).

#### **5.5. 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).

### **6. 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 8 cm de long, il est dirigé caudalement au repos et cranialement à l'érection (Roger, 2002).



# **Chapitre II**

## **Physiologie de la reproduction**

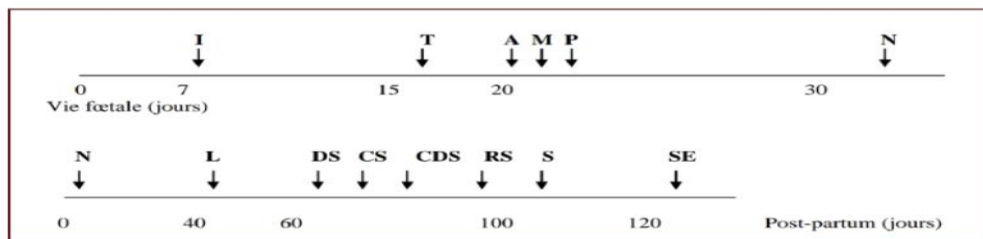
Le pouvoir de reproduction est une des propriétés élémentaires des êtres vivants, elle a pour but d'assurer la perpétuation de l'espèce. De même que chez les autres mammifères, les mécanismes régulant la fonction de la reproduction chez les lapins sont complexes et reposent sur l'inter-coordination cellulaire, 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-hypophyso-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 14ème et 15ème jour de gestation, quelques jours plus tard les tubes séminifères apparaissent entourés de cellules germinales, au 19ème jour de gestation il y a la production d'androgènes (Alvarino, 2000).

Les canaux de Müller régressent à partir du 20ème jour, la formation de la prostate commence le 21ème jour et au 24ème jour le développement des canaux de Wolf et la régression des canaux de Müller sont bien établis. Entre le 21ème et 30ème 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 40ème et 50ème jour avec apparition du premier spermatozoïde dans l'épididyme au 130ème jour, ce qui correspond à la fin de la différenciation de l'épididyme distale (Berger et *al.*, 1982).



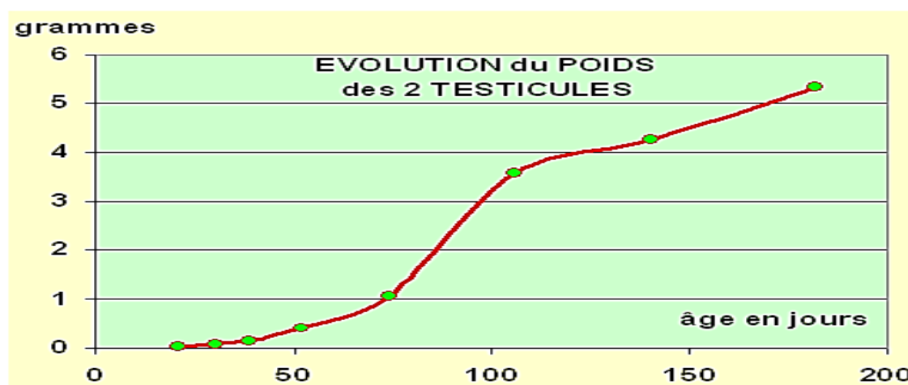
**Figure 9 :** Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000).

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 FSH et de testostérone circulant 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'accroissent 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 20ème et 33ème 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

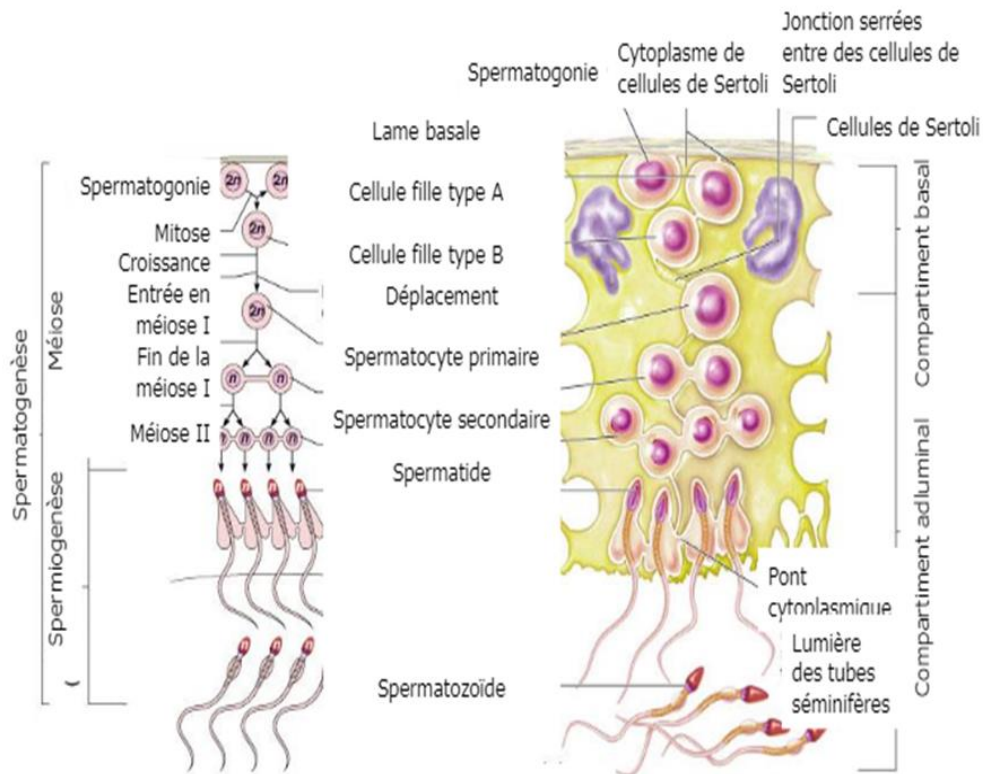
Le testicule est une glande amphicrine possédant une double fonction, une fonction exocrine qui permet la production des gamètes mâles par le processus de spermatogénèse et une fonction endocrine qui permet la production des hormones stéroïdes masculines (androgènes, essentiellement la testostérone) (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) (Figure11) (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 spermatogenèse se déroule au niveau des tubules séminifères des testicules en passant par trois grandes étapes : la spermatocytogenèse, la méiose et la spermiogénèse.



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

### 5.1.1. Spermatocytogenèse

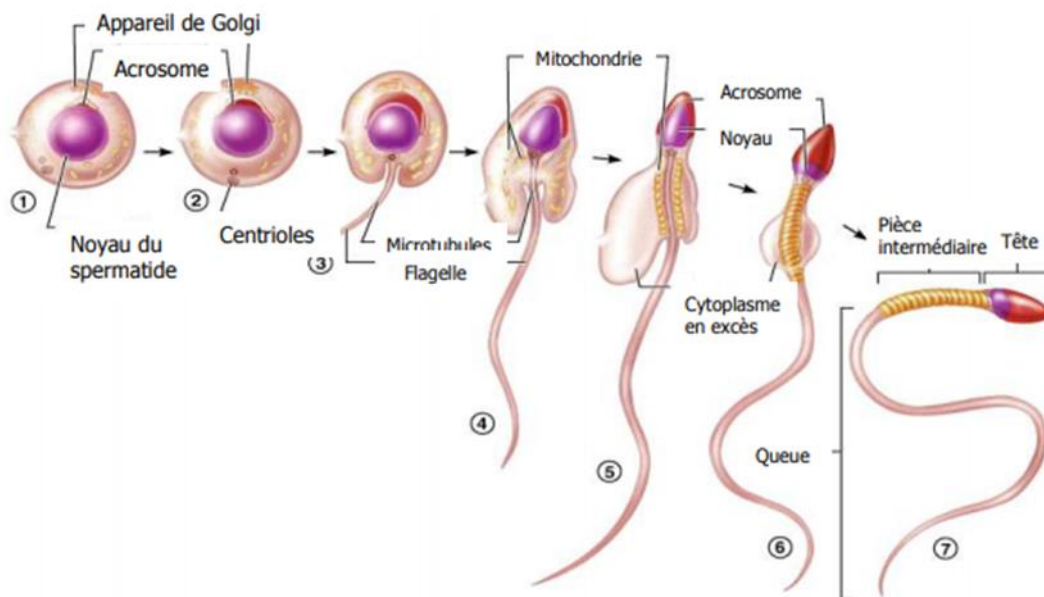
La spermatocytogenèse est caractérisée par une phase de multiplication (par mitoses) et de différenciation des spermatogonies, ce qui aboutit à la formation des spermatocytes primaire, observée vers 60 jours d'âge chez le lapin (Martinet, 1973), qui possède encore le nombre diploïde de chromosomes caractéristiques 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** : Etapes 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 ;

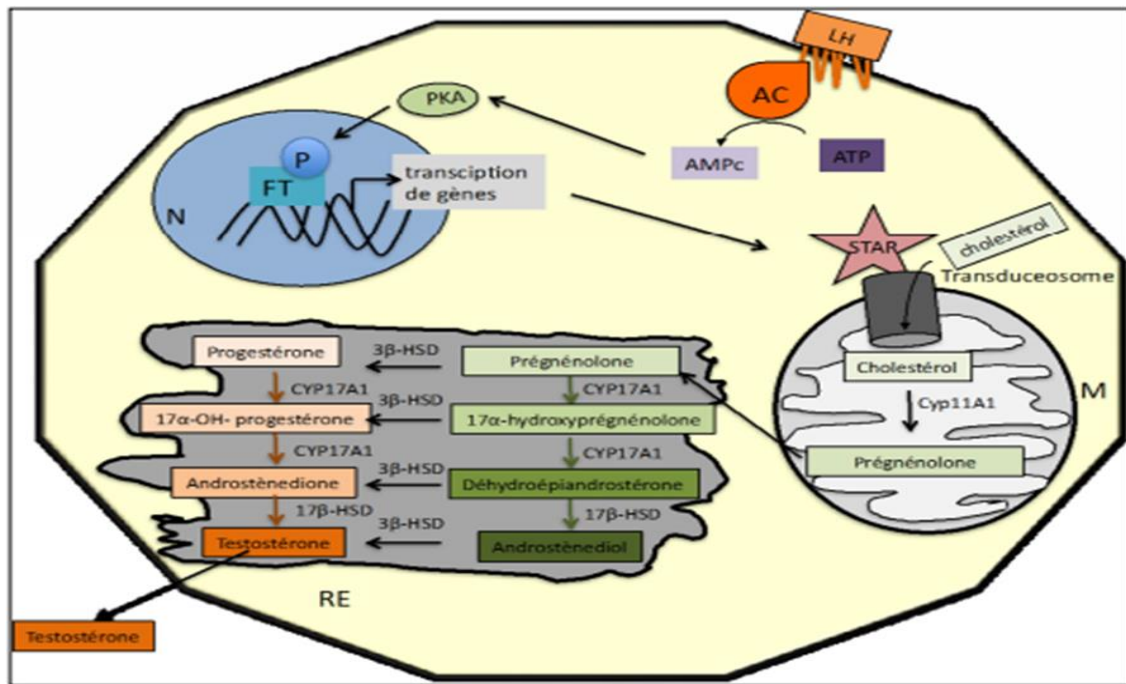
- Le glissement du cytoplasme le long de l'axe flagellaire et la différenciation de diverses structures fibreuses qui se condensent autour de celui-ci ;
- Le repositionnement des mitochondries en une rangée hélicoïdale autour de la partie initiale du flagelle (pars intermedia) ;
- L'élimination de la plus grande partie du cytoplasme (corps résiduel).

## 5.2. 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'adénylate cyclase 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 spermiogénèse 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 du 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 de 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 produit 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 intra-spermatique 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.

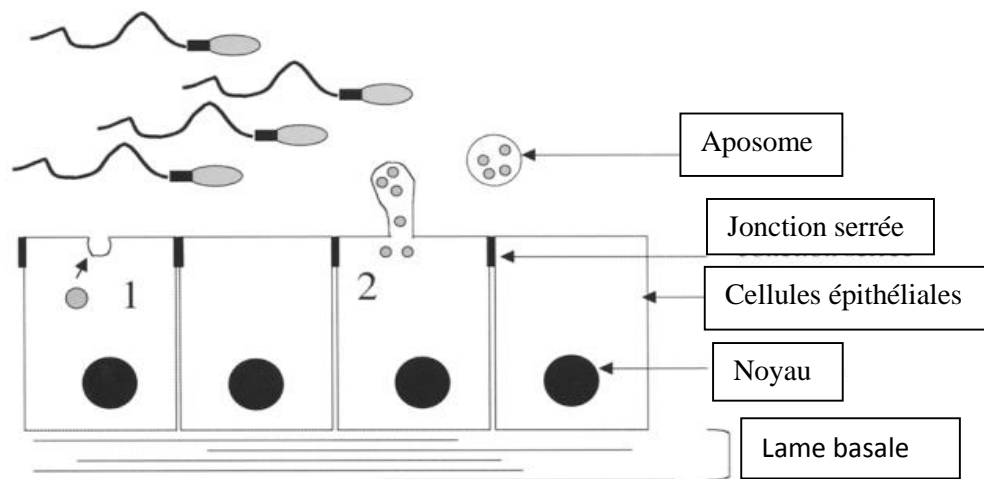
### 7.1. Sécrétion mérocrine

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 épидидymaire (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-hypophyso-gonadique (Figure 15).

### 8.1. Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique

La régulation de la reproduction est assurée par l'axe hypothalamo-hypophyso-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), sécrété de manière pulsatile par le noyau arqué et les noyaux pré et supra optique de l'hypohalamus, induisant la sécrétion de LH et FSH via des récepteurs membranaires spécifiques R-GnRH des cellules gonadotropes de l'antehypophyse (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 secrète 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).

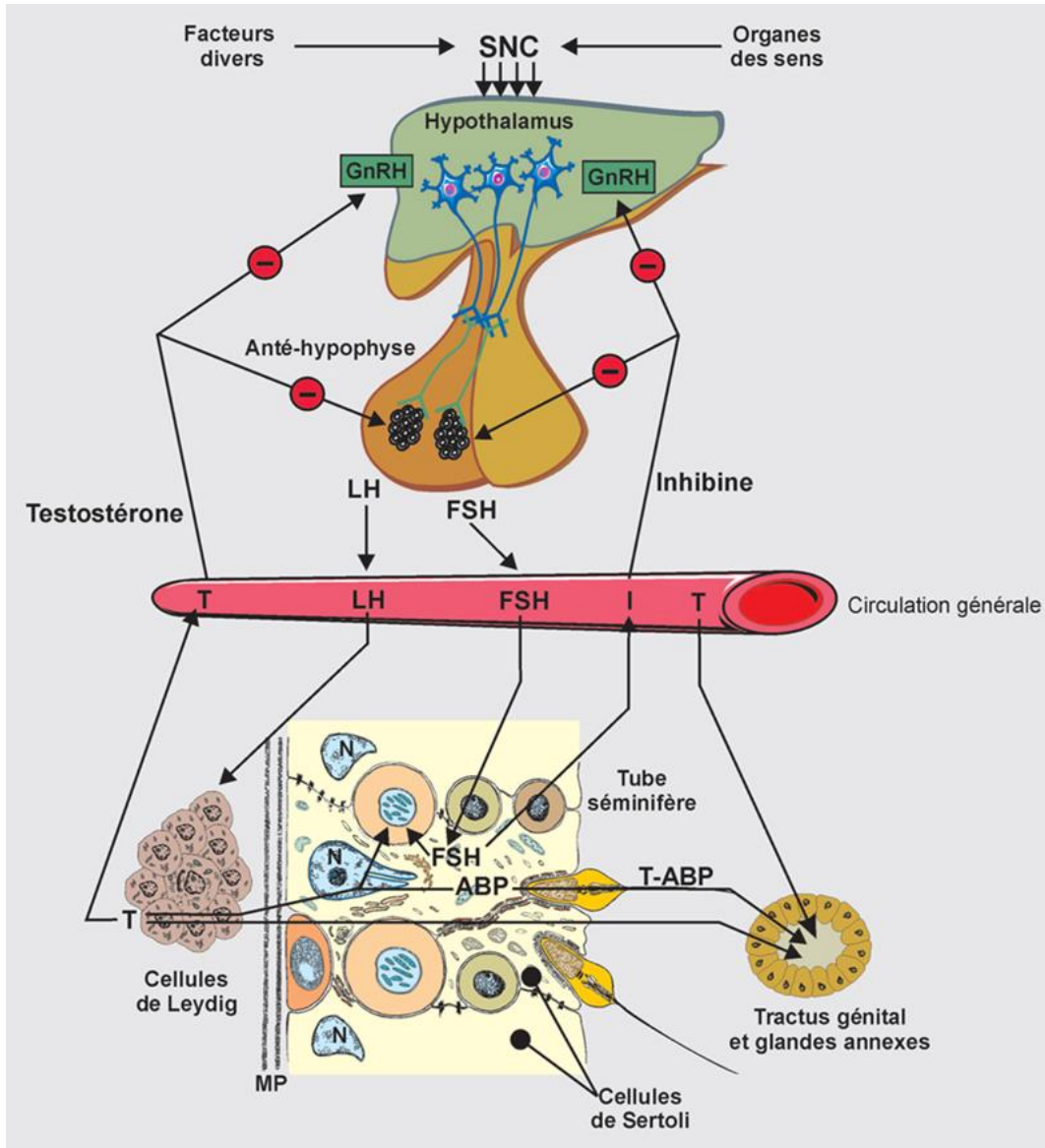
## 8.2. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule

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).

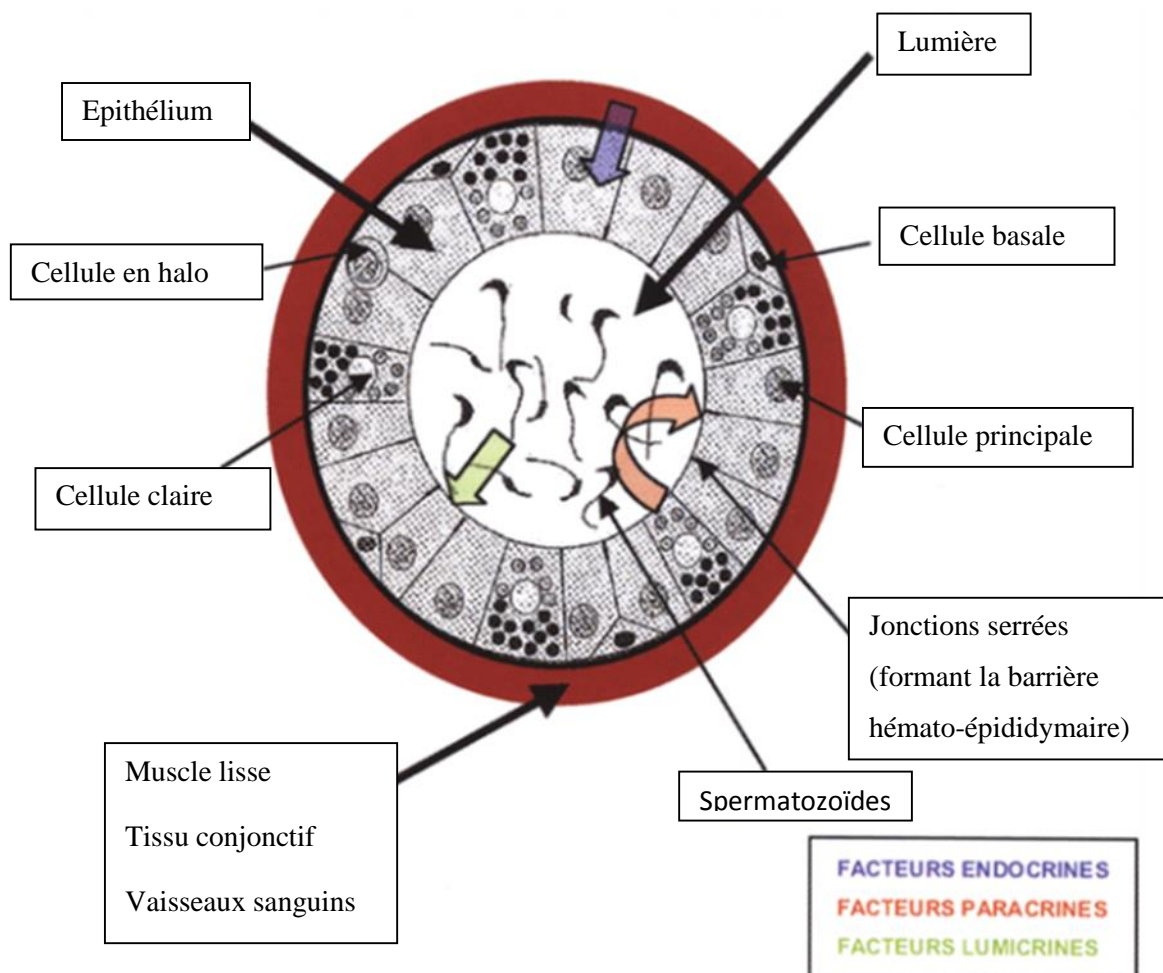


**Figure 15** : Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (Saint-Dizier et *al.*, 2014).

SNC : système nerveux central ; T : testostérone ; I : inhibine ; ABP : Androgen Bindin Protein ; 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 (Figure 16) (Britan et Drevet, 2016).



**Figure 16 :** 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 *al.*, 2000).

## 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 spermatogénèse, 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 8 h) 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 Boyd (1985 cité par 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'éclairage. 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 et aboutit à la prostration des animaux (Finzi et *al.*, 2000).

#### **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).

### 9.8. Effet des huiles essentielles

Des études récentes ont montrés que les variations de la fonction de la reproduction chez le lapin ne peuvent pas se limiter aux facteurs cités en dessus.

D'autres facteurs peuvent influencer positivement ou négativement sur la fertilité des lapins mâles comme : facteurs génétiques, facteurs environnementaux et les huiles essentielles.

En effet, Kammerer et *al.* (2012) ont mise en évidence que les huiles essentielles selon la plante et la dose utilisée sont capables de modifier le processus physiologique de la reproduction soit en l'améliorant ou en la perturbant.



# **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 histo-fonctionnelle du développement gonadique et de la maturité sexuelle des lapins mâles. L'objectif de ce présent travail est l'étude de l'effet des huiles essentielles de Lentisque pistachier sur le testicule et l'épididyme des lapins mâles prépubères (3 mois) à différentes doses, à travers une étude histologique de leurs structures et la relation des poids vifs avec le poids et le volume testiculaire et épидидymaire.

## 1. Matériels et méthodes

### 1.1. Modèle animal

La présente étude est portée sur le lapin (*Oryctolagus cuniculus*) qui se caractérise par un taux moyen de fertilité 87%, une réceptivité de 89%, une prolificité de 7.2% et une mortalité de 18.9%, avec cependant une grande variabilité (Moulla et Yakh, 2005).

Le lapin est un modèle essentielle en recherche scientifique car il offre beaucoup d'avantage dans le domaine de la reproduction, et permet la mise en évidence de quelques processus reproducteurs comme les changements morphologique du cycle épithélial séminifère (Figure 17) (Ewuola et Egbunike, 2010).

Selon Grasse (1949) et Lebas et *al.* (1984), la position taxonomique du lapin (*oryctolagus cumiculus*) est :

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



**Figure 17 :** Lapin âgés de trois mois issus d'un élevage cunicole privé de Djebba (Originale, 2021).

## 1.2. Model Végétale

### 1.2.1. Généralités sur *Pistacia lentiscus* L.

Le pistachier lentisque « *Pistacia Lentiscus* Linn. » est un arbrisseau ramifié de trois mètres de hauteur, à odeur de résine fortement âcre. Ses feuilles composées paripennées et persistantes le distinguent des autres espèces (Bammou et *al.*, 2015), appartenant à la famille des Anacardiaceae, *Pistacia lentiscus* L. est retrouvée couramment en zones arides sur le pourtour méditerranéen de l'Europe, d'Afrique et d'Asie (Figure 18), jusqu'aux Canaries et au Portugal (Bellakhder, 1997).

En Algérie, la présence du pistachier est très répandue dans les zones subhumides, semi-aride et dans le bassin de la Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (Belhadj, 2001).



**Figure 18 :** Distribution de *Pistacia lentiscus* L. (Saghir *al*, 2006).

### 1.2.2 Description botanique de *Pistacia lentiscus* L.

Les fruits sont des baies globuleuses d'environ 5 mm de diamètre, monospermes, d'abord rouges, puis noirs à la maturité de novembre à janvier, tandis que les feuilles sont persistantes, composées à nombre pair de folioles coriaces étroites et pointues (Figure19). Les fleurs sont unisexuées d'environ 3 mm de large qui se présentent sous forme de grappe (floraison : mars –mai) et Le mastic est un suc résineux issu de l'incision du tronc de cet arbuste (Botineau, 2015).



**Figure 19 :** Feuilles et fruits de *P. lentiscus* L. (Douissa, 2004).

### 1.2.3. Taxonomie et classification botanique de *Pistacia lentiscus* L.

La taxonomie rapportée dans le tableau ci-dessous (Tableau 1) a été décrite par Ansari et *al.* (2012).

**Tableau 1** : Classification taxonomique de *Pistacia lentiscus* L. (Ansari et *al.*, 2012).

<b>Taxonomie</b>	
Règne	<b>Plantae</b>
Embranchement	<b>Spermaphytes</b>
Sous embranchement	<b>Angiospermes</b>
Classe	<b>Dicotylédones</b>
Sous classe	<b>Apétale</b>
Ordre	<b>Sapindales</b>
Famille	<b>Anacardiacees</b>
Genre	<b><i>Pistacia</i></b>
Espèce	<b><i>Pistacia lentiscus</i> L.</b>

### 1.2.4. Huile essentielle de Lentisque pistachier

Les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. sont obtenues par hydro distillation des différentes parties aériennes de la plante ainsi que de sa résine (Amhamdi *al.*, 2009). L'huile obtenue présente un aspect liquide et limpide, de couleur jaune dégageant une odeur aromatique, très puissante et pénétrante. Pour 100 g de matière végétale, le rendement moyen en huile essentielle peut varier de 0.14 à 0.4% en fonction de l'origine de la plante, la nature de ses parties utilisées, la période de récolte et la méthode d'extraction (Arab et *al.*, 2014).

**Tableau 2** : Les composants de l'huile essentielle des feuilles et les résines de *Pistacia lentiscus* L. (Amhamdi et *al.*, 2009).

<b>Myrcène</b>	(39.2%)
<b>limonène</b>	(10.3%)
<b>gurjunène</b>	(7.8%)
<b>germacrène</b>	(4.3%),
<b>pinène</b>	(2.9%),
<b>murolène</b>	(2.9%),
<b>humulène</b>	(2.6%),
<b>epi bicyclosesquiphellandrène (2.5%),</b>	(2.5%),
<b><math>\alpha</math> -pinène (2.2%).</b>	(2.2%).

## 2. Expérimentation

Le travail a été réalisé au niveau de l'élevage cunicole privé situé dans la région de Djebba, wilaya de Tizi-Ouzou, situé à 23 km du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, puis au niveau du laboratoire production, sauvegardé, des espèces menacés et des récoltes, influence des variations cliniques (PSEMRVC) au sein de l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. Cette expérience a duré environ 4 mois.

## 3. Protocole expérimental

18 lapins mâles âgés de 3 mois appartenant à la population locale sont pris au hasard, placés dans des cages spéciales aménagées à l'élevage cunicole et répartis en 3 lots, un lot témoin et deux lots traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier au doses respectives D1 : (200 $\mu$ l/kg) et D2 : (400 $\mu$ l/kg).

Tous les animaux sont exposés aux mêmes conditions de température, de lumière et d'humidité, qui sont celles de l'environnement et nourris *ad libitum*, avec un aliment sec granulé fabriqué et commercialisé par l'ONAB d'Alger (Office National de l'Aliment de Bétail). Tandis que L'eau est distribuée en accès libre permanent par des pipettes individuelles.

### 3.1. Pesée et administration de l'huile essentielle

Les lapins des différents lots ont été pesés afin de déterminer la quantité de l'huile essentielle à administrer pour chaque animal et chaque dose. Le volume de l'huile essentielle pipeté est mélangé avec 0.5 ml d'eau et administré par voie orale aux lapins le matin (Figure 20). Cette opération a duré une matinée (une prise unique).



**Figure 20** : Lapin pesé puis administration de l'huile essentielle de Lentisque pistachier par voie orale (Originale, 2021).

**A** : pesée du lapin ; **B** : administration de l'huile essentielle.

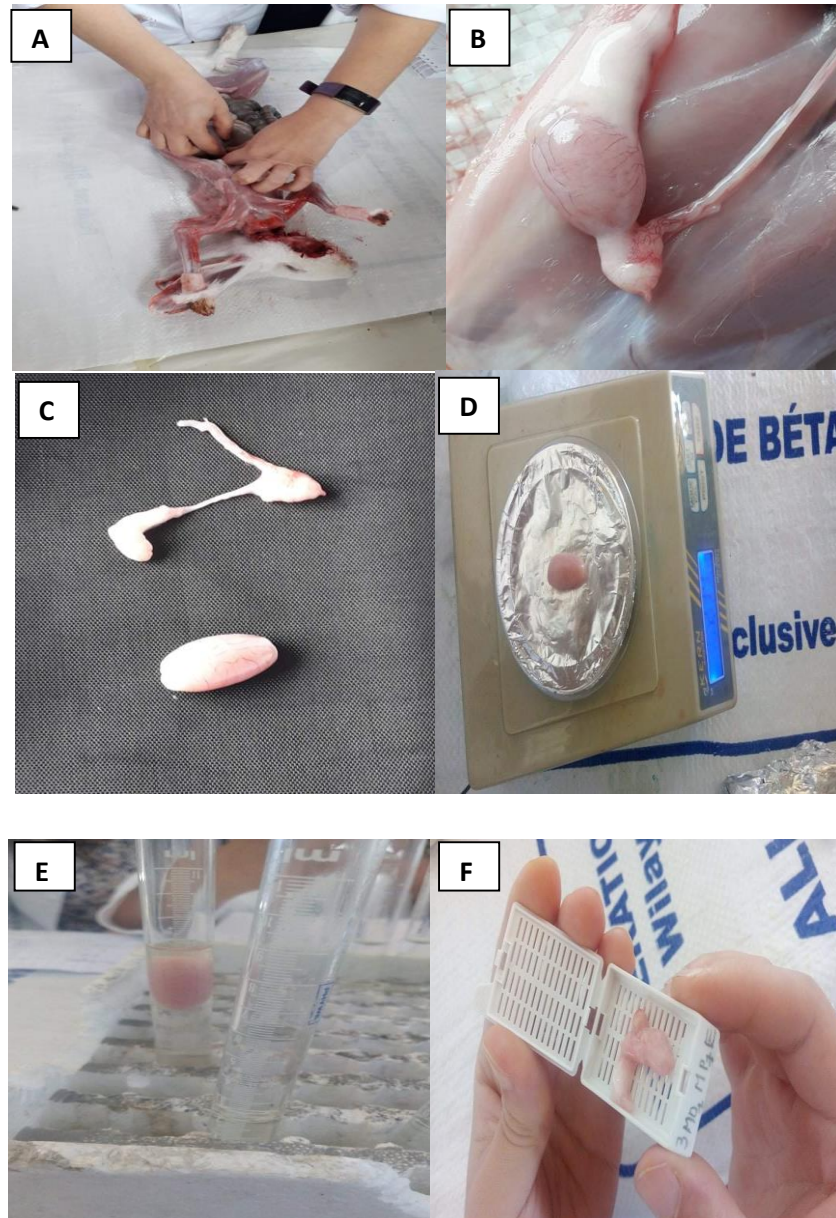
### 3.2. Sacrifices et prélèvements

Une semaine après l'administration de l'huile essentielle, les lapins ont été pesés puis sacrifiés par saignement le matin entre 9h : 00 et 12h : 00 (Figure 21). Les sangs recueillis sont centrifugé puis congelés pour des dosages ultérieurs.



**Figure 21**: Sacrifice du lapin (Originale, 2021).

Après le sacrifice, les animaux sont disséqués, leurs testicules, épидидymes et glandes surrénales sont prélevés puis dégraissés, pesés grâce à une balance de précision de 0,01g et évaluation de leurs volumes. Les testicules, les épидидymes et les glandes surrénales du côté droit sont fixés au Bouin Hollande dans des cassettes d'inclusions soigneusement fermés étiquetés pour une étude histologique, alors que les épидидymes gauches sont placés dans des Eppendorfs et congelés à  $-20^{\circ}\text{C}$ , jusqu'à leur utilisation ultérieure (Figure 22).



**Figure 22** : Photographie de la dissection, prélèvement des épидидymes et testicules ainsi que leur pesée, évaluation du volume et fixation (Originale, 2021).

**A** : la dissection du lapin ; **B .C** : Prélèvement de testicules et épидидymes ; **D** : Détermination du poids grâce à une balance de précision de 0.01g ; **E** : Eprouvette utilisée pour mesurer le volume ; **F** : organe placés dans une cassette.

### 3.3. Étude histologique

L'étude histologique se déroule en une série d'étapes successives obligatoires qui vont aboutir à l'obtention de coupes fines prêtes à recevoir la coloration histologique d'intérêt. Le protocole expérimental est résumé dans les étapes suivantes :

- Fixation des échantillons ;
- Déshydratation et éclaircissement ;
- Imprégnation ;
- Inclusion ;
- Confection des coupes et collage ;
- Déparaffinage et réhydratation ;
- Coloration topographique et Déshydratation ;
- Observation des lames.

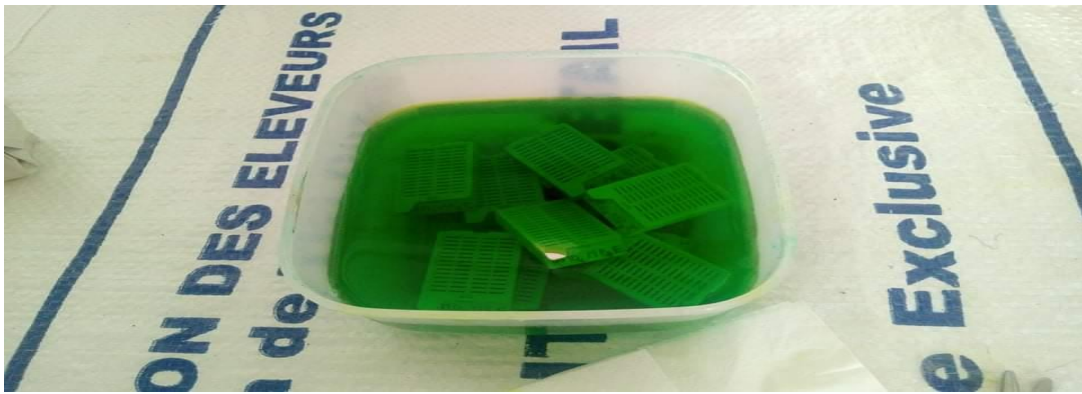
### 3.4. Fixation des échantillons

La fixation a pour but la conservation des structures dans un état aussi proche que possible de l'état vivant, par immersion du matériel dans un grand volume de liquide fixateur, elle doit se faire immédiatement après le prélèvement.

Elle permet d'éviter les raccourcissements et les distorsions possibles, mais aussi de protéger les cellules de l'attaque bactérienne ou encore de celle des enzymes.

Le fixateur utilisé est le Bouin Hollande sublimé (mélange de formol et d'acide picrique) appartenant à la famille des fixateurs coagulants à base de métaux lourds.

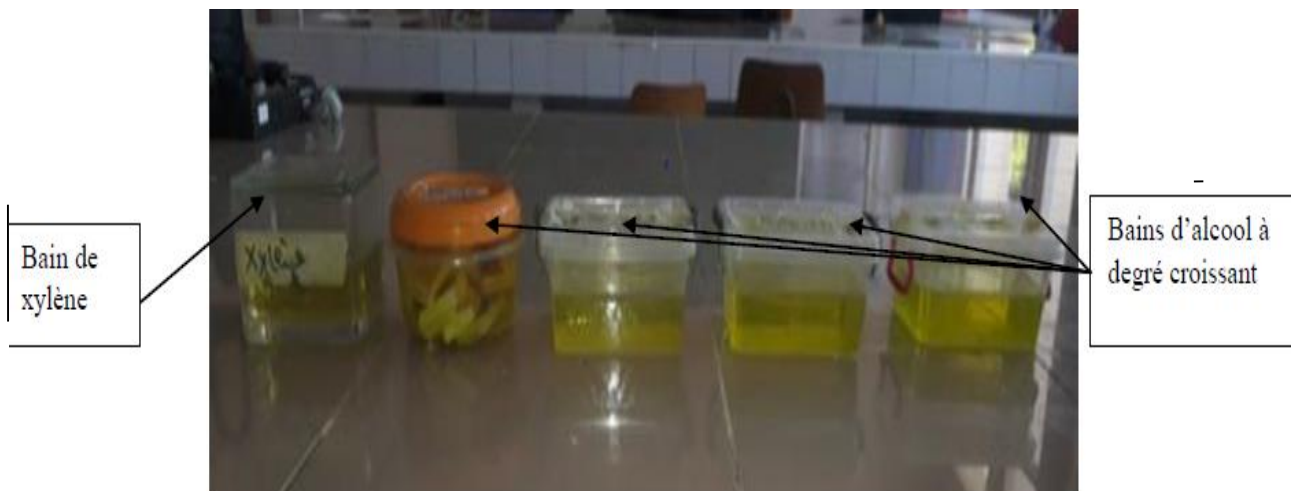
Les organes sont placés dans des cassettes d'inclusion puis déposés dans un volume de « Bouin Hollande » trois fois supérieur à celui de l'organe, afin de l'immerger totalement. Les organes sont maintenus ainsi pendant 7 jours dans le fixateur à température ambiante (Figure 23).



**Figure 23 :** Fixation des organes par fixateur Bouin Hollande sublimé (Originale, 2021).

### 3.5. Déshydratation et éclaircissement

Les pièces ont été déshydratées dans une série d'alcool éthylique de titre croissant (70°, 90°, 100°) pendant 45 minutes chacun, ceci permet d'éviter la désorganisation des structures, puis transférés dans des bains de xylène pendant 45 minutes pour l'éclaircissement (Figure 24).



**Figure 24 :** Bains d'alcool et de xylène de la circulation (Originale, 2021).

### 3.6. Imprégnation

L'imprégnation consiste à plonger les organes dans 3 bains successifs de paraffine pendant 40 minutes pour chaque bain à 60°C, immédiatement après les bains de xylène. Le deuxième et le troisième bain renferment de la paraffine pure, tandis que le premier est constitué de moitié paraffine et moitié toluène. Un séjour prolongé des pièces dans le deuxième bain ne présente aucun inconvénient, à condition que la température ne dépasse pas 60°C.

Les deux opérations, déshydratation et imprégnation ont été réalisées au niveau de laboratoire (FSBSA), de l'université Mouloud Mammeri (Figure 25).



**Figure 25 :** Appareil de circulation de laboratoire.

### 3.7. Inclusion

Cette étape a pour but de permettre la réalisation de coupes fines et réguliers, elle consiste à enrober l'organe déshydraté dans de la paraffine fondue à 60°C. Les organes ont été placés dans des moules qui recevront la paraffine. Les cassettes respectives, identifiant chaque échantillon ont été placées à la surface des moules avant de faire couler la paraffine jusqu'à immersion totale de l'échantillon. Le dispositif est déposé sur une plaque refroidissante (Figure 26).



**Figure 26 :** Organe placé dans des moules a paraffine (Originale, 2021).

### 3.8. Confection des coupes

La confection des coupes a été réalisée à l'aide d'un microtome de type Leica au niveau de laboratoire d'anatomo-pathologie du CHU de Tizi-Ouzou. Des coupes de 5 $\mu$ m d'épaisseur sont ainsi Réalisées et récoltées sous forme de ruban à l'aide d'un pinceau (Figure 27).



**Figure 27** : Dispositif de la coupe, microtome.

### 3.9. Déparaffinage et réhydratation

Avant de procéder à la coloration les lames ont été déparaffiner et placer dans un milieu aqueux, car les colorants les plus utilisés en histologie sont aqueux.

Le déparaffinage est une opération qui permet de retirer la paraffine qui imprègne la coupe. Il est suivi d'une réhydratation. Le schéma est une séquence inverse de celle de la déshydratation (Figure28). Il consiste en deux bains de xylène, puis en bains d'alcool éthylique à des degrés décroissants (100°, 90°, 70°).

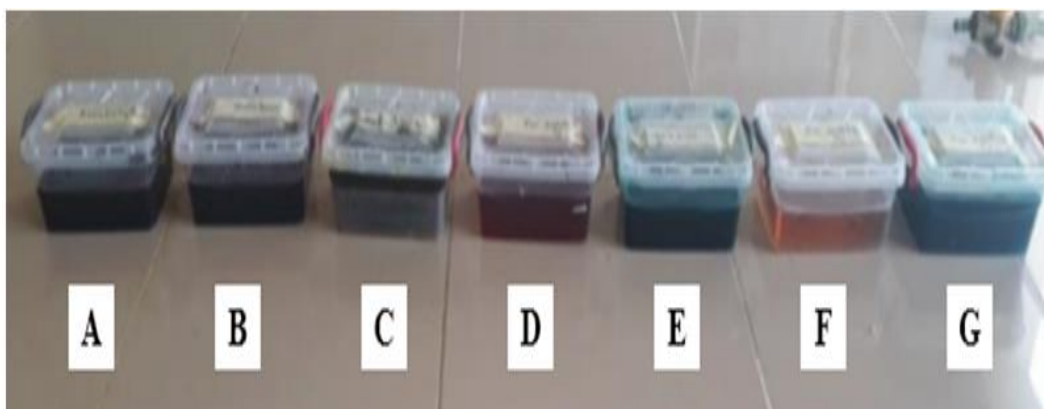


**Figure 28 :** Bains d'alcool et de xylène de la circulation (Originale, 2021).

### 3.10. Coloration topographique

La coloration topographique choisie est le Trichrome de Masson qui possède plusieurs avantages tels que la résistance au lavage, la rapidité d'exécution et les teintes obtenues de manière quasi-automatique (Figure 29).

Cette coloration permet de mettre en évidence grâce aux colorants utilisés, le noyau en noir, le 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.



**Figure 29 :** Une série d'une coloration topographique.

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

### 3.11. Montage

Le montage est l'opération qui consiste à fixer une Lamelle de verre sur l'échantillon histologique à l'aide d'une goutte de l'Eukitt, qui permet l'adhérence entre la lame et la lamelle. Une légère pression sur la lamelle permet de chasser les bulles d'air (Figure 30).



**Figure 30** : Montage lame lamelle (Originale, 2021).

### 3.12. Observation des lames

Après montage, les lames sont séchées, nettoyées au toluène puis observées par un Microscope optique de type OPTICA (Figure 31).

Les lames obtenues par la technique histologique ont été observées au microscope photonique dans le but de rechercher toute modification histologique et histochimique des structures étudiées.

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

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

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



**Figure 31** : Photographie de l'observation des lames.

#### 4. Etude statistique

Les variables poids vifs, poids et volume des testicules et 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 à la moyenne «ESM ».

La validité statistique des différences entre les moyennes a été évaluée d'après le test d'ANOVA réalisés à l'aide d'un logiciel informatique « Origin Lab » 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**

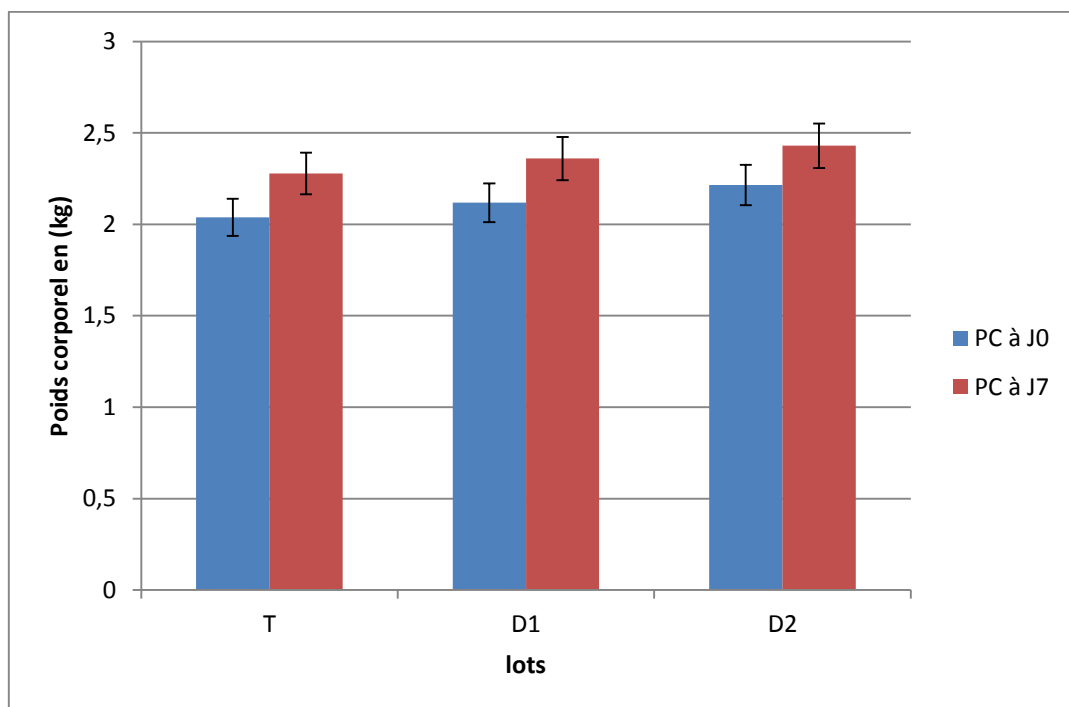
Les résultats rapportés dans ce travail concernent la croissance pondérale, le poids et volume testiculaire et épидидymaire des lapins de la population locale âgés de 3 mois avant et après administration de l'huile essentielle de Lentisque pistachier ainsi que l'étude histologique des structures testiculaires et épидидymaires.

## 1. Résultats de l'étude macroscopique

Les lapins ont été pesés avant (J0) et après (J7) administration de l'huile essentielle de Lentisque pistachier ce qui a permis de suivre leur croissance pondérale.

### 1.1. Évolution du poids vif des animaux

Le poids corporel (en Kg) est exprimé par la valeur moyenne  $\pm$  l'erreur standard liée à la moyenne (ESM). Le développement du poids corporel des lapins âgés de 3 mois avant et après administration de l'huile essentielle de Lentisque pistachier à deux doses différentes (200-400 $\mu$ l/Kg) est représenté dans la Figure 32.



**Figure 32** : Poids corporel des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier à deux doses différentes (200/400 $\mu$ l/Kg).

**T**:témoin ; **D1**: dose 1 (200 $\mu$ l/Kg) ; **D2**: dose 2 (400 $\mu$ l/Kg) ; **J0**: avant traitement ; **J7**: après traitement.

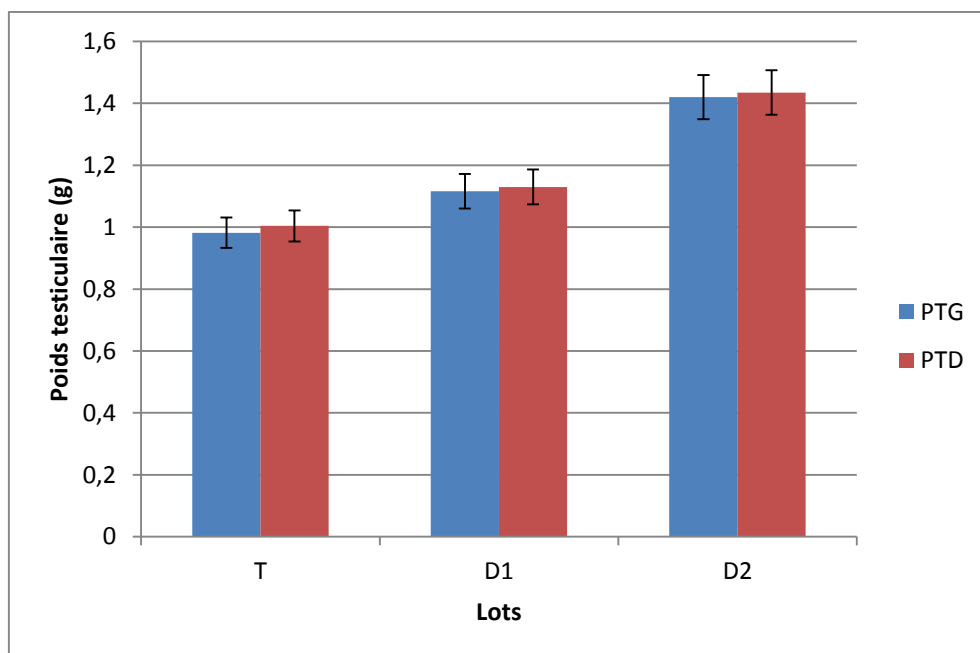
L'huile essentielle de Lentisque pistachier a induit chez les lapins mâles prépubères une augmentation du poids corporel entre J0 et J7. En effet la valeur moyenne du poids corporel des lapins augmentent avec un écart de 0,24Kg chez les témoins, de 0,24 Kg chez le lot traité par la dose 1 et enfin de 0,22 Kg chez le lot traité par la dose2, dont l'écart est plus grand à la dose 1.

## 1.2. Poids testiculaire

Le poids testiculaires en gramme (g) est exprimé par la valeur moyenne  $\pm$  l'erreur standard liée à la moyenne (ESM).

### 1.2.1. Poids testiculaires gauches et droits

La comparaison entre le poids des testicules gauches et droits des lapins prépubères est représentée dans la Figure 33.



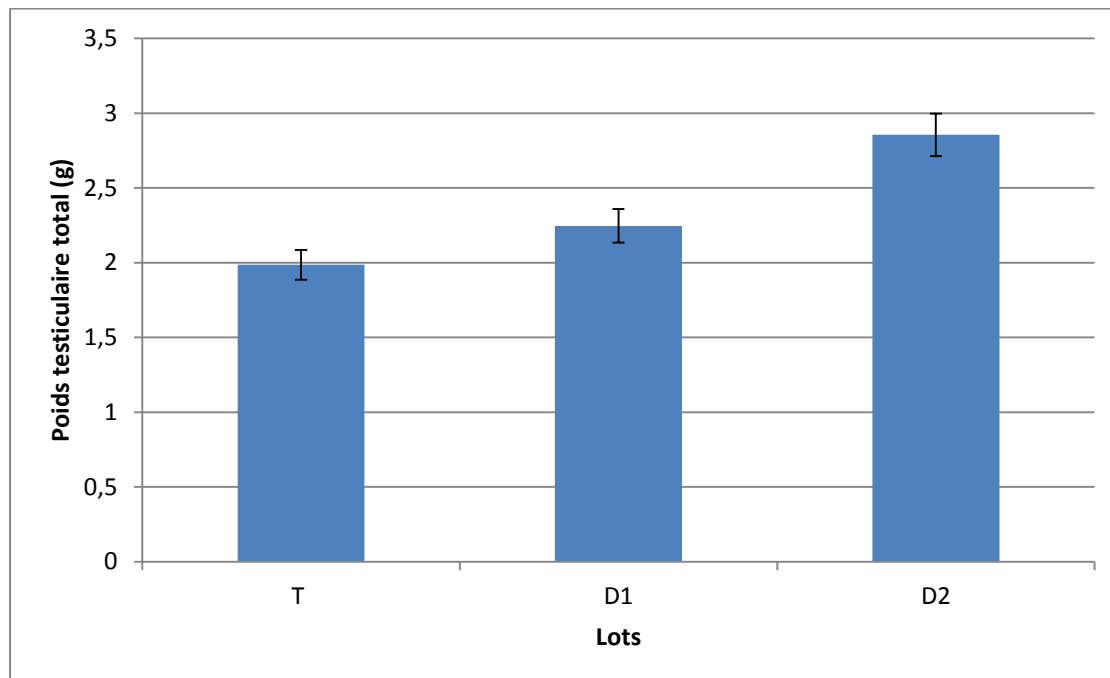
**Figure 33 :** Représentation graphique du poids moyenne des testicules gauches et droits des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée.

T: témoin ; D1: dose 1(200 $\mu$ l/kg) ; D2: dose 2 (400 $\mu$ /kg).

Nous avons constaté que les valeurs moyennes du poids des testicules droits sont légèrement supérieures à celle des testicules gauches chez tous les lapins témoins et traitées.

### 1.2.2. Poids testiculaire total

Le poids testiculaire total des lapins prépubères traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier est représenté dans la Figure 34.



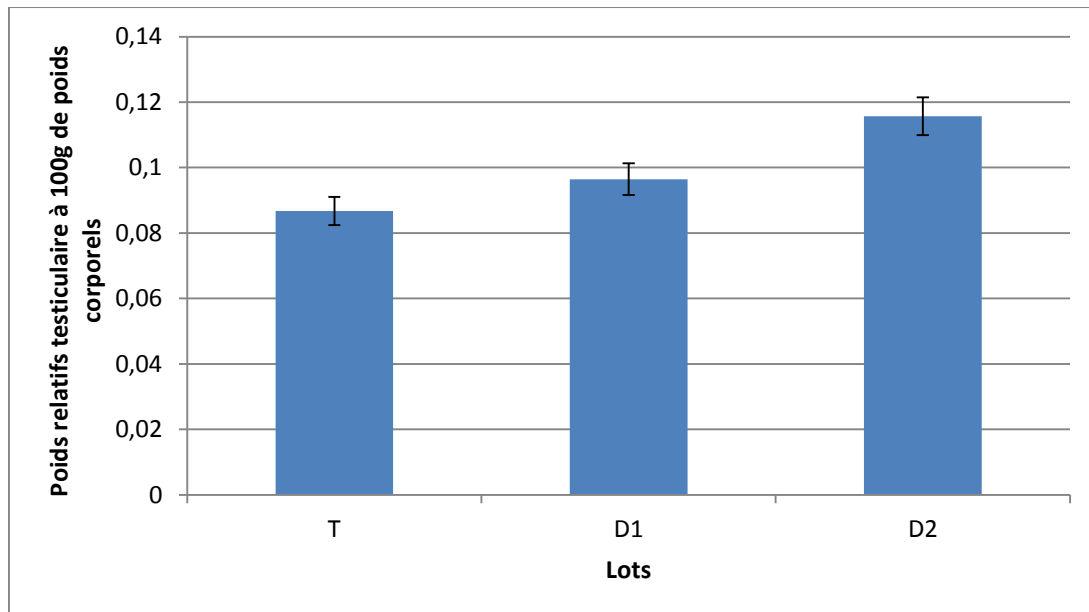
**Figure 34** : Poids testiculaire total en fonction de la dose de l'huile essentiel de Lentisque pistachier administrée.

**T**: témoin ; **D1**: dose 1(200µl/kg) ; **D2**: dose 2 (400µ/kg).

La valeur moyenne du poids total des testicules est supérieure chez les lapins traités par l'huile de Lentisque pistachier par rapport aux lots témoin dont la valeur est de  $1.98 \pm 0.31$ g cependant, la valeur du poids testiculaire du lots traité par la dose 2 est plus élevés par rapport au lots traité par la dose 1 avec des valeurs respectifs de  $2.24 \pm 0.45$ g et de  $2.85 \pm 0.43$ g.

### 1.2.3. Poids relatifs testiculaire à 100g de poids corporels

Les valeurs moyennes des poids relatifs à 100 g de poids corporel des testiculaires des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée dans la Figure 35.



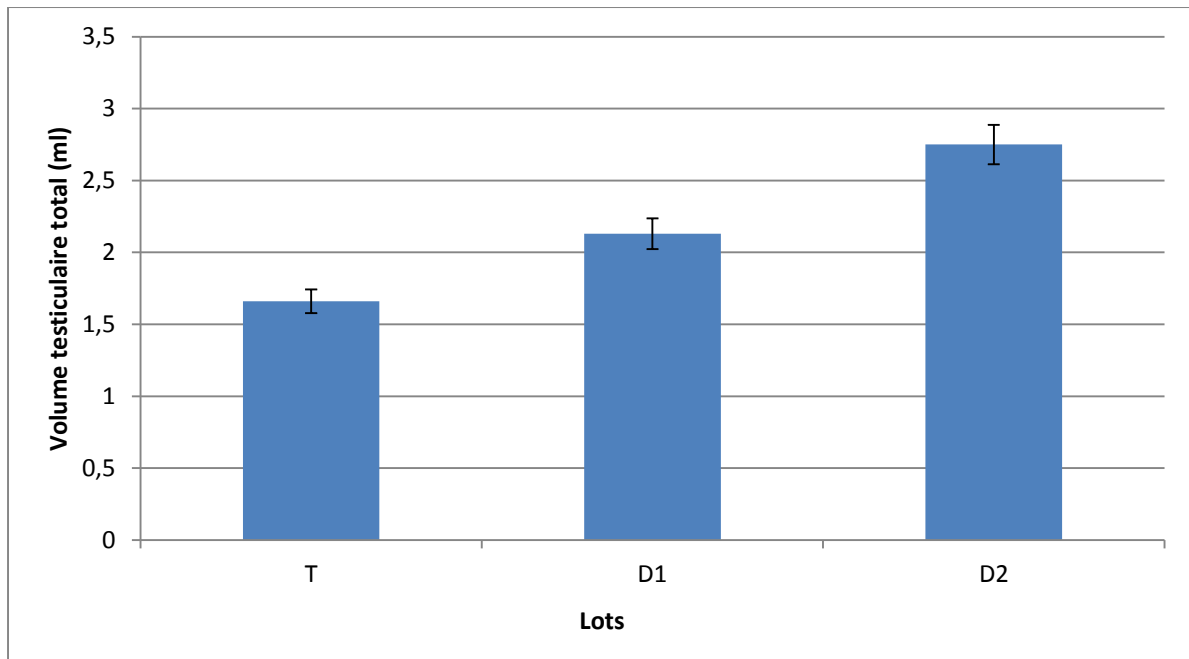
**Figure 35 :** Poids relatif testiculaires des lapins âgés de 3 mois.

**T :** Témoin ; **D1 :** Dose 1 ; **D2 :** Dose2.

Les poids relatifs à 100 g du poids corporel des testicules présentent une valeur plus élevée chez les lots traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier par rapport au témoin. En effet la valeur moyenne chez les lapins de lot témoin (T) est de  $0.086 \pm 0.010$ g alors qu'elle est de  $0.096 \pm 0.025$ g chez les lapins traités de la première dose (D1) et est de  $0.115 \pm 0.01$ g chez ceux traités à la deuxième dose (D2). cependant, la valeur du poids testiculaire du lot traité par la dose 2 est plus élevée par rapport au lot traité par la dose 1.

### 1.3. Volume testiculaire totale

La Figure 36 représente le volume total des testicules pour les lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée.



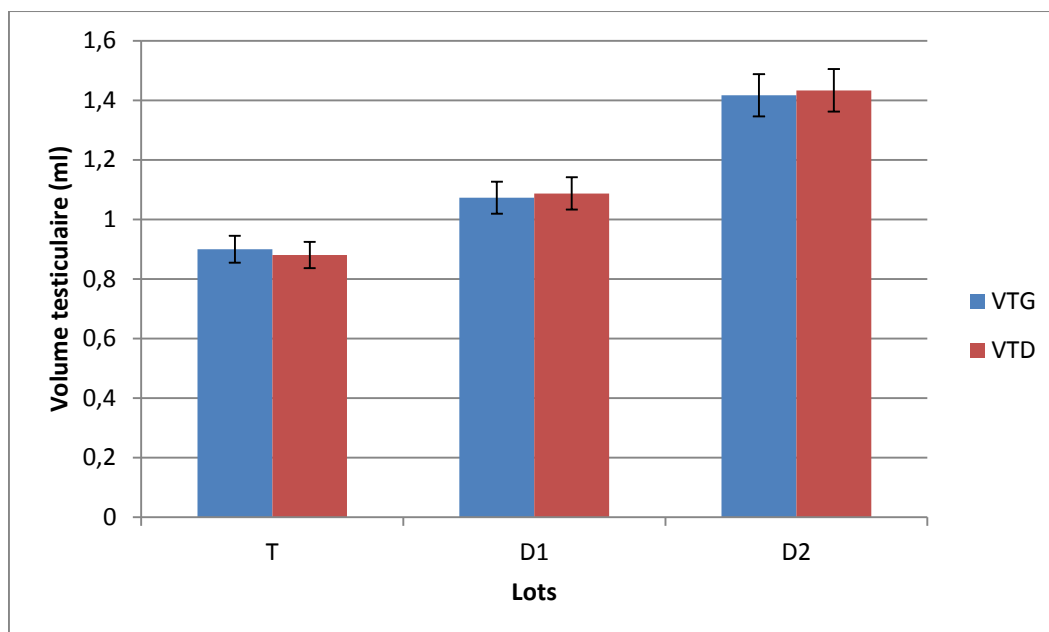
**Figure 36 :** Volume testiculaires des lapins âgés de 3 mois.

**T :** Témoin ; **D1 :** Dose 1 ; **D2 :** Dose 2.

Le volume testiculaire des lapins traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier est plus élevé par rapport aux témoins. En effet la valeur de volume total des testicules des lapins témoin (T) est de  $1.66 \pm 0.41$  ml alors qu'elle est de  $2.13 \pm 0.42$  ml chez les lapins traités à la première dose (D1) et de  $2.75 \pm 0.44$  ml Pour ceux traité à la dose (D2). Cependant le volume testiculaire du lot traité par la dose 2 est plus élevé par rapport au lot traité par la dose 1.

### 1.3.1. Volume testiculaires gauches et droits

La comparaison entre le volume des testicules gauches et droits des lapins prépubères est représentée dans la Figure 37.



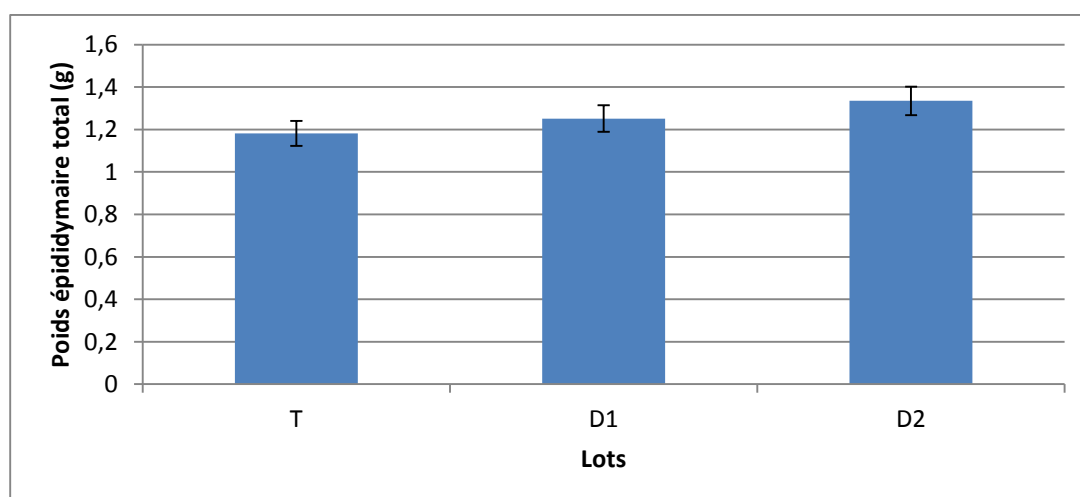
**Figure 37 :** Volume testiculaires gauches et droits des lapins âgés de 3 mois.

**T :** Témoin ; **D1 :** Dose 1 ; **D2 :** Dose2.

Nous avons constaté que les valeurs moyennes des volumes des testicules sont similaires chez tous les lapins traités.

#### 1.4. Poids épидидymaire totale des lapins

La Figure 38 représente le poids total de l'épididyme pour les lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée.



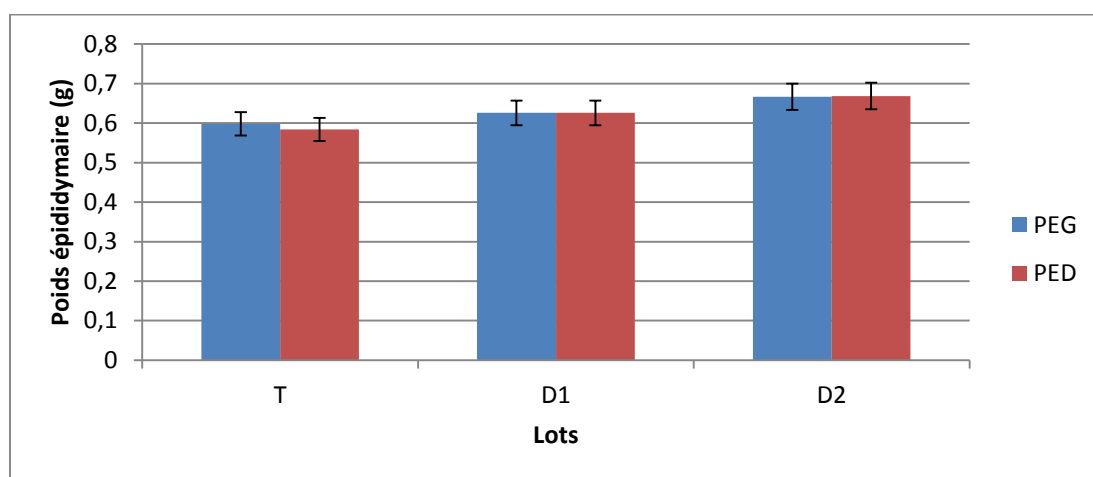
**Figure 38 :** Poids épидидymaire total en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée.

**T :** témoin ; **D1 :** dose 1(200 $\mu$ l/kg) ; **D2 :** dose 2 (400 $\mu$ l/kg).

La valeur moyenne du poids épидидymaire total des lapins prépubères est supérieure chez les lapins traités par rapport aux témoins. Où la valeur chez les lapins de lot témoin est de  $1.18 \pm 0.21$  g alors que chez les lapins traités à la dose 1 la valeur est de  $1.25 \pm 0.15$ g et s'élève à  $1.33 \pm 0.13$ g chez les lapins de lot de la deuxième dose (D2). Cependant, la valeur du poids épидидymaire du lot traité par dose 2 est plus élevée par rapport au lot traité par la dose 1.

#### 1.4.1. Poids épидидymaire gauches et droits

La comparaison entre le poids des épидидymes gauches et droits des lapins prépubères est représentée dans la Figure 39.



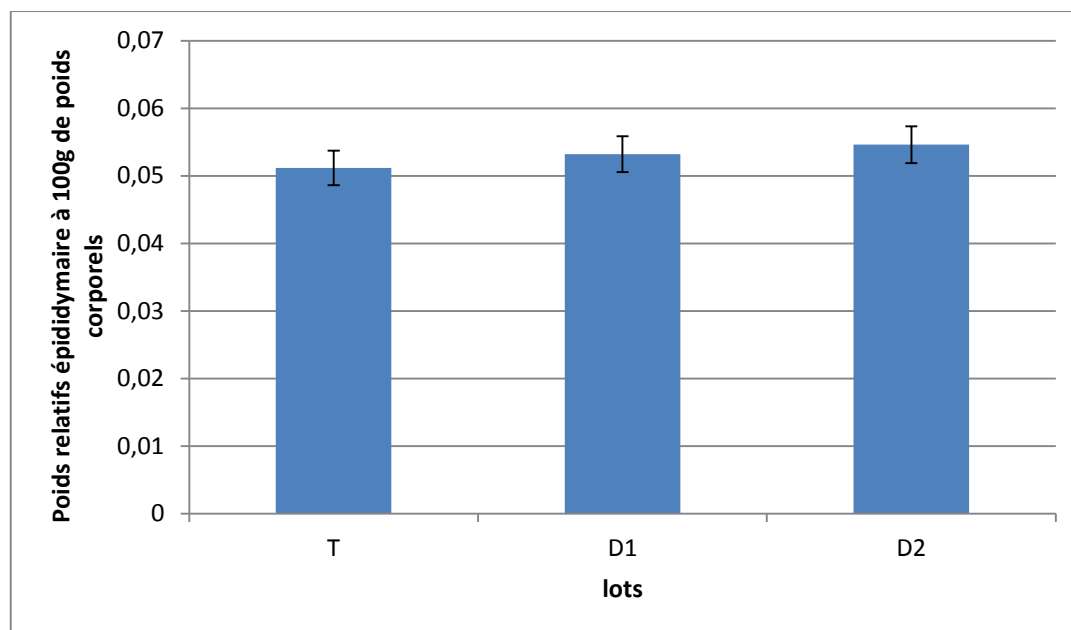
**Figure 39 :** Représentation graphique du poids moyenne épидидymaire gauches et droits des lapins âgée de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée.

T: témoin ; D1: dose 1 (200µl/kg) ; D2: dose 2 (400µ/kg).

Nous avons constaté que les valeurs moyennes du poids des épидидymes sont similaires chez tous les différents lots témoins et traités.

#### 1.4.2. Poids relatifs épидидymaire à 100g de poids corporels

Les valeurs moyennes des poids relatifs à 100 g de poids corporel épидидymaire des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée (Figure 40).



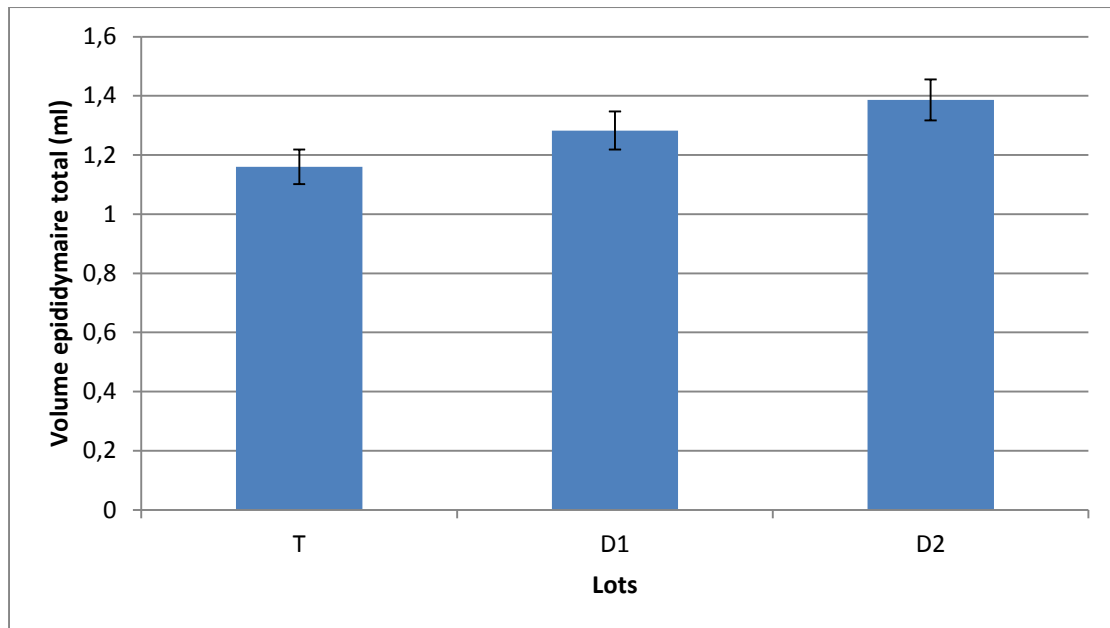
**Figure 40** : Poids relatif épидидymaire des lapins âgés de 3 mois.

**T** : Témoin ; **D1** : Dose 1 ; **D2** : Dose 2.

Les poids relatifs à 100 g du poids corporel des épидидymes présentent une valeur plus élevée chez les lapins traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier par rapport au témoin. En effet la valeur moyenne chez les lapins de lot témoin (T) est de  $0,05 \pm 0,006$ g alors qu'elle est de  $0,05 \pm 0,007$ g chez les lapins traités par la première (D1) et de  $0,05 \pm 0,002$ g chez ceux traités à la deuxième dose (D2).

### 1.5. Volume totale épидидymaire

La Figure suivante représente le volume total des épидидymes pour les Lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier Administrée.



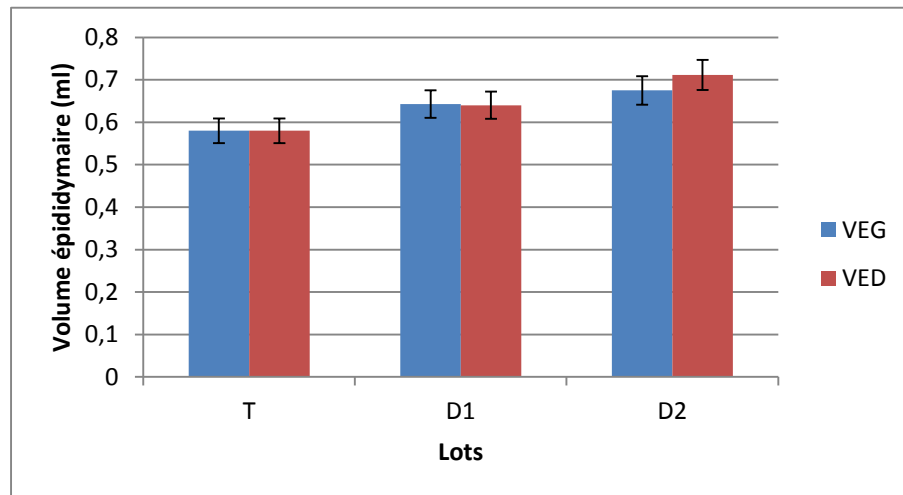
**Figure 41 :** Volume épидидymaire total en fonction de la dose de l'huile essentielle de Lentisque pistachier administrée.

**T :** Témoin ; **D1 :** Dose 1 ; **D2 :** Dose 2.

Le volume épидидymaire (Figure 41) chez les lapins traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier est plus élevé par rapport aux témoins. En effet la valeur de volume total des épидидymes est de  $1.16 \pm 0.24$  ml des lapins de lot témoin (T) alors qu'elle est de  $1.28 \pm 0.12$  ml chez les lapins traités à la première dose (D1) et elle est de  $1.38 \pm 0.13$  ml Pour ceux traité à la dose (D2). Donc le volume épидидymaire des lapins traités par la dose 2 est supérieure par rapport à ceux traités par dose 1.

### 1.5.1. Volume épидидymaire gauches et droits

La comparaison entre le volume des épидидymes gauches et droits des lapins prépubères est représentée dans la Figure 42.



**Figure 42 :** Volume testiculaires gauches et droits des lapins âgés de 3 mois.

**T :** Témoin ; **D1 :** Dose 1 ; **D2 :** Dose 2.

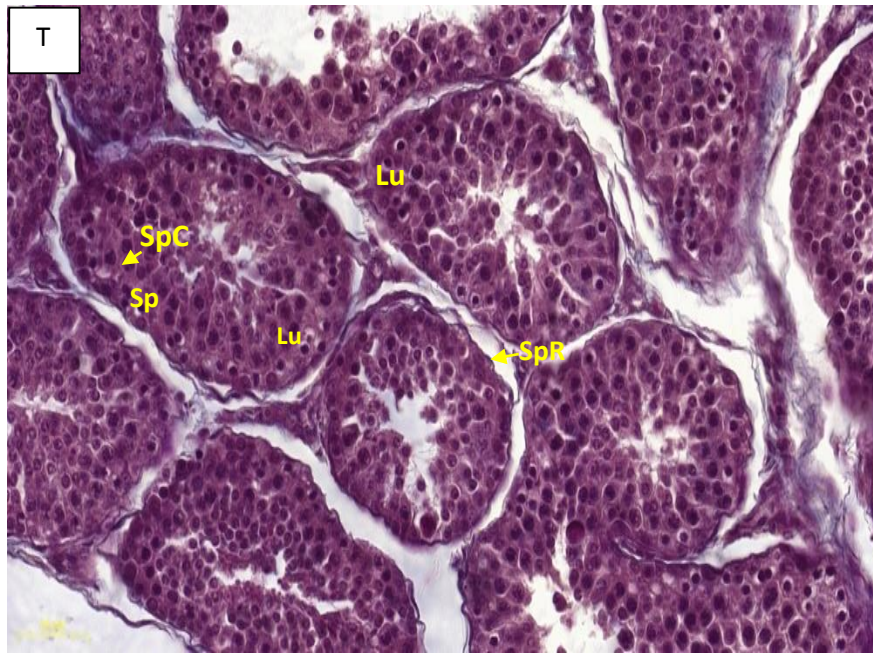
Nous avons constaté que les valeurs moyennes des volumes des épидидymaire sont similaires chez les témoins et les lapins traitées par la D1 par contre chez les lapins traitées par la D2 l'épididyme droit et plus élevé par rapport au l'épididyme gauche.

## 2. Résultats de l'étude microscopique

L'observation au microscope photonique a permis de distinguer les différences de l'organisation de la structure histologique des testicules et épидидymes sous l'effet de l'huile essentielle de Lentisque pistachier à deux doses différentes.

### 2.1. Étude histologique des structures testiculaires des lapins témoin

L'observation des coupes histologiques des testicules des lapins âgés de 3 mois du lot témoin révèle des tubes séminifères dépourvue d'une lumière avec une paroi formée d'un épithélium comprenant, des cellules de Sertoli à noyau triangulaire, des cellules de la lignée germinale : spermatogonies à noyaux ronds et condensés organisées en couches de cellules occupant la périphérie du tube, spermatocytes I à noyaux volumineux et chromatine décondensée grossiers, de nombreuses cellules de petite taille qui sont les spermatides ronds. Ces tubes sont entourés par un tissu conjonctif inter tubulaire, riche en cellules péri tubulaires à noyau aplatis et de cellules de Leydig à noyaux arrondis (Figure 43).



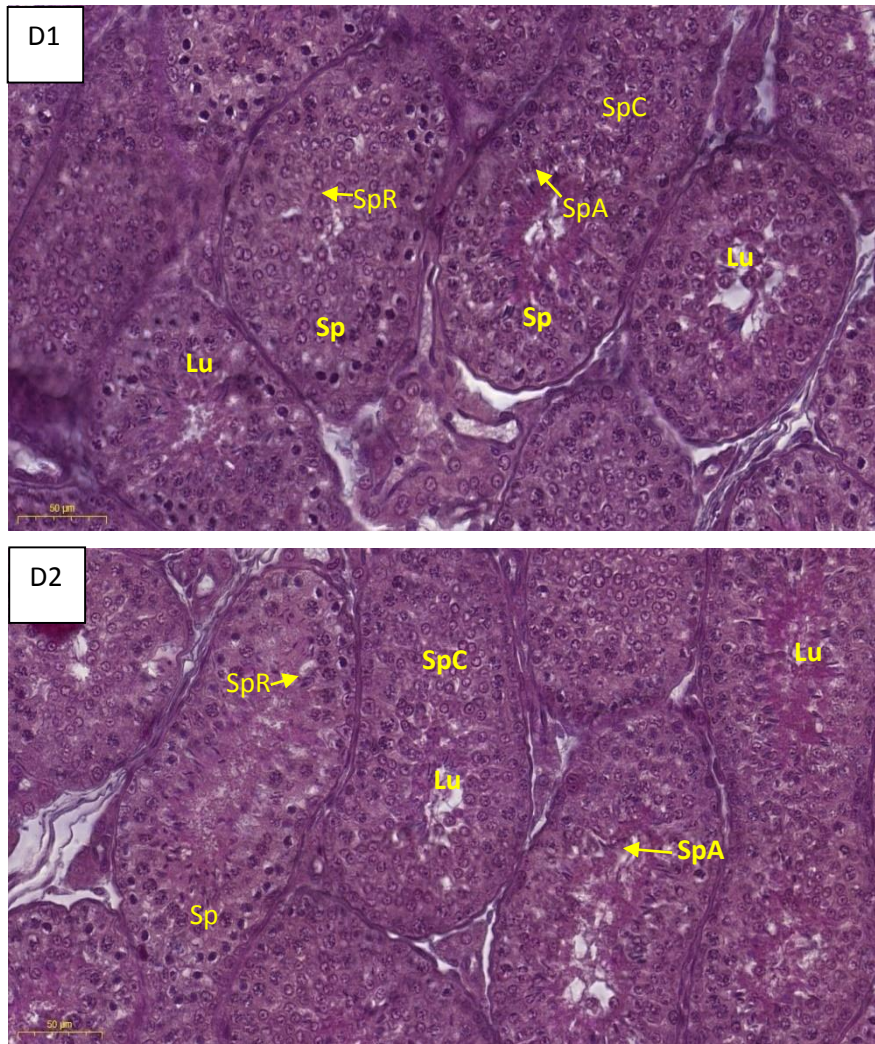
**Figure 43 :** Microscopie de coupe histologique au niveau de testicule des lapins témoins âgés de 3mois après coloration de trichrome Masson au grossissement (10\*40).

Sp : Spermatogonie, SpC : Spermatocyte, SpB : Spermatogonie B, Lu: Lumière.

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

Les structures histologiques des tubes séminifères des lapins traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier par la dose 1 (200 $\mu$ l/Kg) est la même que celle des témoins, avec augmentation de nombre des spermatides ronds et apparition des premiers spermatides allongés avec un petit noyau, effilé et très dense dans certain tubes séminifères (Figure 44 D1).

Tandis que le lot traité par la dose 2 (400 $\mu$ l/Kg) présente des spermatides allongés plus nombreux dans certain tubes que la premier dose ce qui prouve l'efficacité de cette dose (Figure 44 D2).

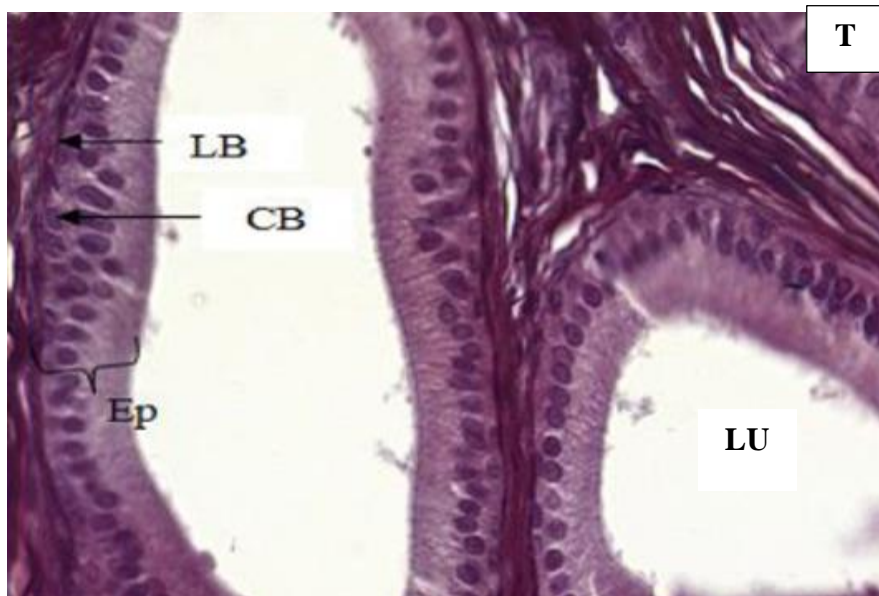


**Figure 44 :** Microscopie de coupe histologique au niveau de testicule des lapins âgés de 3mois après coloration de trichrome Masson au grossissement (10\*40).

Sp : Spermatogonie, SpC : Spermatocyte, SpR : Spermatide ronds, SpA : Spermatide allongé, Lu: Lumière.

### 2.3. Étude histologique des structures épидидymaires des lapins témoin

L'épithélium épидидymaire des lapins témoins est formé d'une rangée de cellules épithéliales prismatique pseudo stratifié. Ces cellules montrent un gros noyau arrondi et présentent vers la lumière une bordure avec des prolongements cytoplasmiques très fins appelée stéréocils. Nous avons également observé des cellules basales reposant sur une lame basale fine. Le tissu conjonctif intertubulaire est formé de cellules musculaires, de fibroblastes et de vaisseaux sanguins (Figure 45).



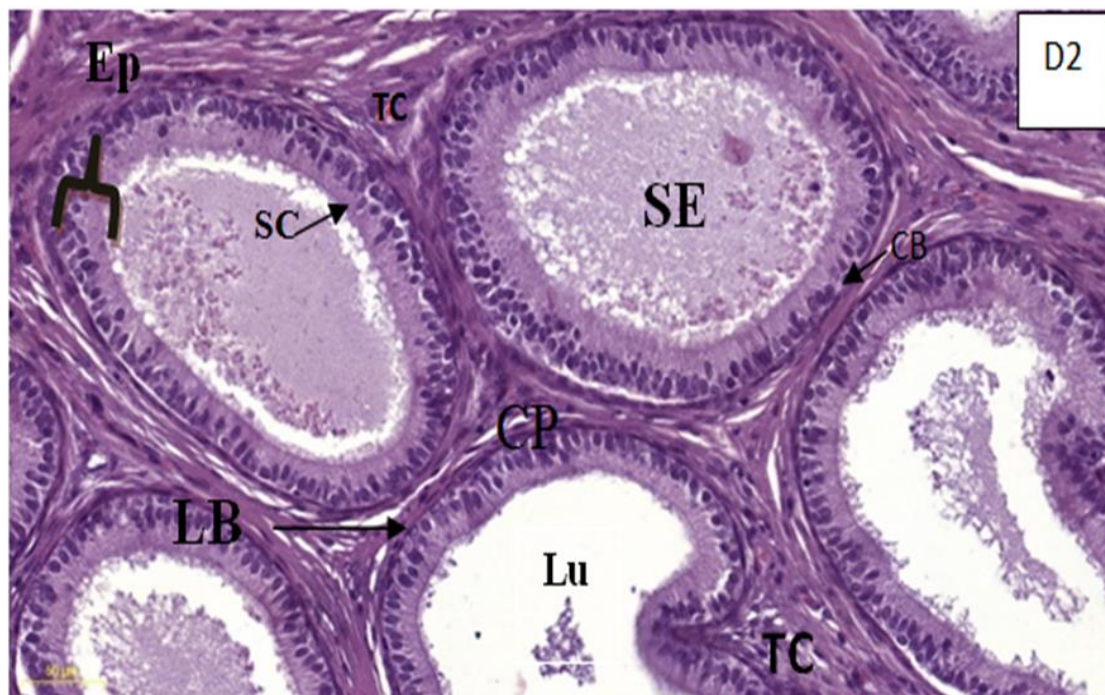
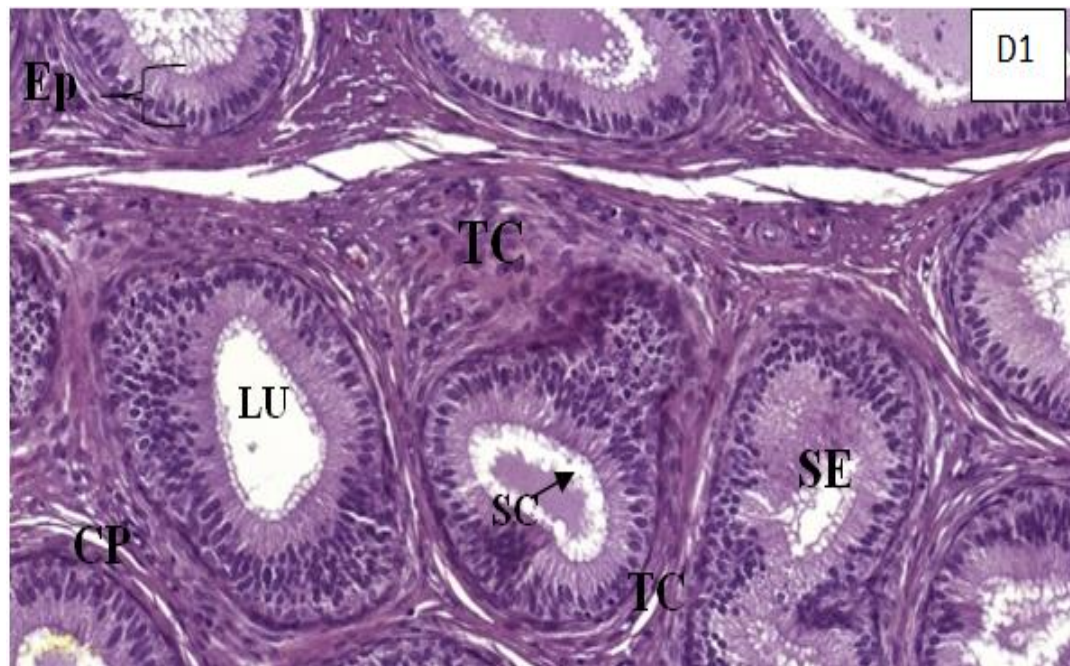
**Figure 45** : Microscopie de coupe histologique au niveau de l'épididyme des lapins témoins âgés de 3 mois après coloration de trichrome de Masson au grossissement (10\*40).

LU : lumière, LB : lame basale; Ep : épithélium.

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

Au niveau de l'épididyme des lapins traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier à la dose 1, nous observons des tubes épидидymaires bordés par une paroi musculaire à laquelle adhère une couche d'épithélium épидидymaire typique à savoir prismatique pseudostratifié, des sécrétions épидидymaires avec une lumière dépourvu de spermatozoïdes, et des stéréocils localisé au niveau apical des cellules principales (Figure 46 D1).

Chez les lapins traités par la dose 2 nous avons observé que le tube épидидymaire est bordé par un épithélium d'une hauteur plus grande à la dose 1, des sécrétions moyennes des tubes épидидymaire avec une lumière dépourvu de spermatozoïdes et des stéréocils plus grandes et nombreuses localisés au niveau apical des cellules principales, donc on constate que la D2 a un effet plus efficace sur les structures histologiques de l'épididyme (Figure 46 D2).



**Figure 46 :** Microscopie de coupe histologique au niveau de l'épididyme des lapins traités âgés de 3 mois après coloration de trichrome de Masson au grossissement (10\*40).

LU : lumière, LB : lame basale, TC : tissus conjonctif ; SE: sécrétion épидидymaire UV ; SC : stericils ; Ep : épithélium, CB : cellule basale.

### 3. Discussion

Les résultats obtenus portent sur les modifications des paramètres macroscopiques (poids Corporel, poids et volume testiculaire épидидymaire) et de la structure histologique des épидидymes des Lapins âgés de 3 mois traités par les huiles essentielles de Lentisque pistachier. Ces variables macroscopiques ont été considérées comme des marqueurs de la maturité sexuelle chez divers mammifères (Schinck el et *al.*, 1983 ; Salhab et *al.*, 2001 ; Mandal et *al.*, 2004).

#### 3.1. Paramètres macroscopique

Selon Piles et *al.* (2003), la croissance pondérale d'un animal est un caractère extrêmement variable en fonction des facteurs génétiques, alimentaires et/ou environnementaux. 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 *al.*, 1968). La croissance pondérale d'un animal résulte d'un développement en poids de chacun des éléments constitutifs de son corps (Micol et *al.*, 1993).

Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques poids corporel, poids et volume testiculaire et épидидymaire sont plus élevés chez les lots traités par rapport aux lots témoins d'une part. D'autre part la dose<sup>2</sup> de chaque huile à induit un effet plus important que la dose 1.

Nos résultats corroborent avec ceux obtenu par Fellag et Fethoun (2018) qui ont constatés une augmentation des poids corporels, testiculaires et épидидymaires qui est dose dépendante suite à un traitement par l'huile essentielle de la Menthe poivrée.

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

Kuçukyilmaz K et *al.* (2017) soulignent que l'huile essentielle de Lavande pourrait être considérée comme un facteur de croissance car elle induit une augmentation du poids corporel de 47 et 83g chez les oiseaux nourris avec 24 et 48mg de cette huile pendant 60 jours sans consommer d'aliments supplémentaires.

D'après Yayaoui (2018), l'administration de l'huile essentielle la Menthe poivrée pour les lapins âgés de 3 mois induit une augmentation du poids épидидymaire en fonction de la dose administrée. Nessah et Zaatri (2018) ont également constatés une augmentation dose

dépendante du poids et volume testiculaire et épидидymaire chez les lapins traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale et Romarin à verbène.

Selon Nasseм et al (1998), les extraits de graines de *Momordica Charantia* testés chez des rats pendant 35 jours induisent une augmentation du poids épидидymaire, ce qui montre qu'elle possède probablement une propriété androgénique.

Haeri et al (2006) ont constatés une amélioration considérable de tous les paramètres évalués tels que la puissance, la fécondité et l'indice de fertilité après administration de l'huile essentielle de la Sarriette (*Saturejakhuzestanica*) par voie orale aux doses de 75, 150 et 225 mg / kg / jour pendant 45 jours.

Cependant, l'extrait de la Menthe verte (*Mentha spicata*) à la dose de 20 g / l pendant 35 jours à provoquer une diminution significative du poids des testicules, épидидymes, vésicule séminale et de la prostate. Alors que la dose de 40g/l de la menthe verte pendant 25jours, a causé une diminution significative de la LH sérique, FSH, la testostérone et la concentration des spermatozoïdes aux niveaux de l'épididyme (Kumar et al., 2008).

Selon Sherif et al (2013), la consommation journalière de l'huile essentielle de *Nigella Sativa* à une dose de 0,4 ml n'a induit aucun effet sur la fertilité des rats mâles adultes à travers les mesures du poids des organes reproducteurs (testicules et épидидymes).

### 3.2. Paramètres microscopiques

L'étude des paramètres microscopiques des testicules et épидидymes des lapins prépubères traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier à différentes doses à montrer des variations structurelles dont l'apparition de spermatides allongés avec un petit noyau effilé et très dense dans certain tubes séminifères chez les lapins traités par cette huile essentielle, tandis qu'ils sont absents chez les témoins. Ces spermatides allongées sont plus nombreuses chez le lot traité par l'huile essentielle de Lentisque pistachier à la dose 2 par rapport à ceux traités par la dose 1.

L'épithélium épидидymaire des lapins traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier est de type prismatique pseudostratifié constitué de cellules basales et étroites en plus des cellules principales présentant des stéréocils à leur pôle apical. La hauteur de l'épithélium ainsi que la hauteur et le nombre de stéréocils augmente avec la dose administrée.

Les variables microscopiques comme le diamètre du tube testiculaire et épидидymaire, la nature de leurs épithélium ou encore la taille de ses cellules sont utilisées comme indicateurs de la maturité sexuelle et concordent modérément avec les variables macroscopiques en donnant une information supplémentaire quant à la maturité fonctionnelle des gonades (Schinckel et *al.*, 1983 ; Chemes, 2001).

La structure histologique des testicules et épидидymes des lapins traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier à présenter des modifications en fonction de la dose administrée par rapport aux témoins.

Les résultats obtenus corroborent avec ceux obtenus par Fellag et Fettoum (2018) qui a constaté que l'huile essentielle de la Menthe poivrée a engendré le déclenchement de la spermatogenèse chez le lapin mâle de la souche synthétique.

Les résultats obtenus par Mohammad et *al.* (2009), sur l'effet des grains de nigelle sur la spermatogenèse et la fertilité des rats mâles albinos auxquels l'extrait aqueux de *nigellasativa* à 300mg/kg a été administré par voie orale, a entraîné l'augmentation significative de la hauteur des cellules épithéliales et de la fonction sécrétoire au niveau de la tête et la queue de l'épididyme chez les groupes traités par rapport aux groupes témoins.

Al-Sa'aidi et *al.* (2009) observent lors de leurs études sur l'effet des extraits alcoolique de *Nigella Sativa* sur la fertilité du rat une augmentation significative du poids du testicule, du diamètre et de l'épaisseur des tubes séminifères contenant des spermatogonies et spermatocytes, ainsi qu'une augmentation de la hauteur des cellules épithéliales entourant l'épididyme chez les groupes expérimentaux.

Toutefois, l'effet de la Menthe verte à une dose de 30 et 40g /l induit chez le rats albinos mâles un stress oxydative hypothalamique et testiculaire et le traitement à entrainer une diminution de la synthèse de LH et de FSH et la libération des gonadolibérine (GnRH) ainsi que la testostérone testiculaire par la perturbation d'un certain nombre de cascades intermédiaires : synthèse du cholestérol, transport des esters de cholestérol dans les tissus stéroïdiennes et leur conversion en cholestérol. En effet, le traitement a diminué le taux des enzymes impliquées dans la biosynthèse des stéroïdes la 3 $\beta$ -HSD et 17 $\beta$ -HSD (Mishra et *al.*, 2014).

Par ailleurs, l'extrait de fleurs de benzène d'*Hibiscus rosa sinensis* une activité anti fertilité. D'ailleurs l'administration de cet extrait à des rats albinos mâles, à la dose de 200 mg/kg de poids corporel, a induit une diminution du poids corporel et des organes

reproducteurs tels que les testicules et les épидидymes avec une réduction significative de la numération des spermatozoïdes et de motilité du sperme (Kumar et *al.*, 2014).

D'autre part, l'extrait aqueux du goyavier « *Psidiumguajava* » a une activité contraceptive. En effet, traiter des rats albinos mâles par cet extrait aux doses de 250 et 500 mg/kg de poids corporel induit une réduction significative du poids des organes reproducteurs, des taux de testostérone, de cholestérol total, de triglycérides dans le sérum (Choudhury et Sinha., 2014).

L'administration de l'extrait aqueux de gousses sèches d'*Acacia nilotica* été donné à des rats Wistar mâles à la dose de 200 mg/kg de poids corporel provoque une réduction significative de la motilité et de la concentration de spermatozoïdes et les taux de testostérone. L'étude histopathologique des organes reproducteurs a montré qu'une dose d'*Acacia nilotica* perturbait l'architecture des tubules et du processus de spermatogenèse, possédant ainsi une activité antifécondante (Lampiao, 2013).



# **Conclusion**

## Conclusion

---

Au terme de notre travail portant sur l'effet de l'huile essentielle de Lentisque pistachier à deux doses différentes sur les paramètres macroscopiques et microscopiques des gonades.

En effet, le poids corporel, poids et volume testiculaire et épидидymaire) sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins. Néanmoins ceux traités par la dose 2 (400µl/kg) présentent un effet plus marqué par rapport à ceux traités par la dose 1 (200 µl/kg).

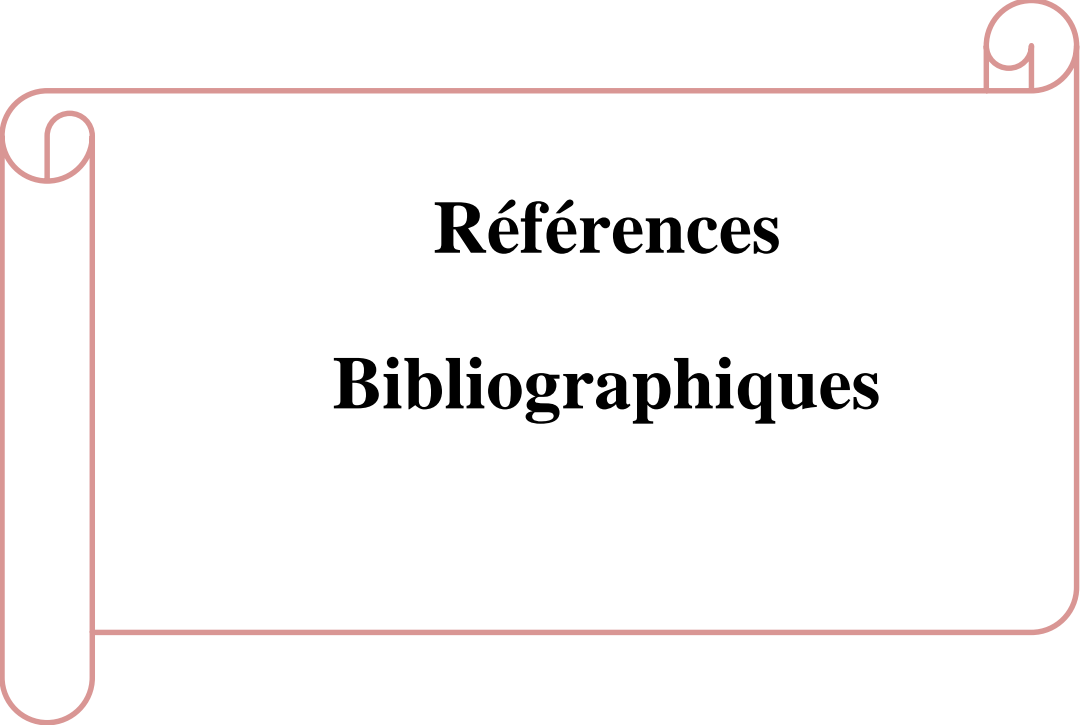
Sur le plan histologique les testicules et épидидymes des lapins traités présentent des changements qui varient selon la dose administrée par rapport aux témoins. De ce fait dans les testicules on observe l'apparition des spermatides allongés chez les traités à la dose 1 et deviennent plus abondant chez ceux traités à la dose 2.

Le Lentisque pistachier a induit un développement de l'épithélium épидидymaire riche en stéréocils avec présence de sécrétions dans la lumière de tube épидидymaire chez les traités par la dose 1 et deviennent plus importantes chez ceux traités à la dose 2.

De ce fait il semblerait que l'huile essentielle de Lentisque pistachier utilisé à différentes doses a un effet positif sur le développement des testicules et épидидymes, la spermatogenèse et la fertilité des lapins prépubères.

Afin de compléter cette recherche, il serait de grand intérêt de :

- Etudier les variations hormonales pour appuyer les résultats obtenus ;
- Réaliser cette étude dans un temps plus large et des doses plus élevées sur un effectif plus grands ;
- Renforcer cette étude par une étude histomorphométrique afin d'étudier les effets de Lentisque pistachier sur des paramètres microscopiques (le diamètre des tubes séminifères, la hauteur des cellules épithéliales .....);
- Suivre cette expérimentation sur l'évaluation des cellules germinales, sur la qualité nucléaire et les mouvements des spermatozoïdes ;
- Etudier l'impact de l'huile essentielle de Lentisque pistachier sur la fertilité féminine.



**Références**  
**Bibliographiques**

## (A)

- **Alvarino M.R. (1993).** Control de la reproduction en el conejo.1<sup>er</sup>éd.,IRYDA ,*Mundi-Prensa* (1) :137p.
- **Alvarino M.R. (2000).** Reproductive performance of male rabbits. *In: Proc. 7th World Rabbit Congresses. Valencia Jul., 2000, vol. A:* 13-35.
- **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.*, vol. 46 (1) : 51-68p.
- **Abou-Haïla A . et Fain-Maurel M.A. (1984)** .Regional differences of the proximal part of mouse epididymis: morphological and histo chemical characterization. *The Anat.Rec.*, vol. 209 (2) : 197-208.
- **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.*, vol. 20 : 803-824p.
- **Abraham L. et Kierszenbaum. (2002).** Histologie et biologie cellulaire : une introduction à l'anatomie pathologique. Edition. *De Boeck*, Paris : 529p.
- **Aitken R.J ., Nixon B., Lin M., Koppers A.J., Lee YH. et Baker M.A . (2007).** Proteomic changes in mammalian spermatozoa during epididymal maturation. *Asian J Androl* .9 : 554-564p.
- **Amann R.P., (1993).** Physiology and Endocrinology. In: Mc KINNON AO, VOSS JL (eds), *Equine Reproduction*, 1ed., Lea et Febigereds, Philadelphia: 1137-1154 p.
- **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 : Biologie cellulaire et moléculaire. Université LAVAL ,Canada : 282 p.
- **AL-Saghir M. G. (2006).**Phylogenetic Analysis of the Genus Pistacia (*Anacardiaceae*) (Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University).
- **Amhamdi H., Aounti F., Wathelet J. P. et Elbachiri A. (2009).**Chemical Composition of the Essential Oil of *Pistacialentiscus L.* from Eastern Morocco. *Record of Natural Products*, 3(2), 90-95p.
- **Arab K ., Bouchenak O. et Yahiaoui K. (2014).**Etude phytochimique et évaluation del'activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle et des composés

phénoliques du pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.). *J. Fundment. Appl. Sci.* 6, (1):79-93p.

➤ **Ansari S.H., Nahida. Et Siddiqui A.N. (2012).** *Pistacia lentiscus*: areview on phytochemistry and pharmacological properties. *Int J.Pharm.Sci*, 4, (4): 16-2p.

➤ **Al-Saaidi J.A.A ., Al-Khuzai A.L.D. et Al-Zobaydi N.F.H. (2009).** Effect of alcoholic extract of *Nigella sativa* on fertility in male rats. *Iraqi J.Vet.Sci.*, Suppl II : 123-128p.

## (B)

➤ **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* , 8 et 9 .Paris. : 1-11p.

➤ **Boulbina I ., AinBaziz H , Ilès I ., Belabbas R ., Benali N ., Zenia S et Temim S . (2012).** Effet de la saison de naissance sur l'âge d'entrée en puberté et les caractéristiques de la semence chez le lapin mâle de population locale algérienne (*Oryctolagus Cuniculus*) *Laboratoire de Recherche «Santé et Production Aïmales »*, *Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger, BP 161, 16200 El Harrach - Alger, Algérie.*

➤ **BellD J . et Mitchell S . (1984).** Effects of female urine on growth and sexual maturation in male rabbits. *Journal of Reproduction*.

➤ **Boussit D . (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture chez le lapin. *Edition Association Française de Cuniculture*, France : 240p.

➤ **Barone R ., Pavaux C ., Blin P.C . et Cuq P. (1973).** Atlas d'anatomie du lapin, *Masson éditions*, Paris, 220 p.

➤ **Barone R. (2001).** Anatomie compare des mammifères domestiques. Tome 4: splanchnologie II. *Edition vigot frères* : 241-561p.

➤ **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture chez le lapin. Edité par l'association français de cuniculture : *diffusion Lavoisier* TEC et DOC.

➤ **Barone R. (1978).** Color atlas of veterinary anatomy. *Anat.Rec.*, vol.1-2: 59-64p.

➤ **Bonnes G., Des Claude J., Drogoul L., 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* : 470p.

➤ **Breton S. et Da Silva N . (2012).** Rôle de l'épididyme dans le contrôle de la fertilité mâle. *Med. Sci. Amer.* 1: 1-20p.

- **Barone R. (2001).** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4 : splanchnologie II. *Edition Vigot Frères*, Paris : 896 p.
- **Barone R. (1978).** Color atlas of veterinary anatomy. *Anat.Rec.* , vol.1-2: 59-64p.
- **Barone R. (1984).** Anatomie comparée des mammifères domestique, tome 2 : Splanchnologie 1, appareil digestif , appareil respiratoire. *Eds. Vigot, Paris* (France) : 853 p.
- **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Edition Association française de cuniculture, France, diffusion Lavoisier TEC & DOC : PP 17-34. [Iculture.info/docs/indexbiol.htm](http://Iculture.info/docs/indexbiol.htm). (Accès 03/2009).
- **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: 358-373p.
- **Bedford J.M. (1979)** . Evolution of the sperme maturation and sperm storage functions of the epididymis. In: *fawcett dw, Bedford J.M (éd)*. The spermatozoa. Baltimore: 138 p.
- **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Edition Association française de cuniculture, France, diffusion Lavoisier TEC & DOC : PP 17-34. [Iculture.info/docs/indexbiol.htm](http://Iculture.info/docs/indexbiol.htm). (Accès 03/2009).
- **Bammou M., Daoudi A., Slimani I., Najem M., Bouiamrine E. H., Ibijbijen, J. et Nassiri L. (2015).** Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* è.»: Étude ethnobotanique, Screening photochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Bio.sciences*, 86(1), 7966-7975.
- **Boukeloua A. H. M. E. D., Belkhiri A. B. D. E. L. M. A. L. I. K., Djerrou Z., Bahri L., Boulebda N. et Pacha Y. H. (2012).** Acute toxicity of *Opuntia ficusindica* and *Pistacia lentiscus* seed oils in mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 9(4), 607-611p.
- **Brambell F.W.R. (1944).** The reproduction of the wildrabbit, *oryctolagus cuniculus*. *proc. zool. Soc. lond.* 114, 1-114p.
- **Belhadj S. (2001).** Les pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation. *Cahiers Options Méditerranéennes*, (56), 107-109p.
- **Bellakhder J. (1997).** *La pharmacopée marocaine traditionnelle medecine, Médecine arabe ancienne et savoirs populaires*. Casablanca: Le fenec. 764 p.
- **Ben Douissa F. (2004).** *Étude chimique et biologique de Pistacia lentiscus L* (Doctoral dissertation, Grenoble 1).

- **Botineau M. (2015)** . guide plantes à fruites et charnus comestibles et toxiques. *édition Lavoisier.*, paris, P315
- **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, 387-399p.
- **BOITI C. (2005)**. Guidelines for the handling of rabbit bucks and semen. *World Rabbit Sci*, WRSA, UPV: 72-80p.
- **Boussit D. (1989)**. Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Edition Association française de cuniculture, France, diffusion Lavoisier TEC & DOC : 17-34p. [Iculture.info/docs/indexbiol.htm](http://Iculture.info/docs/indexbiol.htm). (Accès 03/2009).

## (c)

- **Curtis S.k et Amann R.P (1981)**. Testicular development and establishment of spermatogenesis in holstein bulls. *J.Anim.Sci.* 53: 1645-1657p.
- **Cooper T.G. (1998)**. Interactions between epididymal secretions and spermatozoa. *Journal Reproduction and Fertility Suppl*, 53, 119-136p.
- **Cohen J.P., Hoffer A.P. et Rosen S. (1976)**. Carbonic anhydrase localization in the epididymis and testis of the rat: histochemical and biochemical analysis. *Biol. Reprod.* 14: 505-517p.
- **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*, vol. 125: 443-454p.
- **Cornwall G.A. et Hsia N. (2003)**. A new subgroup of the family 2 cystatins . *Mol Cell Endocrinol* , 200 1-8p.
- **Cyr D.G ., Gregory M ., Dube E ., Dufresne J ., Chan P.T. et Hermo 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.*, vol. 9 : 463-475p.
- **Choudhury S. et Sinha M.P. (2014)**. Effects of *Psidium guajava* aqueous extract on testosterone and serum lipid profile of albino rats. *Middle-East Journal of Scientific Research*, vol. 21 (10): 1893-1897p.
- **CASTELLINI C. (2008)**. Semen production and management of rabbit bucks. Dept. Of Applied Biology, University of Perugia, Italy, 9th World Rabbit Congress-June 10-13

➤ **Chemes H. E. (2001).** Infancy is not a quiescent period of testicular development. *Int. J. Andrology*, vol. 24 : 2-7p.

## (D)

➤ **Dadoune J. P ., Hadjhsy P ., Siffroi J. P et Vendrel E. (2000) .** Histologie. *Edition Médecine Science Flammarion* (2 ème Edition) : 229-246p.

➤ **Dadoune J.P., Hadjhsy P. et Vendrly J.P.S. (1990).** Histologie. Edition Médecine Science Flammarion, France : 352-353p.

➤ **Dadoune J .P., Hadjhsy P., Siffroi J.P et Vendrel E. (2000).** Histologie. Edition Médecine Science Flammarion (2 ème Edition) : 229-246p.

➤ **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 : 256-289p.

➤ **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 : biologie école doctorale VAS, université de RENNES : 192p.

➤ **Gayrard V. (2007).** « Physiologie de la reproduction des mammifères ». Thèse de Doctrat , école vétérinaire de Toulouse :198 p

➤ **Dohle G.R., Smit M. et Weber RF. (2003) .** Androgens and male fertility. *World J Urol* , 21 (5):341-345p.

## (E)

➤ **Eurell J.N. et Frappier L. (2006).** Dellmann ’s text book of veterinary histology Black well *Pub, Ames, Low.*

➤ **EL kalamouni C. (2010).** Caractérisations chimiques et biologiques d’extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Thèse de Doctorat à Université de Toulouse, INPT, France : 263p.

➤ **Ewula E.O. et Equnike G.N. (2010).** Effects of dictary fumonisin B1 on the onset of puberty, semenquality, fertlityrates and testicular morphology in male rabbts. *Reproduction*: 139 -439p.

## (F)

- **Frolich k. (1948)**.Some factor saffecting semen production in rabbits. Primo. *Congointern. fisiopat. h.iprod. Animal fecond. artif.* , Milano: 232p
- **Finzi A., Daader A., Yamani K., Soliman A. et Askar A. (2000)**.Influence of chronique high relative humidity on semenquality of hot stresse dbucks. 7th world Rabbit congress.
- **Fortun-Lamothe L.,Teau-Clément M., Combes S ., Allain D ., Lebas F., Le Normand B. et Gidenne T.(2015)**.chapitre 2 : physiologie .in Gidienne T., le lapin :de la biologie à l'élevage, édition Quae Versailles, France, 39-83 .
- **Fellag M. et Fethoun M. (2018)** . Étude préliminaire sur les effets de l'huile essentielle de la menthe poivrée sur la structure des testicules et épидидymes des lapins mâle de lasouche synthétique, au sevrage et pré pubère, université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou : 73p.
- **Frend R ., Bogerd J ., França L. et Vilela D.A.R. (1973)**. La fonction reproductive masculine. Organisation de la Santé, *Genève*, vol. 520 : 6-11p.
- **Flickinger C.J., Howards S.S.et English H.F. (1978)**. ultra structural differences in efferent ducts and Several regions of the epididymis of the hamster. *Am. J .Anat.*152, 557-585p.

## (G)

- **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.*, vol. 13: 39-50p.
- **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.
- **Garcia-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: 347–355p.
- **Grasse P. (1949)**. *Traité de zoologie Anatomie, Systématique, Biologie.*-Paris : *Ed. Masson et Cie* : 979 p.



- **Hinton B.T., Palladino M.A., Rudolph D. et Labus J.C. (1995).** The epididymis as protector of maturing spermatozoa. *Reproduction, Fertility and Development*, vol. 7 (4) : 731-745p.
- **Ho H. C. et Suarez S. S. (2001).** Hyperactivation of mammalian spermatozoa: function and regulation. *Reproduction* 722: 519-526p.
- **Hazard J. Et Perlemuter L. (2000).** *Endocrinologie, Abrégé.* Edition Masson, Paris: 363- 375p.
- **HAMILTON D.W. (1990).** Anatomy of mammalian male accessory reproductive organs. *Marshall's physiology of reproduction*, vol. 2 : 691-746p.
- **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: 81-102p.
- **Hoffer A. P., Hamilton D. W. et Fawcett D. W. (1973).** The ultrastructure of the principal cells and intra epithelial leucocytes in the initial segment of the rat epididymis. *Anat. Rec.* 175: 169-201p.
- **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- 391p.
- **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– 102p.
- **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 : 699–713p.
- **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 : 699–713p.
- **Holtz W., 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: 1-20p.

- **Houmadi A. (2007).**Maitrise des cycles sexuels chez les Bovins : application de traitements combinés à base de progestérone-PGF2-PMSG et progestagène-PGF2-PMSG. Mémoire de Master2, Zootechnie., IPR/IFRA de Katibougou Mali :60p.
- **Hiroe K. et Tomizuka T. (1965).** Effets d'un environnement à température élevée sur la production de sperme chez les animaux domestiques. (jap.) - bulletin of the national Institute of animal industry, japan no 9, 27-3s.
- **Haeri S ., Minaie B., Gholamreza A ., Shekoufeh N ., Khorasani R ., Esmaily H ., Salehnia A. et Abdollahi M. (2006).** Effect of Sature jakhuzestanica essential oil on Male rat fertility.Elsevier, Fitoterapia, 77: 495-499p.



- **Junqueira L.C. et carneiro J. (2007).** Basic histology. 11 théd copyright c the MC Grow hill companies.
- **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.
- **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 : 404-413p.
- **Jones R ., Hamilton D.W. et Fawcett D.W. (1979) .**Morphology of the epithelium of the extra testicular rete testis, ductus efferentes and ductus epididymidis of the adult male rabbit. *Am .J .Anat.* 156, 373-400p.



- **Kumar D ., Agrawal C.P, Mishra D.D et Singh V. (2014).** Effet anti-fertilité de l'extrait de benzène de fleurs d'*Hibiscus rosa sinensis* L. sur le système reproducteur chez des rats mâles albinos. *Indian Journal Applied & Pure Biology*, vol 29 (2) : 215-217p.
- **Kasa I.W. et Thwaites C.J. (1992).**Semenquality in bucks exposed to 34°C for 8h on either 1 or 5 days. *J.App. Rabbit Res.*, vol 15: 500-568.
- **KuçukYilmaz K ., Kigma Z ., AKdag A ., çetinKaya M ., Atalay H., Ates A., Gursel E . et BOZKurt M., 2017.**effet of lavender (*Lavandulastoechas*) essential oil on growth animal (47) N02 : 178-186p.
- **Kumar V., Kural M.R., Pereira B.M.J. et Roy P. (2008).** Spearmint induced Hypothalamic oxidative stress and testicular anti-androgenicity in male rats –altered 82

Levels of gene expression, enzymes and hormones. *Food. Chem.Toxicol.*; 46:3563– 3570.

➤ **Kirchhoff C. (1999).** Expression génique dans l'épididyme .Dans international review of cytology.*Acad.elicpress*, 188:133-202p.

## (L)

➤ **Lebas F., Coudert P., Rouvier R. et Rochambeau H. (1984).** Le lapin : élevage et pathologie édition FAO, Rome : 1984-298p.

➤ **Lebas F., Coudert P., Rochambeau H., 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, 1996.N°19.P51 *and Fertility*, 71: 155-160p.

➤ **Lebas F. (2009).** Biologie du lapin. Sous chapitre 7. 2. reproduction du mâle. <http://www.cuniculture.info/docs/indexbiol.htm>. (Accès 03/2009).

➤ **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. *Biol.Reprod.*61, 705-714p.

➤ **Little T.V. et Holyoak G.r. (1992) .** Reproductive anatomy and physiology of the stallion. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 8 (1): 1-29p.

➤ **Lebas F., Coudert P. et De Rochambeau H. (1990).** Le lapin: élevage et pathologie. Collection F.A.O : producton et santé animal: 1-210p.

➤ **Luzi F., Maertens L., Mtjten P. et Pizzi F. (1996) .**Effect pfeedinglevel and dietaryprotein content on libido and semencharacteristics of bucks. In Processe. : 6th Word Rabbit Congres., Toulouse,2:87-92p.

➤ **Lin T., J.K. Calkins., P.L. Morris., W. Vale. et C.W. Bardin . (1989).**Regulation of Leydig cell function in primary culture by inhibin and activin . *Enderinology* 125(4): 2134-40.

➤ **Lampiao F. (2013).** Les effets anti-fertilité d'*Acacia nilotica* chez les rats mâles Wistar. *Journal de Reproduction Infertilité*, vol 14 (1) : 39-42.

## (M)

- **Mandal D.K ., Singh K. et Tyagi S . (2004) .** Age related changes in body size and gonadal development of growing Friestwal bulls. *Indian J. Anim. Sci .* 74 (1): 31-34p.
- **Martinet T. (1978).** Physiologie de la reproduction du lapin. Journée d'études CNRS-INRA, Orléans, France.
- **Marieb E.N. (2008) .** Biologie humaine : Principe d'anatomie et de physiologie. Edition *Pearson / Education* (8ème édition) : 571-578p.
- **Marieb N.E. (2006).** Anatomie et physiologie humaines. 6ème éd. Renouveau pédagogique, France : 1096 p.
- **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: 195-206p.
- **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. Biology.* 101:1773-1781p.
- **Marthin H. J. et Barry J. E . (2001) .** Reproduction. *De Boeck*, Paris : 298p.
- **Muller Y. et Clos J. (1997).** La reproduction (Gonades, gamètes et fécondation). *Edition Nathan*, Paris: 9-31.Paris, 220 p
- **Marieb E.N. (1999).** Anatomie et physiologie humaines 2ème édition.*DeBoeck* université.
- **Martinet L. (1973).** Quelques aspects de la physiologie de la reproduction du lapin. Conférence, *Session ITAVI Toulouse, sept : 1973.*
- **Mukai C. et Okuno M. (2004).** Glycolysis plays a major role for adenosine triphosphate supplementation in mouse sperm flagellar movement. *BiolReprod* 71:540-547p.
- **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 male adulte .,Thèse de Doctorat, :Endocrinologie et interactions cellulaire .,Université de Paris-Sud .Faculté de médecine(Le Kremlin-Bicêtre,Val-de-Marne),p :121-154.
- **Micol D., Robelin J. et Geay Y. (1993).** Composition corporelle et caractéristique biologique des muscles chez les bovins en croissance et à l'engrais. INRA Production

➤ **Mohammad M.A., Mohamad M.M. et tDradka H. (2009).** Effects of black seeds (*Nigella sativa*) on spermatogenesis and fertility of male albino rats. *Research Journal of Medicine and Medical Sciences*, vol 4 (2): 386-390p.

➤ **Migaud M., Dardente H. , Keller M., Batallier M., Meurisse M. , D. Pillon., PRC., CNRS., IFCE., INRA. (2016).** Contrôle neuroendocrinien de la reproduction chez les mammifères. Université de Tours, 37380, Nouzilly, France.

## (M)

➤ **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 :129-133p.

➤ **Noblanc A., Kocer A. et Drevet J. (2012).** Protection post-testiculaire des gamètes mâles contre les dommages radicalaires. *Médecine Science*, 28 :519 – 525p.

➤ **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.

➤ **Nassem M. Z. , Patil S.R. et Patil S.B. (1998).** Anti spermatogenic and androgenic activities of *Momordica charantia* (Karela) in albinosrats. *Journal of ethmopharmacology*. Vo 1 .61 : 9-16p.

## (O)

➤ **Olson G.E. , 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: 20–34p.

## (P)

➤ **Pariest C.C. , Feinberg J.M., Dacheux J.L. et Weinman S.J. (1985).** Changes in calmoduline level and cAMP dependent protein kinase activity during epididymal maturation of spermatozoa. *J. Reprod. Fertil.*74: 105-112.

➤ **Pollanen P., Cooper T.G. (1994).** Immunology of the testicular excurrent ducts. *J. Reprod Immunol.* 26, 167-216p.

- **Pinilla L., Aguilar E., Dieguez C ., Millar R.P., Tena-Sempere M.( 2012).**Kisspeptins and reproduction: physiological roles and regulatory mechanisms. *Physiol. Rev.*92, 12
- **Piles M ., Gianola D ., Varona L ., Blasco A. (2003).** Bayesian inference about Parameters of a longitudinal trajectory when selection operates on a correlated trait. *J.Anim. Sci.* 81 2714–24.

## (R)

- **Robaire B ., Syntin P ., Jervis K ., Pineau C . et Saez J.( 1996):** The coming of age of the epididymis. In *J-goueds. Testis, Epididymis and Technologies in the year 2000.* New-York, Springer-Verlag, 2000: 229-262p.
- **Roser J.F. (2008).** Regulation of testicular function in the stallion: an intricate network of endocrine, paracrine and autocrine systems. *Anim.Reprod.Sci.*, vol. 107 (3-4) : 179-196p.
- **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).
- **Roger T. (2002).** Contribution à l'étude anatomique de L'appareil Uro-Genital mâle du grand aulacode. Université Cheikh Anta Diop De Dakar : 20p.
- **Robaire B .et Hermo L. (1988).**Efferent ducts, epididymis, and vas deferens: structure, functions, and their regulation. In *The Physiology of Reproduction* pp 999- 1080 Eds E Knobil et . Neill. RavenPress, New-York.
- **Robaire B. et Viger R.S. (1995).**Regulation of epididymal epithelial cell functions. *Biol .Reprod.* 52:226-236.
- **Ramos A.S., Dym M. (1977).**Fine structure of monkey Epididymis. *Am .J .Anat* 149, 501-531p.
- **Robaire B ., Hinton B.T. et Orgebin-Crist M.C. (2006).**The epididymis. In: *Neill J.D.* (ed.) *Physiol. of Reprod*, New York: 1071-1148.
- **Russel L.D., Griswold M.D. (1993).**The Sertoli cell. Cache River press, clearwater, FL .P826.
- **Ramé ., Alain ., Sylvie T. et Héron N. (2007).**Anatomie et physiologie. *Elsevier Masson SAS*, paris : 592 p.
- **Robert C. et Vincent P. (1995).** Biologie Physiologie Humaine. *Edition Vuibert*, Paris : 700p.

- **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.
- **REJRAJI H.R. et DREVE T.(2004).** Sécrétions apocrines dans le tractus génital mâle : Rôles potentiels dans la maturation des gamètes. *Andrologie* 2004, 14, N°22-33.



- **Shérif M., Sibghatullah S., Sree H. et Mueen A.(2013).** Sensibility of male rats fertility against olive oil, Nigella sativa oil and pomegranate extract. *Asian Pac J.Trop.Biomed*, 3 (7): p. 563-8.
- **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):1065-1076p.
- **Salhab S.A., Zarkawi M., Wardeh M .F., Al-Masri M.R. et Kassem R. (2001).** Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, Bodyweight and parental size in growing ram lambs. *Small Ruminant Res.* 40: 187-191p.
- **Sullivan R. (2004).** Male fertility markers, myth or reality. *Anim.Reprod.Sci.*,83 : 341-347p.
- **Setchell B.P., Maddocks S. et Brooks D.E. (1994).** Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. *The physiology of reproduction* : 1063-1175p.
- **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: 999-1012p.
- **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: 65-76p.
- **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: 705-714p.
- **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 : 999-1012p.
- **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-états des Sciences et Vétérinaires. P 113.

- **Siffroi J.P. (2001).** L'appareil génital masculin [en ligne]. Service d'Histologie, Biologie de la Reproduction et Cytogénétique Hôpital *Teno*. p 1-45.
- **Skinner J.D. (1967).** Puberty in the male rabbit (Brief communication). *Journal of Reproduction and Fertility*, 14: 151-154p.  
<http://www.reproduction-online.org/content/14/1/151.long>
- **Saez F., Ouvrier A. et Drevet J.R. (2011).** Epididymis cholesterol homeostasis and sperm fertilizing ability. *Asian J. Androl.*, 13: 11-17p.
- **Saez J.M. (1994).** Leydig cells : endocrine, paracrine, and autocrine regulation. *Endocr.Rev.*, 15 (5) :547-626p.
- **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*, vol. 73 (5): 891-898p.
- **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.Mol.Dis*.
- **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.
- **Schinkel 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.*, vol. 56 (5) : 1065-1076p.



- **Theau-clemen M. (2005).** Préparation de la lapine à l'insémination : analyse bibliographique. 11ème journées de la recherche cynicole, Paris (France), 9-30 novembre 2005, 67-82p.
- **Thibault C. et Levasseur M.C. (2001).** La reproduction chez les mammifères et l'homme. Nouvelle édition, éd. *Ellipses* (Paris): page 258-260-276.
- **Turner R.M. (2003)** Tales from the tail: what do we really know about sperm motility? *J. Androl*, 24(6):790-803p.
- **Takano H. (1980).** Qualitative and quantitative histology and histogenesis of the mouse epididymis, with special reference on the regional difference. *Acta Anat Nippon*, vol. 55 : 573-587.

- **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.
- **Tortora G. J., Grabowski S. R. et Parent J.C. (1995).** Biologie humaine Cytogénétique régulation-reproduction. Edition CEC, collégial et universitaire, p 311- 322.
- **Tortora A. et Gerard J. (2007).** Principe d’anatomie et de physiologie. Edition de boeck. Canada 11ème ed. 1341p.
- **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*, volume 64, issue 3,1 march 2001, Pages 735-742.

## (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).** Immuno cyto 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.* Vol266 : 2348-2351p.
- **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 Chinchilla rabbit. *Acta. Histo.chemica.* : 9p.

## (w)

- **Wrobel K.H. (1990).** Male reproduction system. 2ème Ed *In: Textbook of Veter. Histo.*, France: 665 p.
- **Wargo M.J. et Smith E.F. (2003).** Asymmetry of the central apparatus defines the location of active microtubule sliding in chlamydomonas flagella. *Proc.NathA.cad.Sci USA*, 100(1): 137- 142p.
- **Welsch U. (2002).** Précis D'histologie. Cytologie, Histologie, Anatomie Microscopique. Ed. Médicales internationales, Tournai (Belgique): 260 p.

➤ **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) p: 16-26.

**(y)**

➤ **Yayaoui M. (2018).** Obtention du Diplôme de Master. Etude préliminaire sur l'effet de l'huile essentielle « *Menthapiperita* » sur la structure histologique des épидидymes des lapins mâles « *Oruictolagus cuniculus* » de la souche synthétique pubères et prépubères (3 et 5 mois).

➤ **Young B., Heath J.W., Lowe J.et Stevens A. (2008).** Histologie fonctionnelle de Whaeter. *De Boeck université.* 467p.

➤ **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.*, 53:137-147p.

➤ **Ying S.Y.(1988).** Inhibins, activins, and follistatins: gonadal of follicule stimulating-hormone. *Endocrinology Rev* vol. 9 : 267-293p.



# **Annexes**

**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 A ..... 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 Grocott ..... 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.  
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.

## Annexes

---

### **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

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

Vert lumière.....1g

Eau distillée ..... 100 ml

Acide acétique ..... 0,2 ml

Conservation illimitée

## **Résumé**

L'objectif de cette étude est de déterminer les effets de l'huile essentielle de Lentisque pistachier sur le poids corporel et le poids des organes reproducteurs (testicules et épидидymes) du lapin (*Oryctolagus cuniculus*), ainsi que sur la structure histologique des gonades. Notre étude est portée sur 18 lapins mâles prépubères (3mois) appartenant à la population locale, qui sont répartis en 3 lots: le premier lot est destiné aux lapins témoins, le deuxième et troisième lot pour les lapins traités par la dose 1 (200µl/kg) et la dose 2 (400µl/kg). Ces animaux ont été pesés puis traités une seule fois par l'huile essentielle de Lentisque pistachier par voie orale. Une semaine après le traitement, les lapins ont été sacrifiés par saignement, les testicules et les épидидymes sont prélevés, dégraissés et pesés, puis fixés au Bouin Hollande pour effectuer une étude histologique. Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques (poids corporel et poids des testicules et épидидymaires) sont plus élevés chez les lapins traités par cette l'huile essentielle par rapport aux témoins, dont la dose 2 présente des valeurs plus importantes que la dose 1. Sur le plan histologique l'huile essentielle de Lentisque pistachier induit une variabilité microscopique importante, au niveau testiculaire qui se traduit par apparition des premières spermatozoïdes allongés alors que la spermatogenèse est au stade spermatozoïdes ronds chez les témoins. Au niveau épидидymaire, l'épithélium est de type prismatique pseudo stratifié riche en stéréocils avec présence des sécrétions dans la lumière de tube épидидymaires, chez les lapins traités qui sont plus développées par rapport aux témoins.

### **Mot clés :**

Lapins mâles, gonades, Huile essentielle, Reproduction.

### **Abstract**

The objective of this study is to determine the effects of *Lentiscus pistachio* essential oil on the body weight and the weight of the reproductive organs (testes and epididymis) of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*), as well as on the histological structure of the gonads. Our study is carried out on 18 prepubertal male rabbits (3 months) belonging to the local population, which are divided into 3 batches: the first batch is intended for control rabbits, the second and third batch for rabbits treated with dose 1 (200 µl / kg) and dose 2 (400µl / kg). These animals were weighed and then treated only once with the essential oil of *Lentiscus pistachio* orally. One week after the treatment, the rabbits were sacrificed by bleeding, the testes and the epididymis are removed, defatted and weighed, then fix in Bouin Holland for a histological study. The results obtained show that the macroscopic parameters (body weight and weight of the testes and epididymis) are higher in the rabbits treated with this essential oil compared to the controls, for which dose 2 has higher values than dose 1. Histologically, *Lentiscus pistachio* essential oil induces significant microscopic variability at the testicular level which results in the appearance of the first elongated spermatozooids while spermatogenesis is at the round spermatozooid stage in the witnesses. At the epididymal level, the epithelium is of the pseudo-stratified prismatic type rich in stereocilia with the presence of secretions in the lumen of the epididymal tube, in the treated rabbits which are more developed compared to the controls.

### **Keywords:**

Male rabbits, gonads, Essential oil, Reproduction.