



République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMERY, Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques
Département des sciences biologiques

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en sciences biologiques

Spécialité: Biologie et physiologie de la reproduction

Thème

Effet de l'huile essentiel de *Géranium Rosat* sur la structure testiculaire des lapins mâles prépubère.

Présenté par :

- BELHADJIE Meriem
- LARABI Amal

Soutenue Devant le jury composé de

M ^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeure	Présidente	UMMTO
M ^{me} LAKABI-AHMANACHE L.	MCA	Promotrice	UMMTO
M ^{me} Kasdi M.	Doctorante	Co-promotrice	UMMTO
M ^{me} Akdader S.	MCB	Examinatrice	UMMTO

Année 2023-2024

Remerciements

*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 Kasdi M** 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.*

*On voudrait 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 **Mme. AKDADER S** Maître de Conférences B à l'UMMTO, merci d'avoir accepté d'évaluer notre travail.*

Dédicaces

Après de longues années d'efforts, aujourd'hui est le grand jour, me voilà sur le seuil de mon diplôme. Le chemin n'a pas été facile. La joie et la reconnaissance m'envahissent lorsque je me remémore tout le chemin que j'ai parcouru. Ce mémoire est le fruit de ma persévérance, une dédicace spéciale à mes chers parents à qui aucun mot ne saurait exprimer mes sincères remerciements.

À la femme exceptionnelle qui a toujours été mon pilier, ma source de force et de sagesse. Ton amour inconditionnel et ta bienveillance ont façonné la personne que je suis aujourd'hui, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Merci pour tout ce que tu fais, tu es mon plus précieux trésor.

Cher Papa, ta présence aimante et ton soutien sans faille sont des trésors inestimables dans ma vie. Merci pour la confiance que tu m'as témoignée tout au long de mes études. Je suis reconnaissant pour tout cela.

À mon grand-père bien aimé, ton souvenir restera éternellement dans mon cœur, ainsi que ma grande mère Fatima.

Chères tantes adorées ZAHIA, BAYA, DJEDJIGA, DJAMILA, chers oncles RABAH et MOH, il est impossible d'exprimer à quel point votre présence et votre soutien ont été des piliers essentiels dans ma vie, illuminant les moments de bonheur et apaisant les instants difficiles. Merci du plus profond de mon cœur pour tout ce que vous avez fait pour moi, ainsi qu'à leurs conjoints respectifs.

Chère Mamie, tu es comme une seconde mère pour moi. Je suis infiniment reconnaissante de t'avoir à mes côtés, ta gentillesse et ton soutien sont un vrai trésor pour moi MERCI.

À ma cousine MAYA, que je considère non seulement comme une sœur, mais aussi comme ma confidente, mon pilier, tu me manques énormément, ainsi que mon cousin youyou.

À mes chers cousins, cousines qui illuminent notre famille : ILYAN, LEA, YOUYOU, MELISSA, ELZA, KARIM, ENZO, LEANA, AYLAN, NELYA, SILYA, et à mon très cher frère AMAR, tu es le plus précieux à mes yeux.

À mon frère Nabil et sa femme et mon petit neveu Wasim.

À ma chère amie Lina, compagne de mille aventures et confidente en tous instants, je te remercie pour ta loyauté inconditionnelle et ta présence réconfortante.

À ma chère amie Amel, même à travers la distance qui nous sépare, notre amitié reste forte et précieuse. Ta présence et ton soutien continus sont infaillibles. Merci pour tout ce que tu apportes à ma vie.

À toutes mes amies avec qui j'ai partagé des merveilleux moments, en particulier ma très chère Thanina.

À mon binôme Meriem, avec qui j'ai partagé ce travail dans la joie et la bonne humeur. Que Dieu réalise tes rêves les plus fous.

Amel

Dédicaces

Après longues années d'efforts, aujourd'hui est le grand jour, me voilà sur le seuil de mon diplôme. Le chemin n'a pas été facile. La joie et la reconnaissance m'envahissent lorsque je me remémore tout le chemin que j'ai parcouru. Ce mémoire est le fruit de ma persévérance, une dédicace spéciale à tous ceux qui m'ont accompagné jusqu'au bout,

À mon cher grand-père, même si tu n'es plus physiquement parmi nous, ta présence reste gravée dans mon cœur à chaque étape de ma vie. Je suis infiniment reconnaissant pour tout ce que tu as fait pour moi. C'est grâce à toi que je suis là où je suis aujourd'hui, même si tu n'es plus là mais je sais tu seras avec moi en esprit, je t'aime.

À la lumière de mes yeux, ma raison d'être, ma raison de vivre, ma très chère mère Lidia qui m'a 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.

À Ma chère grand-mère, tu as toujours été comme une maman pour moi. Tu as été un soutien inconditionnel, une source de tendresse et de prières tout au long de mes études. Aucune dédicace ne pourrait suffire à exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Tu es vraiment unique et spéciale pour moi.

À mes très chères tantes « Dalila, Kahina, Safia, Lamia et Samira » et mes chers oncles « Saïd, Rafik et Samir » ainsi que leur conjoints respectifs et mes cousins et cousines, les mots ne Suffisent pas pour exprimer leurs grand amour et encouragements, et leur soutien moral, Vous êtes mes fidèles accompagnants dans les moments les Plus délicats.

À mon père, mes petites sœurs Lina, Wissal et Malak, ainsi qu'à mes grands-parents Ayi et Papa-mouh, mes tantes, mes oncles et leurs conjoints respectivement ainsi qu'à mes cousins et cousines paternel, merci pour votre soutien et présences.

À mon binôme Amel pour tous ses efforts, sa patience persévérance qui a permet de réaliser ce travail, Que Dieu réalise tes rêves les plus fous.

Meriem

Liste des figures

Figure 01 : Appareil génitale mâle (Barone et al.,1973).....	3
Figure 02 : Structure interne du testicule (Castonguay, 2018).....	4
Figure 03 : Schéma des enveloppes testiculaires (Barone, 2001).....	4
Figure 04 : Vascularisation du testicule (Bailleul et Mauroy, 1991.....	5
Figure 05 : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007).....	6
Figure 06 : Schéma de l'ultra structure de la cellule de Sertoli (Boukhzer,1995).....	7
Figure 07 : Schéma de la stériodogenèse (Fluk et Pandey,2014).....	8
Figure 08 : La Spermatogenèse (Hamilton, 2019).....	9
Figure 09 : Les étapes de la spermiogénèse (Gayrard, 2007).....	11
Figure 10 : Shéma d'un spermatozoïde(Moigne et Foucrier,2009).....	11
Figure 11 : Anatomie et régionalisation de l'épididyme (Hermo et Robaire, 2002).....	12
Figure 12 : Représentation schématique de l'épithélium pididymaire (Girouard, 2009).....	13
Figure 13 : Représentation schématique du canal épидидymaire (Girouard,2009).....	15
Figure 14 :Régulation de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique ((Leveque, 2003).....	17
Figure 15 : Action des gonadotrophines au niveau gonadique (tostain et <i>al.</i> ,2004).....	18
Figure 16 : Lapin mâle de la souche synthétique (Originale, 2024).....	19
Figure 17 : des lapins divisés en deux lots de différente dose dans des cages spéciales (Originale, 2024).....	21
Figure 18 : Pesés des lapins (Originale, 2024).....	22
Figure 19 : Photographie illustrant la prélevation de l'huile et son administration aux lapins (Originale,2024).....	22
Figure 20 : Illustration d'un lapin sacrifié et de sang prélevé(Originale,2024).....	23
Figure 21 :Centrifugation du sang (Originale,2024).....	23
Figure 22 : Présentation de l'épididyme et de testicule du lapin lors du sacrifice (Originale; 2024)...	24
Figure 23 : Balance de précision de 0,01g (Originale ; 2024).....	24
Figure24 : Prélèvement et dégraissage des organes génitaux.....	25

Liste des figures

Figure 25: Imprégnation des échantillons dans l'étuve (Originale, 2024).....	26
Figure 26 : Organe placé dans des moules de paraffine (Originale, 2024).....	27
Figure 27 : Photographie d'un microtome (Originale ; 2024).....	27
Figure 28 : Le ruban de paraffine et de tissu placé dans un mélange d'eau Gélatiné (Originale ; 2024).....	28
Figure 29 : Etape de réhydratation (Originale, 2024).....	28
Figure 30 : Une série d'une coloration topographique (originale ; 2024).....	29
Figure 31: Représentation graphique de l'évolution du poids corporel des lapins traité par l'huile essentielle de Géranium Rosat.....	31
Figure 32: graphique montrant l'évolution du poids moyen des testicules gauches et droits des lapins mâles prépubères traités par l'huile essentielle de Géranium Rosat.....	32
Figure 33: Représentation graphique montrant l'évolution du poids total des testicules des lapins mâles prépubères après l'administration d'huile essentielle Géranium Rosat.....	33
Figure 34: Représentation graphique du poids relatif des testicules des lapins mâles traité par l'huile essentielle Géranium Rosat	34
Figure 35: coupe histologique du testicule des lapins mâles prépubère témoins.....	35
Figure 36 : coupe histologique du testicule du lapin mâle prépubère traité par l'huile essentiel Géranium Rosat dose 400 µl/kg et 600µl/kg.....	36

Liste des abréviations

ABP: Androgène Binding Protéine.

AMH: Hormone Antimullérienne.

ATP: Acide adenosine-triphosphorique.

Cl: cellule Leydig.

Cs: cellule Sertoli.

T : Témoin.

D1 : Dose 1.

D2 : Dose 2.

DHT : Dihydrotestostérone.

ESM : Erreur Standard liée à la Moyenne.

FSH: Folliculo Stimulating Hormone.

GnRH: Gonadotropine Releasing Hormone.

LH: Luteinizing Hormone.

P : p-valeur.

P. Graveolens : Pélargonium Graveolens.

Sc: spermatocyte.

SD: surrénales droite.

Sg : Spermatogonie.

SG: surrénales gauche.

Tc: Tissu conjonctive.

TD : Testicule droit.

TG : Testicule gauche.

TS : Tube séminifère.

Liste des figures

Liste des tableaux

Abréviation

Introduction	01
Chapitre I : Rappels anatomiques et histologiques de l'appareil reproducteur mâle.	
1 Appareil reproducteur du lapin mâle.....	03
2 Testicule.....	03
2.1 Anatomie.....	03
2.1.1 Enveloppe testiculaire	04
2.1.2 Vascularisation et innervations des testicules.....	05
2.2 Histologie fonctionnel du testicule.....	05
2.2.1 Compartiment tubulaire.....	06
2.2.1.1 Cellules de sertoli.....	06
2.2.1.2 Cellules germinales.....	07
2.2.2 Compartiment interstitiel.....	07
12.2.2.1 Cellules de leydig	07
2.3 Fonction du testicule.....	08
2.3.1 La stéroïdogénèse.....	08
.2.3.2 La spermatogénèse	08
2.3.2.1 Spermatogonies.....	09
2.3.2.2 Spermatocytes	09
2.3.2.3 Spermatides.....	10
2.3.2.4 La spermiogénèse	10

Sommaire

2.3.2.4.1 Spermatozoïdes	11
3 Epididyme.....	12
3.1 Anatomie	12
3.2 Histologie.....	13
3.2.1 Les cellules principales	13
3.2.2 Cellules apicales.....	13
3.2.3 Cellules étroites.....	14
3.2.4 Cellules basales.....	14
3.2.5 Cellules en Halo.....	14
3.2.6 Cellules claires	14
3.2.7 Lumière du canal épидидymaire.....	14
3.3 Fonction de l'épididyme.....	15
3.3.1 Fonction de sécrétion.....	15
3.3.2 Fonction d'absorption.....	15
3.3.3 Fonction métabolique	15
3.3.4 Maturation des spermatozoïdes.....	16
3.3.5 Acquisition de la mobilité	16
3.3.6 Stockage des spermatozoïdes.....	16
4 Régulation hormonal.....	16
3.1 Axe hypothalamo-hypophysio-gonadique.....	16
4.1.1 GNRH.....	17
4.1.2 FSH et LH.....	17
4.2 Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par le testicule.....	18

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Lieu d'expérimentation	19
2. Matériels et méthode	19
2.1. Model animal.....	19
2.2. Model végétal	20
3. Protocole expérimental.....	21
3.1. Pesée et administration de l'huile essentielle	22
3.2. Sacrifices et prélèvements.....	22
4. Étude histologique	25
4.1. Fixation des échantillons.....	25
4.2. Déshydratation et éclaircissement.....	26
4.3. Imprégnation	26
4.4. Inclusion	27
4.5. Confection des coupes et collage	27
4.6. Déparaffinage et réhydratation.....	28
4.7. Coloration topographique et Déshydratation	29
4.8 Montage.....	29
4.9. Observation des lames.....	30
5. Étude statistique.	30

Chapitre III : Résultats et discussion.

1 Résultats de l'étude macroscopique.....	31
1.1 Poids corporel.....	32
1.2 Evolution du poids testiculaire.....	32

Sommaire

1.2.1 Poids des testicules droits et gauches.....	32
1.2.2 Poids total des testicules.....	33
1.2.3 Évolution poids relatif des testicules.....	33
2. Résultats de l'étude microscopique.....	34
2.1. Etude histologique testiculaire.....	34
2.1.1. Etude histologique des testicules des lapins témoin.....	35
2.1.2. Etude histologique des testicules des lapins traite par Géranium rosat.....	35
3 Discussion des résultats.....	37
3.1 Paramètres macroscopiques.....	37
3.2 Paramètres microscopiques.....	38
Conclusion.....	39
Références bibliographiques.....	40



Introduction

La reproduction est un processus vital et complexe qui implique une coordination précise de nombreux mécanismes corporels pour assurer la survie et la pérennité de l'espèce au fil du temps. Elle repose sur un équilibre entre la santé, la vitalité et la fertilité des individus, ainsi que sur la transmission des gènes à la génération suivante.

Le lapin est un animal polyvalent, utilisé à la fois comme animal de compagnie et comme modèle de recherche. Sa reproduction est remarquable en raison de son intervalle court entre les générations. Cela lui confère de nombreux avantages en termes de productivité et de reproductivité (Joly et Theau- Clément, 2000).

La fertilité masculine est un processus complexe régulé par l'axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire. Cet axe est essentiel pour la différenciation des gonades, la descente des testicules, le déclenchement de la puberté, ainsi que la multiplication et la maturation des cellules testiculaires. Il s'agit d'une série de processus en cascade qui jouent un rôle crucial dans la fertilité masculine (Vigueras-Villasenor et *al.*, 2013).

Les testicules sont composés de tubes séminifères, où se déroule la spermatogenèse, et de tissus interstitiel contenant des cellules de Leydig. Ces cellules sont responsables de la production et de la libération d'androgènes, principalement de la testostérone, qui est essentielle au maintien de la spermatogenèse (Curtis et Amann, 1981; Eurell et Frappier, 2006).

L'épididyme est un long tubule pelotonné reliant le testicule au canal déférent, joue un rôle crucial dans la fertilité masculine en assurant la maturation des spermatozoïdes (Kirchloff, 1999).

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de substances aromatiques obtenues à partir de diverses parties des plantes. Elles sont riches en terpénoïdes et autres composés aromatiques et aliphatiques, leur conférant des arômes agréables. De plus, les produits naturels et les plantes médicinales sont réputés pour leurs propriétés antioxydantes, qui peuvent contribuer à réduire les dommages causés par les radicaux libres dans les tissus corporels (Elsayed, 2016).

Le géranium odorant, ou *Pélargonium graveolens*, est réputé pour ses puissantes propriétés antioxydantes. Les huiles essentielles extraites de cette plante sont utilisées depuis longtemps en médecine traditionnelle et de plus en plus dans le monde entier pour traiter diverses affections

inflammatoires. De nombreux médicaments modernes sont issus de sources naturelles, et le géranium odorant est une de ces sources prometteuses. Les produits naturels continuent d'être étudiés pour leur potentiel dans la prévention et le traitement de diverses maladies (Thomas, 2001).

De ce fait l'objectif de notre travail qui fait partie des activités de Dr. Lakabi est de déterminer l'effet de l'huile essentielle de *Pélargonium graveolens* sur les paramètres macroscopiques tels que le poids corporel et testiculaire, ainsi que sur les paramètres microscopiques chez des lapins prépubères de la souche synthétique.

Pour mieux cerner l'objectif dans le quel s'inscrit ce sujet de mémoire nous avons subdivisé notre travail en trois chapitres principaux, le premier abordera une synthèse bibliographique, le deuxième présentera l'étude expérimentale au cours de laquelle a été testé l'huile essentielle afin d'évaluer leur efficacité chez les lapins, le troisième chapitre représentera les résultats obtenus lors de notre expérimentation et leur discussion, en fin clôturer par une conclusion globale.



Chapitre I
Synthèse bibliographique

La première représentation précise de l'anatomie de l'appareil reproducteur attribuable à Aristoteil y a environ 400 ans avant J.C. revêt une importance cruciale dans l'histoire de la science, L'appareil reproducteur est essentiel pour la reproduction des espèces, assurant la transmission des caractères héréditaires et la diversité génétique, contribuant ainsi à l'évolution et à la survie des populations (Steinberger, 1975 ; de Kretser et Kerr, 1988).

1 Appareil reproducteur mâle

Selon Barone (1976), l'appareil reproducteur masculin fait référence à l'ensemble des organes et structures impliqués dans le développement, la maturation et l'éjaculation sous pression des divers composants du sperme (Figure 1), et se divise en quatre portions fonctionnelles :

- Les testicules : représente la partie glandulaire des glandes génitales masculines ;
- Un réseau de conduits : qui est la portion tubulaire incluant l'épididyme, canal déférent et l'urètre ;
- Les glandes annexes : ce sont les vésicules séminales, la prostate et les glandes bulbu-urétrale ;
- Le pénis : qui est la portion copulatrice.

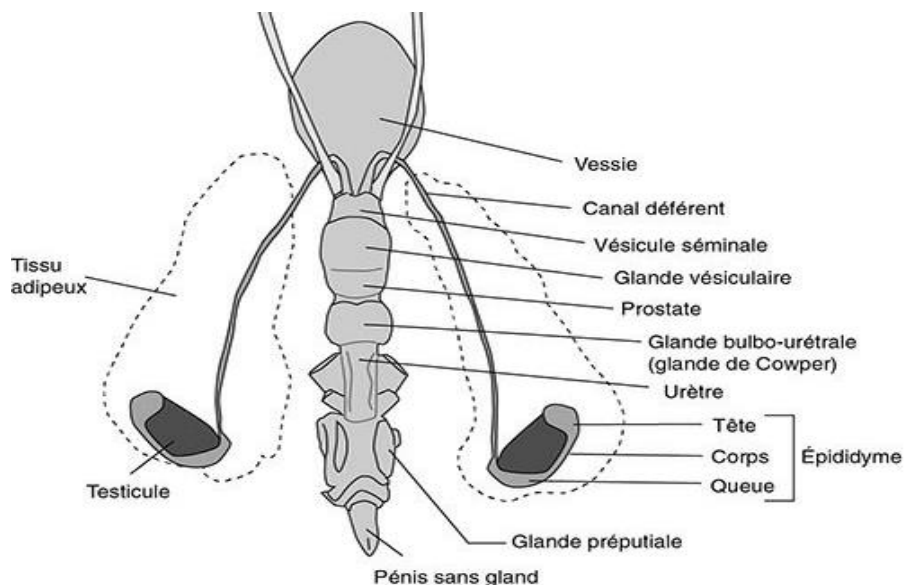


Figure 01 : Appareil génitale mâle (Barone et al.,1973) .

2 Testicule

2.1 Anatomie

Les testicules sont des organes pairs de forme ovoïde (Figure 02), avec des extrémités amincies et un pôle caudal pointu, mesurant environ 3 à 3,5 cm de longueur, 1 à 1,5 cm de largeur et pesant environ 1 à 2 g (Barone, 1984). Chez les mammifères exorchides ils sont logés avec l'épididyme dans la tunique vaginale et le scrotum (Ishimwe, 2008). Ces gonades génitale mâles remplissent une

double fonction: une fonction exocrine, assurant l'élaboration des gamètes mâles ou spermatozoïdes, et une fonction endocrine, assurant la sécrétion d'hormones sexuelles mâles telles que les androgènes, les œstrogènes, l'AMH, l'ABP et l'inhibine (Muller et Clos, 1997).

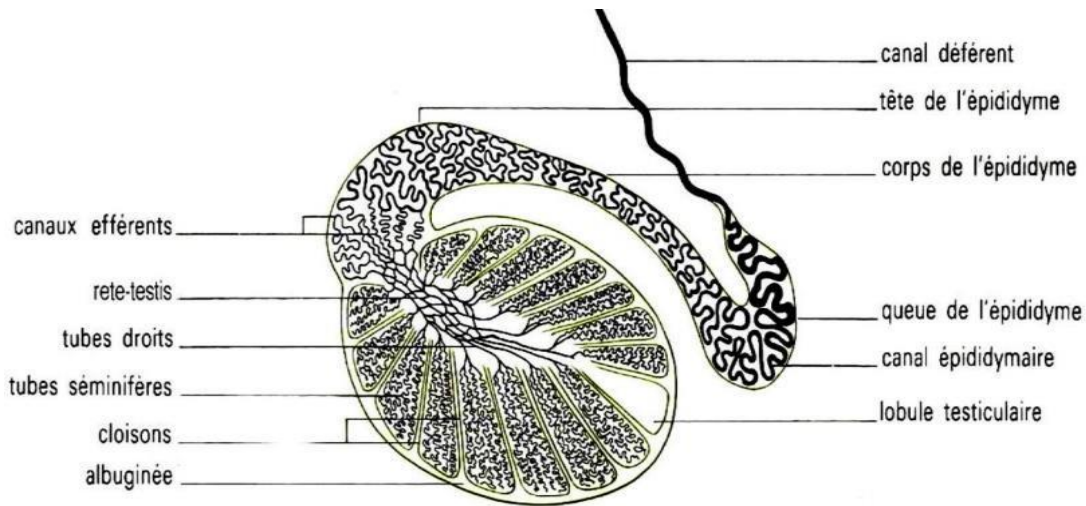


Figure 02 : Structure interne du testicule (Castonguay,2018).

2.1.1 Enveloppes testiculaires

Les enveloppes testiculaires protègent et soutiennent les testicules, l'épididyme, le conduit déférent et leurs vaisseaux. On distingue six plans membraneux, comprenant deux plans superficiels (le scrotum et le dartos), un plan intermédiaire (la tunique celluleuse : fascia spermatique externe) et trois plans profonds (le crémaster, la tunique fibreuse : fascia spermatique interne et la tunique séreuse vaginale) (Figure 03) (Barone, 2001).



Figure 03 : Schéma des enveloppes testiculaires (Barone, 2001).

2.1.2 Vascularisation et innervation des testicules

Les testicules sont vascularisés par les artères testiculaires, qui naissent de l'aorte abdominale, et sont drainés par les veines testiculaires, qui forment un réseau autour de l'artère testiculaire dans le plexus pampiniforme situé sous la tunique vaginale du testicule.

L'innervation dépend de deux plexus nerveux ; le plexus spermatique qui est parasympathique et le plexus différentiel qui est sympathique (Figure 04) (Jardin et De Fourmestreaux, 1984).

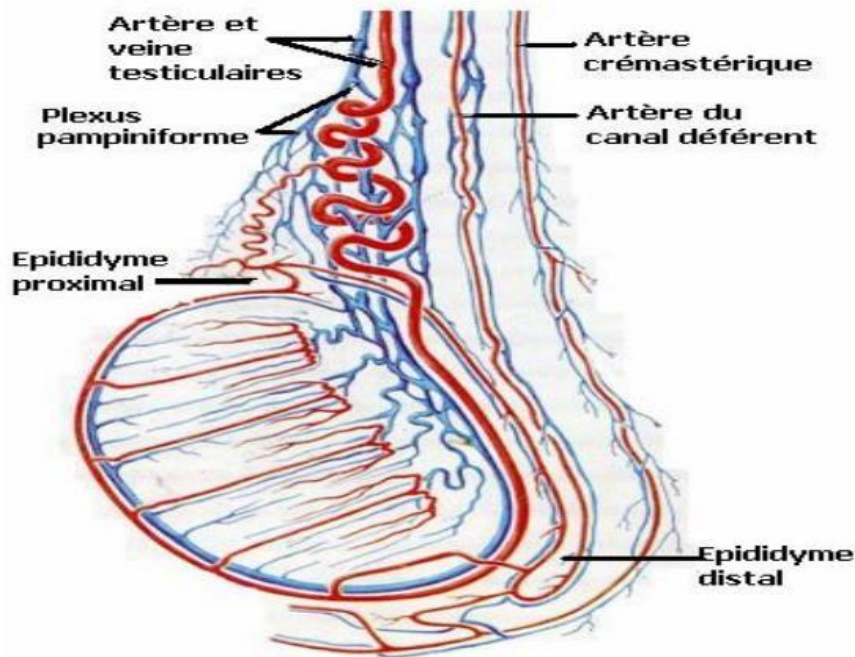


Figure 04 : Vascularisation du testicule (Bailleul et Mauroy, 1991).

2.2 Histologie fonctionnel du testicule

Chaque testicule est enveloppé par une coque fibreuse appelée albuginée, composée de tissu conjonctif dense, fibreux et élastique, hautement vascularisée et principalement constituée de fibres de collagène (Saint-Dirier et *al.*, 2014).

L'albuginée pénètre dans le testicule pour former le corps d'Highmore, des cloisons conjonctives se forment pour délimiter environ 200 à 300 lobules testiculaire entre l'albuginée et le corps de Highmore (Gayarar, 2007). Chaque lobule est composé de 2 à 3 tubes séminifères contournés très longs, se redressant dans le *rete testis* (Scanlon et Sanders, 2007).

2.2.1 Compartiment tubulaire

D'après Chocu (2014), les tubes séminifères sont formés d'un épithélium séminifère soutenu par une couche basale. Ils contiennent des cellules de Sertoli et des cellules germinales à différents stades de la spermatogenèse. Ces tubes, l'unité fonctionnelle du testicule, sont fortement enroulés sur eux-mêmes et peuvent mesurer jusqu'à 70 mètres de longueur chez le lapin. Ils se jettent dans les tubes droits qui s'anastomosent au niveau du corps de Higmore pour former un réseau de canalicules appelé *retetestis*, d'où une dizaine de canaux efférents traversent l'albuginée pour former la tête de l'épididyme (Figure 05) (Alvarino, 1993).

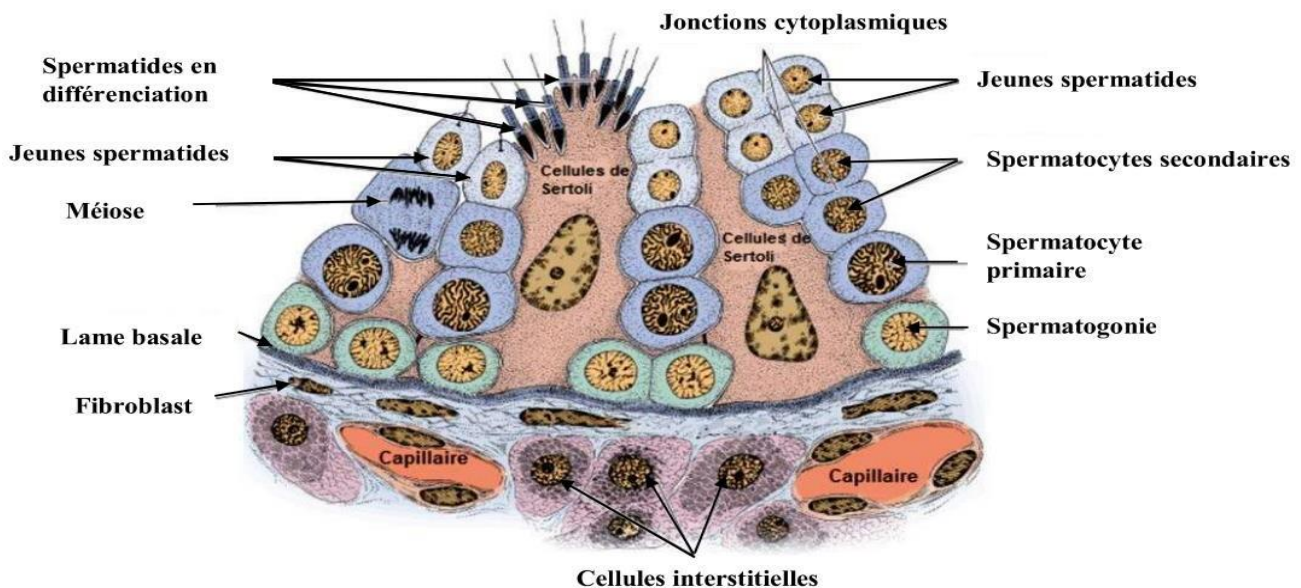


Figure 05 : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007).

2.2.1.1 Cellules de Sertoli

Les cellules de Sertoli sont des cellules prolifératives de grande taille avec un noyau ovale ou triangulaire et un cytoplasme abondant. Elles reposent sur la membrane basale du tube séminifère et contiennent des organites tels que des mitochondries, du réticulum endoplasmique et l'appareil de Golgi (Figure 06) (Frend et *al.*, 1973 ;Vacheret, 1999).

Chaque cellule de Sertoli forme des jonctions serrées avec les cellules de Sertoli adjacentes pour créer une barrière immunologique imperméable appelée la barrière hémato-testiculaire (BHT) (Chocu, 2014). Elles sont essentielles à la spermatogenèse en protégeant et en soutenant les cellules germinales tout en fournissant un environnement propice à leur développement (Poirier et *al.*, 2013).

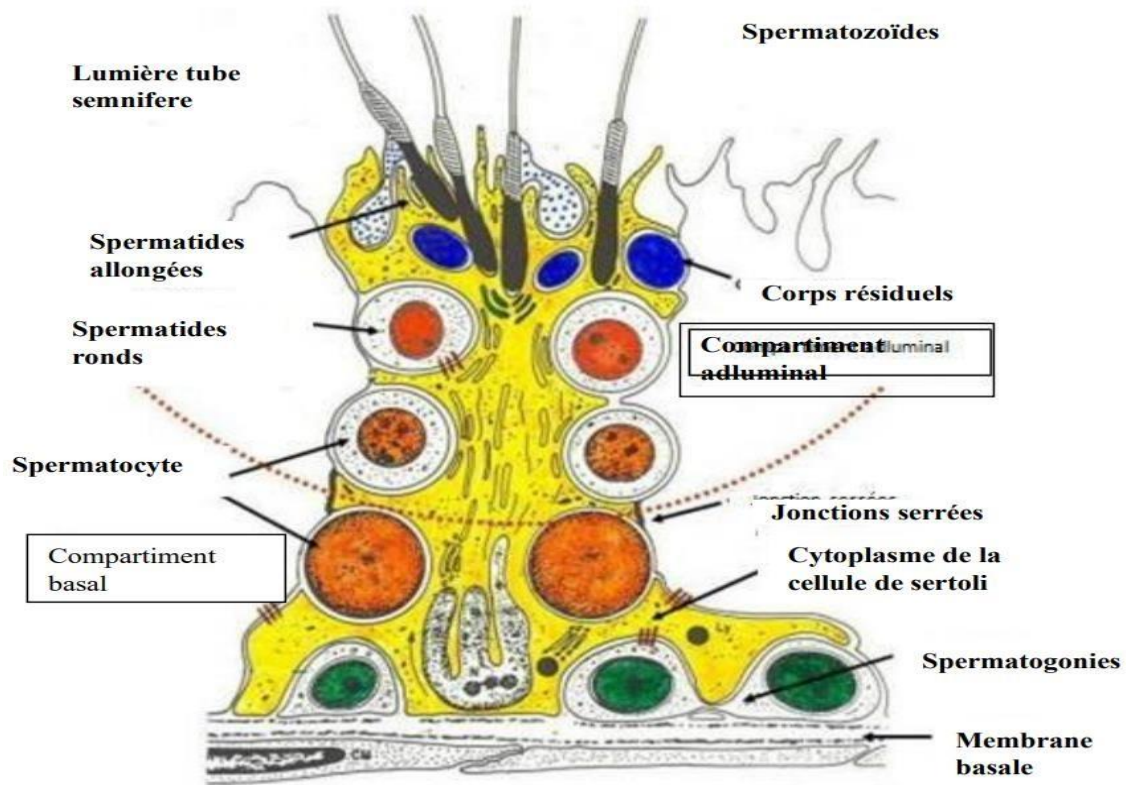


Figure 06 : Schéma de l'ultra structure de la cellule de Sertoli (Boukher, 1995)

2.2.1.2 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 (Siffroi, 2001 ; Vacheret, 1999).

2.2.2 Compartiment interstitiel

2.2.2.1 Cellules de Leydig

Les cellules de Leydig se trouvent dans le milieu interstitiel entre les tubules séminifères et montrent des variations significatives d'une espèce à l'autre. Ces cellules, situées dans le compartiment stromal, jouent un rôle central dans la production de stéroïdes (Marc, 2015). Leur densité et leur disposition varient en fonction des espèces. Chez les lapins, ces cellules sont localisées dans les espaces lymphatiques, largement immergées dans le liquide lymphatique et regroupées autour des vaisseaux sanguins (Foley, 2001).

2.3 Les fonction du testicule

2.3.1 La stéroïdogènèse

La stéroïdogènèse est un processus qui aboutit à la production d'hormones stéroïdiennes à partir du cholestérol (Baudiffier, 2012). La testostérone, un androgène essentiel, est synthétisée à partir du cholestérol, tout comme d'autres hormones stéroïdes (Figure 07), la grande majorité de la testostérone circulante provient des testicules, avec une petite quantité produite par le cortex surrénal et dans les organes périphériques par la conversion des stéroïdes précurseurs.

D'après Baudiffier (2012) les hormones stéroïdiennes sont essentielles pour réguler divers aspects tels que (la reproduction gamétogènèse, caractères sexuels secondaires, la croissance, le développement et le comportement). Elles jouent un rôle crucial dans le maintien de l'homéostasie de l'organisme. La synthèse des stéroïdes à partir du cholestérol nécessite une série de réactions enzymatiques.

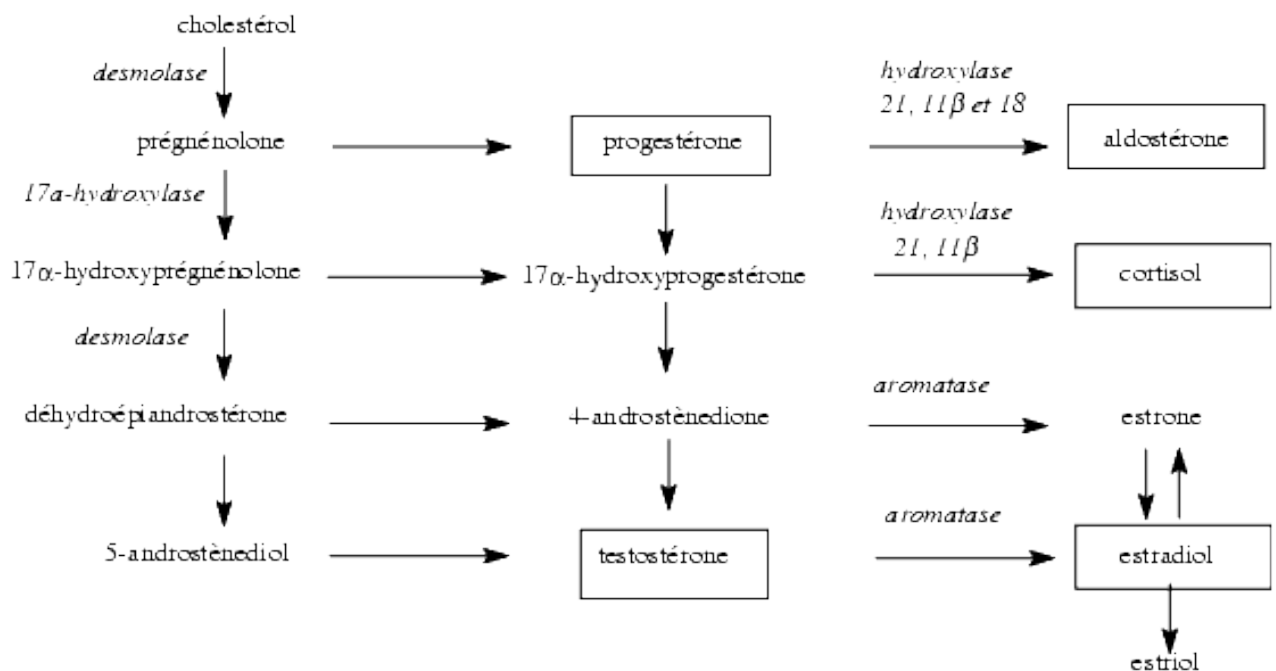


Figure 07 : Schéma de la stéroïdogènèse (Fluk et Pandey,2014).

2.3.3 La spermatogènèse

D'après N. Elaine (2004), la spermatogènèse est un processus essentiel pour la reproduction, comprenant une série d'événements qui se déroulent dans les tubes séminifères contournés. C'est un processus de division cellulaire par méiose et de différenciation cellulaire qui aboutit à la formation des spermatozoïdes matures, mobiles et fécondant (Figure 6) (Tacdjian et al., 2016

D'après N. Elaine (2004), la spermatogénèse est un processus essentiel pour la reproduction, comprenant une série d'événements qui se déroulent dans les tubes séminifères contournés. C'est un processus de division cellulaire par méiose et de différenciation cellulaire qui aboutit à la formation de spermatozoïdes matures, mobiles et fécondant (Figure 08) (Tadjian *et al.*, 2016).

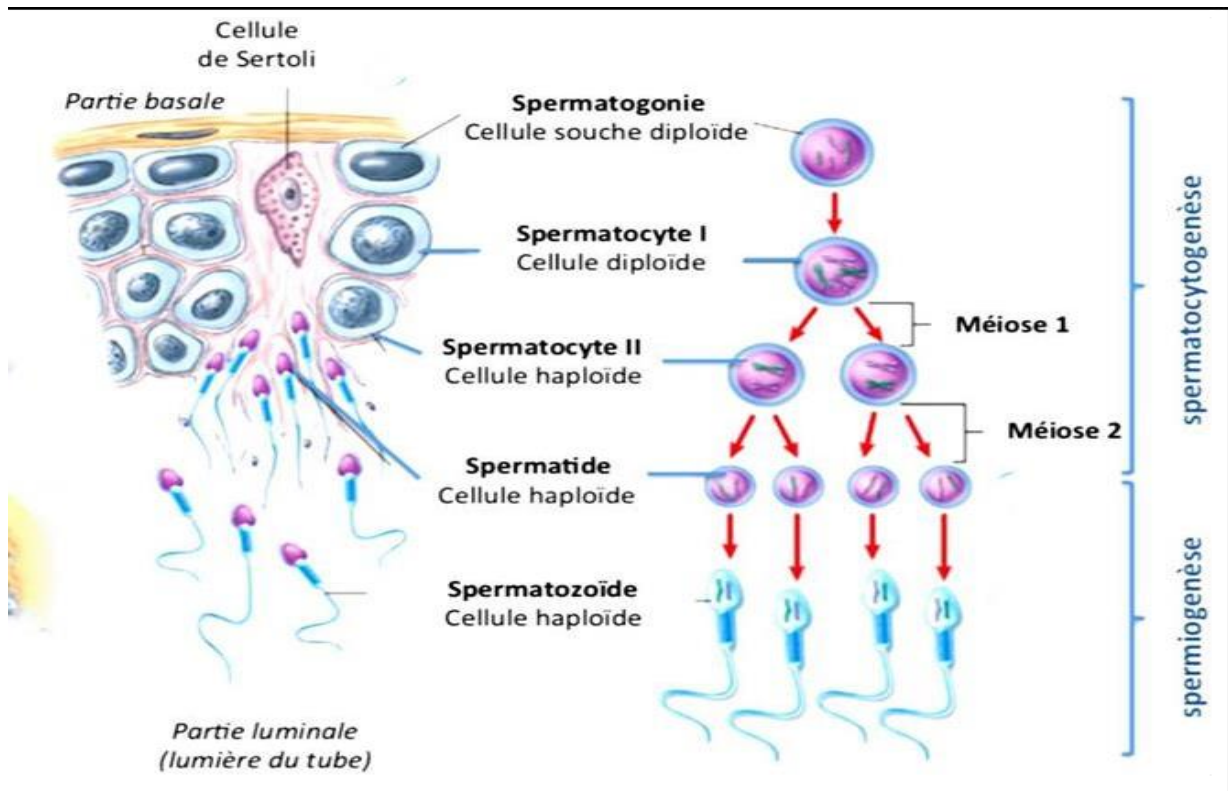


Figure 08 : La Spermatogénèse (Marieb,2006).

2.3.2.1 Spermatogonie

D'après Vacheret (1999) et Siffroi (2001), les cellules souches appelées spermatogonies se trouvent en contact direct avec la lame basale de l'épithélium des tubules séminifères. Elles ont une forme arrondie de 10 à 15 microns de diamètre. Au début de la spermatogénèse, chaque division mitotique d'une spermatogonie donne naissance à deux cellules filles : la spermatogonie de type A (chromatine fine, proche de la lame basale) et la spermatogonie de type B (chromatine mottée, nucléole visible).

2.3.2.2 Spermatocytes

Au cours de la spermatogénèse, La spermatogonie de type B se transforme en spermatocyte de premier ordre, qui produira quatre spermatozoïdes (N.Elaine, 2004), deux types de spermatocytes

sont produits : les spermatocytes de premier ordre, situées à une certaine distance de la lame basale des tubes séminifères, déjà engagés dans la méiose avec un cytoplasme abondant et un noyau volumineux contenant de la chromatine disposée en fins filaments reconnaissable, et les spermatocytes de deuxième ordre, situées plus près de la lumière des tubes séminifères, issus de la première division méiotique des spermatocytes de premier ordre. Les spermatocytes II, de taille plus petite, achèvent rapidement leur deuxième division méiotique pour donner naissance aux spermatides, des cellules à n chromosomes (Marthin et Barry, 2001).

2.3.2.3 Les spermatides

Les spermatides sont de petites cellules allongées situées près des tubes séminifères. Elles ont un noyau clair contenant un gros nucléole. Les spermatides ne se divisent plus, mais subissent une série de transformations pour devenir des spermatozoïdes lors du processus de spermiogénèse (I.cohen et *al.*, 1984).

2.3.2.4 La spermiogénèse

Pendant la spermiogénèse, les spermatides haploïdes, issues de la deuxième division méiotique, subissent des transformations morphologiques, biochimiques et physiologiques majeures pour devenir des spermatozoïdes matures (Figure 09) (Jeanne et *al.*, 2013).

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

- La condensation du noyau et la déshydratation de la chromatine ;
- La formation de l'acrosome à partir 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 forment une rangée hélicoïdale autour de la partie initiale du flagelle (*pars intermedia*) ;
- L'élimination de la plus grande partie du cytoplasme (corps résiduel).

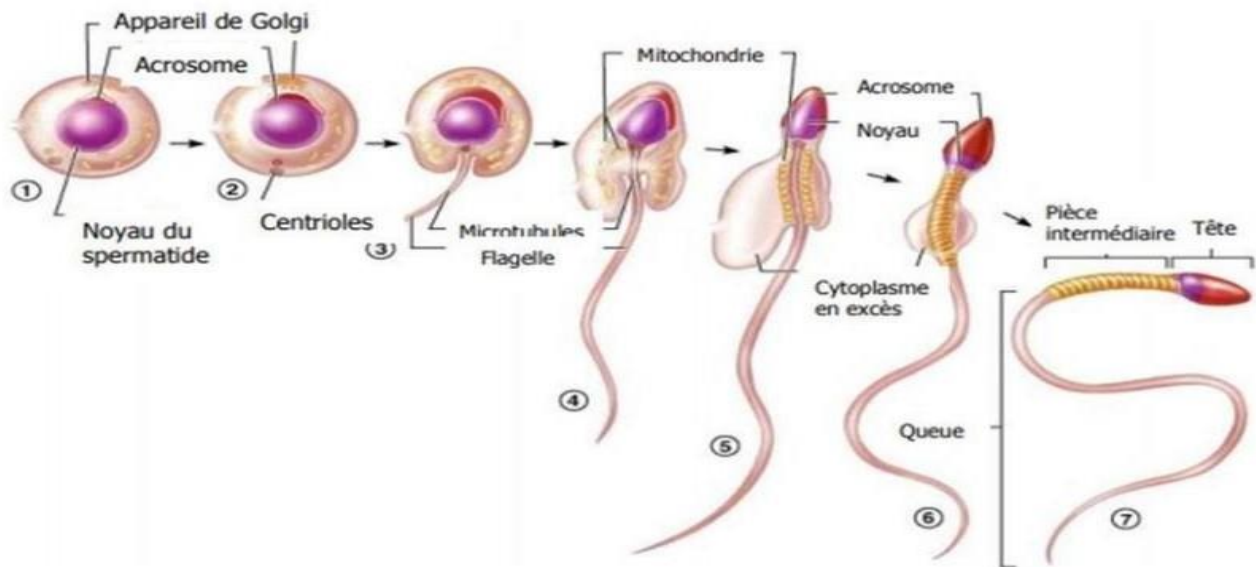


Figure 09: Les étapes de la spermiogénèse (Gayraud, 2007).

2.3.2.14.1 Spermatozoïdes

D’après Jeanne et al. (2013), le spermatozoïde, est issu de multiples transformations des spermatides durant la spermatogénèse. Il se compose d’une tête ovale contenant le noyau et l’acrosome, d’un col renfermant les centrioles, d’une pièce intermédiaire avec des mitochondries en spirale pour l’énergie, d’une pièce principale avec un complexe filamentaire axial entouré de fibres, et enfin d’une pièce terminale. Cette structure complexe est essentielle pour la fécondation de l’ovocyte et le développement embryonnaire (Figure10).

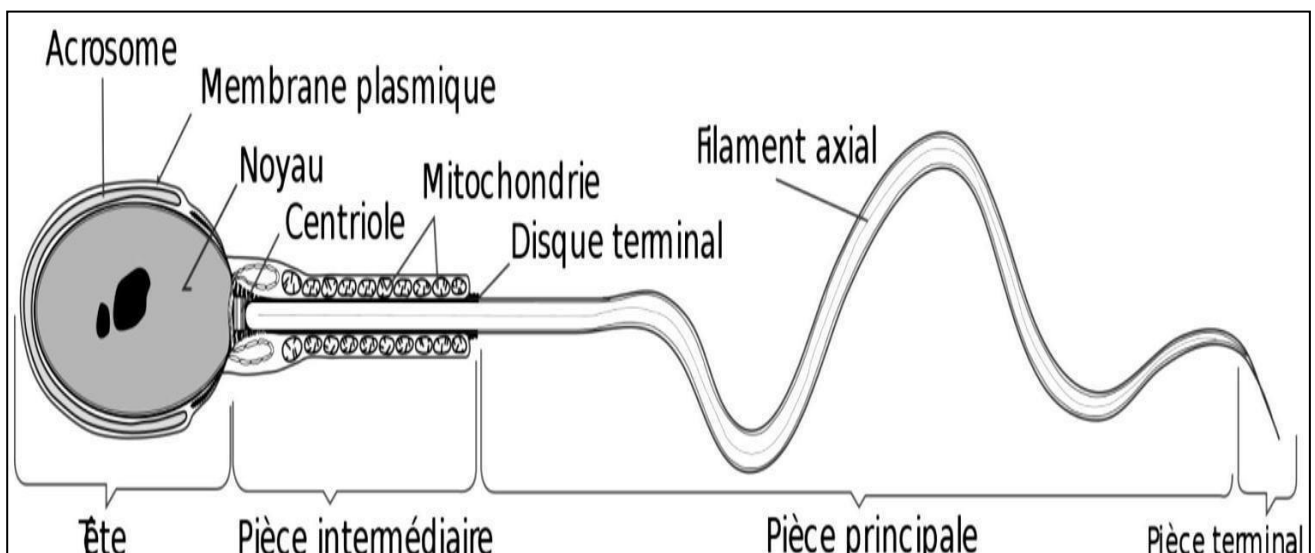


Figure 10 : Schéma d’un spermatozoïde (Moigne et Foucrier,2009)

3 Anatomie histologie de l'épididyme

3.1 Anatomie

L'épididyme est un organe du tractus génital mâle, l'un des principaux composants du système d'excrétion (Klinfelter, 2002), situé sur la face postérieure du testicule. Selon Barone(1978), c'est un long canal mesurant 1,5 à 3 m chez le lapin, sa plus grande partie est le conduit épидидymaire, pelotonné sur lui-même. Sa partie supérieure plus volumineuse appelée tête de l'épididyme, constitue le point d'union des canalicules efférents des testicules et du conduit épидидymaire. Le corps de l'épididyme est la partie centrale étroite, et une queue qui est une petite terminaison inférieure (Tortora et *al.*, 2006).

Les échanges entre les cellules épидидymaires et les spermatozoïdes se font principalement dans la tête et le corps de l'épididyme, tandis que la queue sert au stockage des spermatozoïdes (Figure 11) (Jeanne et *al.*, 2013)

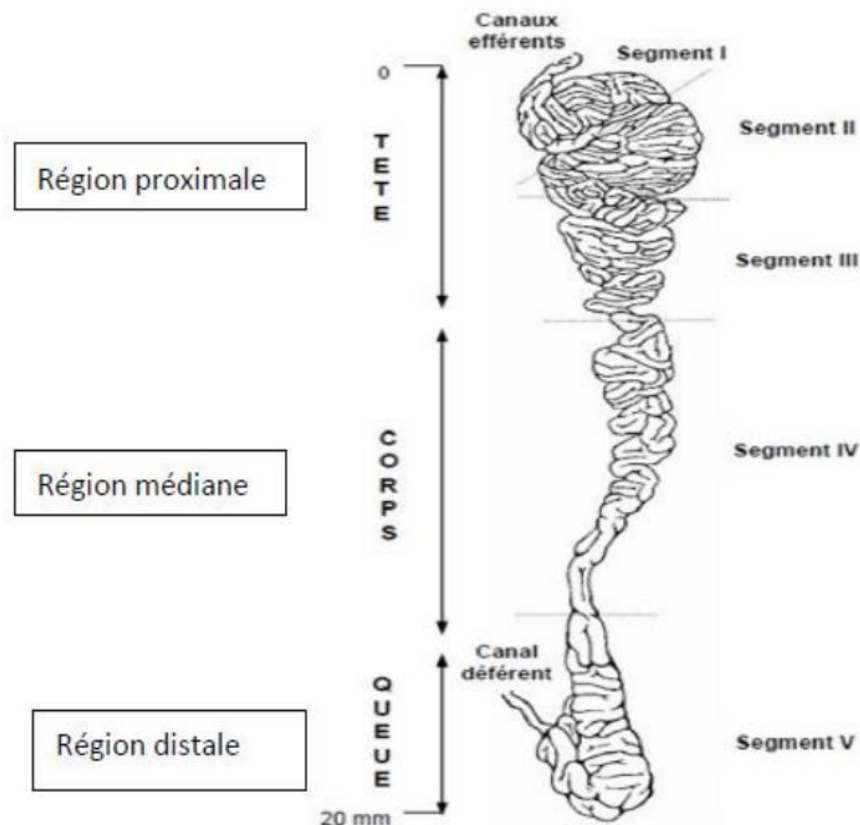


Figure 11: Anatomie et régionalisation de l'épididyme (Glover et Nicander,1971 ;Hamilton,1990).

3.2 Histologie

Le canal épидидymaire est composé de deux compartiments : un épithélium pseudostratifié, constitué de sept types cellulaires (cellules principales, basales, en halos, claires, apicales et étroites) (Figure 12), entourées de 2 à 6 couches de fibres musculaires lisses et d'un tissu conjonctif contenant des terminaisons nerveuses et des capillaires sanguins d'une part, et d'une lumière bordée par cet épithélium (Britan et Drevet, 2006).

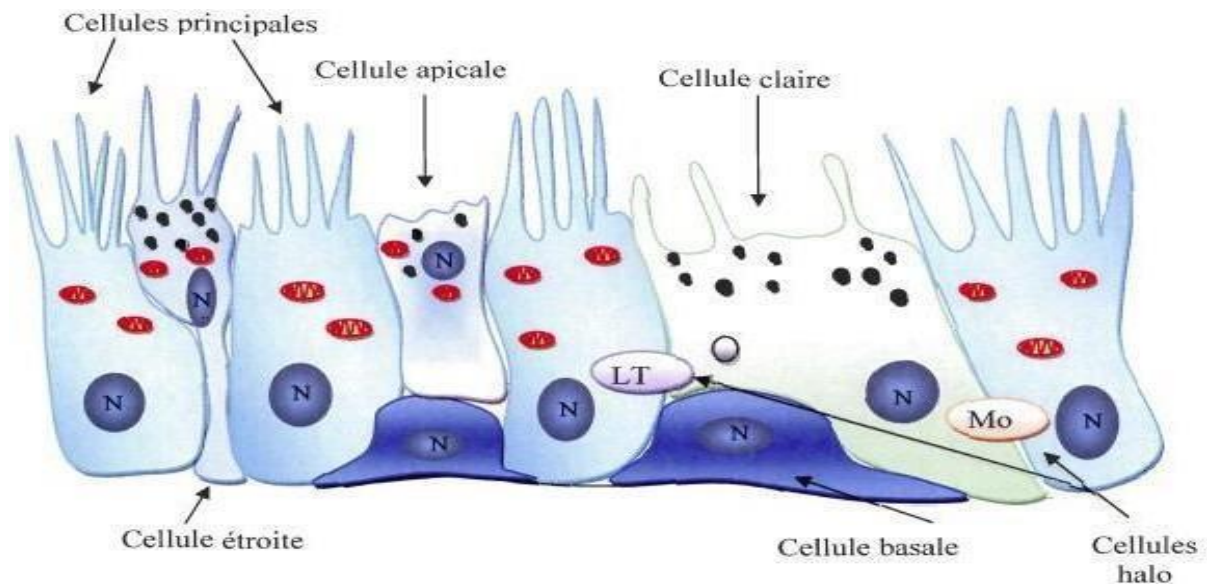


Figure 12: Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009)

N : noyau ; LT : Lymphocyte ; Mo : Monocyte.

3.2.1 Les cellules principales

Les cellules principales constituent la majorité des cellules épithéliales de l'épididyme, représentant entre 65% et 80% de la population totale (Alvenel et *al.*, 2011). Elles se caractérisent par leurs microvillosités élevées formant une bordure en brosse, un noyau pâle et rond avec un nucléole prononcé, ainsi que des granules denses supranucléaires. Des colonnes denses longitudinales se trouvent à la frontière entre les cellules principales adjacentes (Robaire et Hermo, 1988).

3.2.2 Les cellules apicales

Les cellules apicales sont des cellules qui présentent des caractéristiques morphologiques similaires aux cellules principales, avec des noyaux apicaux. Elles sont intercalées entre les cellules principales et se trouvent le long de la partie proximale de l'épididyme.

3.2.3 Cellules étroites

Sont des cellules nombreuses et se caractérisent par un noyau allongé situé dans la portion supérieure de la cellule et par une base très étroite les reliant à la membrane basale (Robaire et Hermo, 1988). Leur cytoplasme est riche en vacuole, vésicules endocytiques, lysosome et mitochondrie et leur membrane apicale émet des villosité courte, épaisse et irrégulière (Hermo et *al.*, 2000).

3.2.4 Cellules basales

Les cellules basales sont les plus abondantes dans l'épididyme, présentes à tous les niveaux de l'épithélium et en contact avec la membrane basale. Elles ont une forme allongée, un noyau irrégulier et un cytoplasme pauvre en organites. Leurs longues projections peuvent s'étendre jusqu'à la lumière de l'épididyme (Robaire et Hermo, 1988).

3.2.5 Les cellules de halos

Les cellules en halos sont des petites cellules à bord étroit avec un cytoplasme clair et un noyau dense, elles se retrouvent dans tous les segments de l'épididyme (Robaire et *al.*, 2006). Leur nombre varie largement tout au long de l'organe et celles-ci sont caractérisées par un noyau très dense (Robaire et Hermo, 1988).

2.2.6 Les cellules claires

Les cellules claires sont des grandes cellules prismatiques sont présentes dans la tête, le corps et la queue de l'épididyme, Elles sont caractérisées par la présence des vésicules claires en position apicale, de lysosomes en partie médiane et de nombreuses inclusions lipidiques en position basale (Robaire et Hermo, 1988).

3.2.7 Lumière du canal épидидymaire

Les spermatozoïdes traversent l'épididyme en passant par sa lumière circulaire, où ils sont immergés dans un fluide épидидymaire complexe composé d'ions, des petites molécules organiques, des protéines et des macromolécules. La composition de ce fluide varie le long du canal en raison des activités spécialisées des cellules épithéliales, ce qui est essentiel pour le développement et la maturation des spermatozoïdes pendant leur passage dans l'épididyme (Figure 13) (Adamali et *al.*, 1999 ; Barone, 2001 ; Hermo et Robaire, 2002 Barone, 2001).

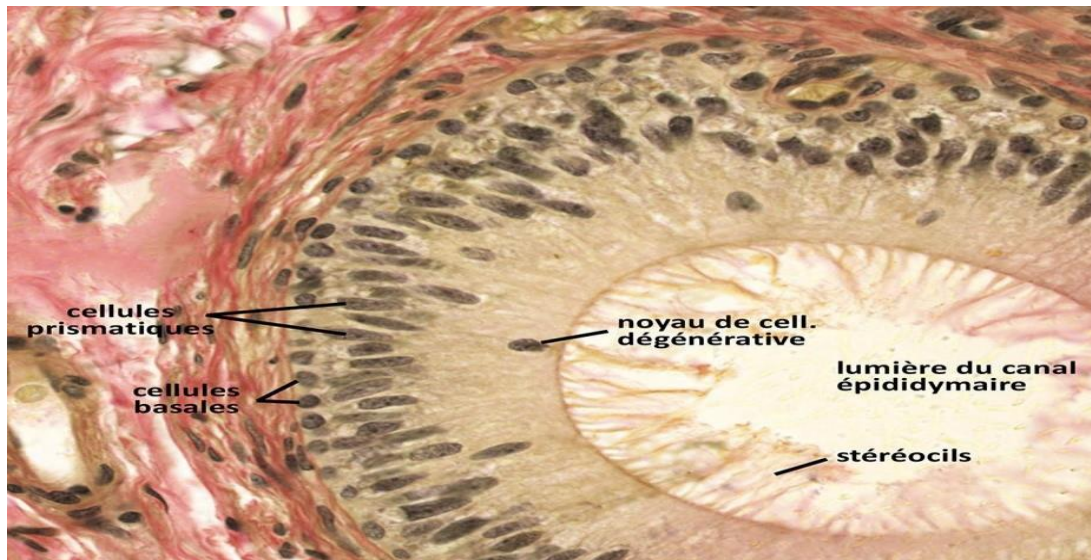


Figure 13: Représentation schématique du canal épидидymaire (Girouard,2009).

3.3 Fonction de l'épididyme

L'épididyme remplit plusieurs fonctions essentielles, telles que la sécrétion, l'absorption et le métabolisme. Il assure le transport, la maturation et le stockage des spermatozoïdes, en leur permettant d'acquérir leur pouvoir fécondant. De plus, l'épididyme participe à la production du liquide épидидymaire (Jeanne et *al.* 2013)

3.3.1 La fonction de sécrétion

Il s'agit principalement de la sécrétion de protéines et de glycoprotéines importantes pour la fertilité, la fixation à la zone pellucide et libère également des ions potassium, phosphore et des petites molécules organiques comme le glucose et la carnitine (Jeanne et *al.* 2013).

3.3.2 Fonction d'absorption

L'épididyme réabsorbe le liquide épидидymaire avec une réabsorption de 90% de l'eau, assurant ainsi une concentration des spermatozoïdes. L'épididyme assure aussi l'absorption de protéines spécifiques par endocytose comme l'andogen binding protein (ABP) et la transferrine (Jeanne et *al.*, 2013).

3.3.3 Fonction métaboliques

La réabsorption du liquide épидидymaire stimule divers processus métaboliques dans les cellules de l'épididyme, notamment la glycolyse, le métabolisme des acides gras, la conversion de la testostérone en dihydrotestostérone (DHT) par l'enzyme 5 α -réductase, la biosynthèse de prostaglandines (PGE2, PGF2a) et le métabolisme de la vitamine D (Jeanne et *al.*, 2013).

3.3.4 Maturation des spermatozoïdes

La maturation des spermatozoïdes dans l'épididyme est un processus complexe impliquant des changements structuraux, biochimiques et métaboliques (Jeanne et *al.*, 2013). Au cours de ce processus, les spermatozoïdes acquièrent des caractéristiques essentielles telles que la motilité et la capacité de féconder un ovule. Ils subissent une série de transformations en traversant les différentes parties de l'épididyme, passant d'une immobilité à une mobilité progressive, avec des changements spécifiques tels qu'une courbure statique dans la tête distale et des mouvements non coordonnés dans le corps de l'épididyme, pour finalement atteindre une mobilité accrue dans la région caudale. Ces modifications sont cruciales pour préparer les spermatozoïdes à leur rôle essentiel dans le processus de fécondation (Noblanc et *al.*, 2012).

3.3.5 Acquisition de la mobilité

Les spermatozoïdes de la lumière épiddidymale développent les aptitudes fonctionnelles de mobilité et de fécondité lorsqu'ils se déplacent de la partie proximale vers la région distale du tubule.

Ce processus dépend non seulement de l'interaction des spermatozoïdes avec les protéines synthétisées et sécrétées par l'épithélium, mais aussi du bon maintien du milieu luminal épiddidymal dans son ensemble (Cornwall et *al.*, 2007).

3.3.6 Stockage des spermatozoïdes

Après leur formation dans les tubes séminifères, les spermatozoïdes sont acheminés vers l'épididyme ou ils sont stockés. En l'absence de tout accouplement, la durée de leur séjour dans l'épididyme varie de 15 à 60 jours, la période pendant laquelle un grand nombre d'entre eux subissent une dégénérescence (Mawdo, 2010).

4 Régulation hormonal

La fonction de reproduction du lapin mâle est contrôlée par des hormones provenant de deux endroits : le complexe hypothalamo-hypophysaire et les testicules. Ces hormones jouent un rôle important dans la régulation de la fonction sexuelle du lapin (Barone ,2005).

4.1 Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique

L'axe hypothalamo-hypophysaire est un système clé dans la régulation de la fonction de reproduction. Les hormones gonadotropes hypophysaires, telles que la FSH et la LH, jouent un rôle

vital dans le bon fonctionnement des gonades, leur synthèse et libération sont finement contrôlées par une interaction complexe entre les facteurs hypothalamiques, gonadiques et hypophysaire (Figure 14) (Thibault et Levasseur, 2001).

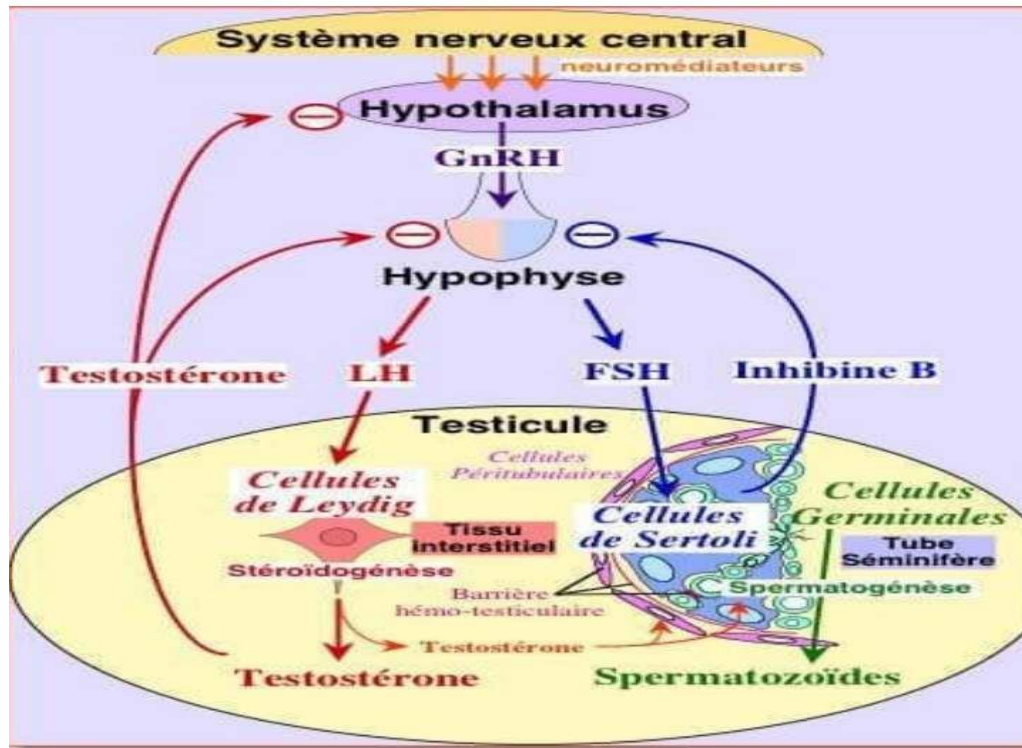


Figure 14 : Régulation de l'axe hypothalamo-hypophysaire-gonadique ((Leveque, 2003).

4.1.1 GNRH

D'après Wickramasuriya et *al.*, (2022), l'hormone libérant la gonadotrophine (GnRH) est produite et sécrétée de façon pulsatile par l'hypothalamus. La GnRH est un décapeptide hypothalamique, agit via son récepteur hypophysaire couplé à une protéine G, entraînant l'activation de la signalisation du phosphate d'inositol. (Mcardle, 2007 ; Barbotin, 2019).

En se liant aux récepteurs situés sur les gonadotropes hypophysaires, la GNRH provoque la stimulation de la sécrétion de l'hormone lutéinisante (LH) et de l'hormone folliculo-stimulante (FSH) (Barbotin, 2019; Mcardle, 2007).

4.1.2 FSH et LH

Ces deux hormones hypophysaires à effet sexuel ou gonadotrophines comprennent la FSH (Follicle Stimulating Hormone) ou follitropine, et la LH (Luteinizing Hormone) ou lutropine qui agissent conjointement pour provoquer la stimulation des gonades (Figure 15). La FSH et la LH sont

formées de deux sous-unités α et β reliées par des liaisons non covalentes. La sous unité α est la même pour la FSH, la LH, la gonadotrophine chorionique et la TSH, et dépend du même gène. La sous- unité β est différente pour chaque hormone (Caquet, 2010).

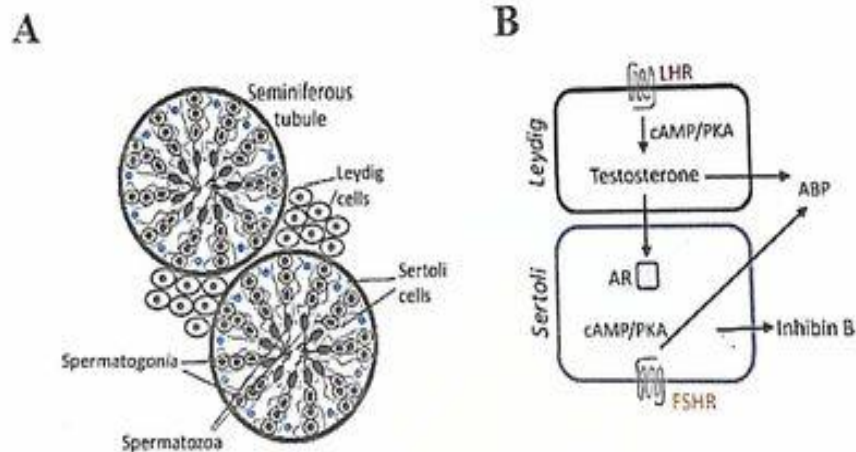


Figure 15: Action des gonadotrophines au niveau gonadique (tostain et *al.*,2004).

A: Représentation schématique des coupes transversales du testicule; B: Modèle de l'action de la gonadotrophine dans les cellules testiculaires (Bernard et Brûlé, 2020).

Selon Caquet (2010), la FSH contrôle la spermatogenèse en agissant sur les tubes séminifères avec peu d'effets sur l'hormonogénèse, tandis que l'hormone de la LH active les cellules interstitielles des testicules (cellules de Leydig), et par conséquent la production des androgènes testiculaires.

4.2 Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par le 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).

Les activines et les inhibines sont principalement produites par les cellules de sertoli, sont des hormones gonadiques non stéroïdiennes qui régulent la sécrétion des gonadotrophines hypophysaire, (Ngom, 2008).

L'activine exerce un rétrocontrôle positif sur l'hypophyse et stimule la synthèse de la FSH, tandis que l'inhibine exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse et la synthèse de FSH (Saadouni et Bentaleb, 2019).



Chapitre II

Matériel et méthode

Le but de cette étude est d'analyser l'impact de l'huile essentielle de géranium administrée à deux doses différentes sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins mâles Prépubères. Nous détermineront leurs structures histologique et morphométrique, ainsi que la relation entre les poids vifs et testiculaires.

1 Lieu et durée d'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée entre les mois de Mars et Mai 2024 au laboratoire de production, sauvegarde des espèces menacées et des récoltes influence des variations climatiques (PSMRVC) et au laboratoire et au Laboratoire de l'équipe Bioécologie, Physiologie et Physiopathologie Animale sein de la faculté des sciences biologique et science agronomique, université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.

2 Matériel et méthode

Durant notre expérimentation, nous avons utilisé du matériel biologique qui est les lapins mâle âgés de 50 j appartenant à la souche synthétique (Figure 16), provenant d'un élevage cunicole privé de la région de Tizirt, ainsi qu'un matériel végétal qui est l'huile essentielle du Géranium Rosat.



Figure 16 : Lapin mâle de la souche synthétique (Originale, 2024).

2.1 Modèle animal

Le lapin joue un rôle crucial dans la recherche scientifique en raison de sa similarité phylogénétique avec l'homme, de sa facilité de manipulation et de sa taille qui facilite l'obtention

d'échantillons tissulaires et sanguins. En outre, sa capacité de reproduction est élevée (Houdebine, 1998).

La souche synthétique, issue de l'insémination de 81 femelles locales avec de la semence des mâles de la souche INRA 2666 en France (Gacem et Bolet, 2005), se caractérise par une haute prolificité, un poids adulte supérieur et une meilleure croissance par rapport à la population locale, connue pour avoir une prolificité élevée (9 lapereaux née vivant par mis-bas) (Lebas et Zerrouki, 2010).

Selon la classification taxonomique du lapin (*Oryctolagus cuniculus*) est la suivante :

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

2.2 Modèle Végétal

Les huiles essentielles (HE) sont des substances naturelles extraites de plantes aromatiques par différentes méthodes telles que la distillation, l'enfleurage, l'expression ou l'utilisation de solvants (Blaiche, 1979 ; volent, 1984 ; wichtel et Anthon, 1999). Ces métabolites végétaux jouent un rôle important dans la réponse des plantes aux agents pathogènes, aux facteurs environnementaux et aux stress physiologiques. Elles possèdent également diverses activités biologiques bénéfiques (Hung et al., 2023). L'huile essentielle de Géranium Rosat *Pelargonium graveolens* cultivée en Algérie est principalement composée de citronellol, géraniol et de formiate de citronellyle (Atailia et Djahoudi, 2015 ; Boukhatem et al., 2010).

Le géranium est une plante aromatique médicinale vivace appartenant au genre *Pelargonium* de la famille des Geraniaceae (Sharopov et al., 2014). Son nom "*Pelargonium*" vient du grec "*Pélargos*", qui signifie cigogne, en référence à la forme de son fruit ressemblant au bec droit et pointu d'une cigogne (Miller, 2002).

Le géranium rosat présente des effets bénéfiques sur la santé, notamment en raison de ses propriétés cytotoxiques, antioxydants, antimicrobiennes et anti-inflammatoires. Ces propriétés en font un allié précieux pour la protection contre les cellules cancéreuses, les dommages causés par les radicaux libres, les infections bactériennes et fongiques, ainsi que pour soulager les inflammations et les douleurs. Le géranium rosat offre donc un large éventail de bienfaits pour la santé (Chysa et *al.*,2021).

3 Protocol expérimental

L'étude a été menée sur 14 lapins mâle âgés de 50 jours dont le poids varie entre 1,72 et 2,49 kg, placés et répartis en 3 lot dans des cages spéciales aménagées pour l'élevage cunicole. Un lot témoin composé de 4 lapins n'a reçu aucun traitement, et 2 lots de 5 lapins chacun ont été traités avec l'huile essentielle de Géranium Rosat à deux doses différentes (D1= 400 μ l/kg et D2= 600 μ l/kg) chaque deux jours régulièrement pendant 21 jours (Figure17).

Avant de commencer l'expérimentation, les lapins ont été laissés une semaine d'adaptation à fin d'éviter l'effet du stress.



Figure 17 : des lapins divisés en deux lots de différente dose dans des cages spéciales (Originale, 2024).

Les lapins sont placés dans des cages exposés aux mêmes conditions de vie (température, lumière et humidité) qui sont celles de l'environnement ambiant. Les animaux sont nourris par un aliment sec granulé fournit par l'ONAB d'Alger (Office National de l'Aliment de Bétail) et l'abreuvement est assuré par un système de tétine.

3.1 Pesée et administration des huiles

Afin de déterminer la quantité d'huile essentielle administrer à chaque animal et à chaque dose, les lapins des différents lots ont été pesés (Figure 18).



Figure 18 : Pesés des lapins (Originale, 2024).

Le volume de l'huile essentielle est prélevé à l'aide d'une micropipette et administré par voie orale aux lapins (Figure 19).



Figure 19 : Photographie illustrant la préservation de l'huile et son administration aux lapins (Originale, 2024).

3.2 Sacrifices et prélèvements

Après trois semaines d'administration de l'huile essentielle, les lapins ont été pesés puis sacrifiés par saignement le matin entre 8h00 jusqu'à 13h00 au niveau de Laboratoire de l'équipe Bioécologie, Physiologie et Physiopathologie Animale à l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. Le sang est

immédiatement recueilli dans des tubes secs (Figure 20) en suite centrifugé grâce à une centrifugeuse (Figure21) pour des dosages hormonaux ultérieurs.



Figure 20 : Illustration d'un lapin sacrifié et de sang prélevé (Originale, 2024).

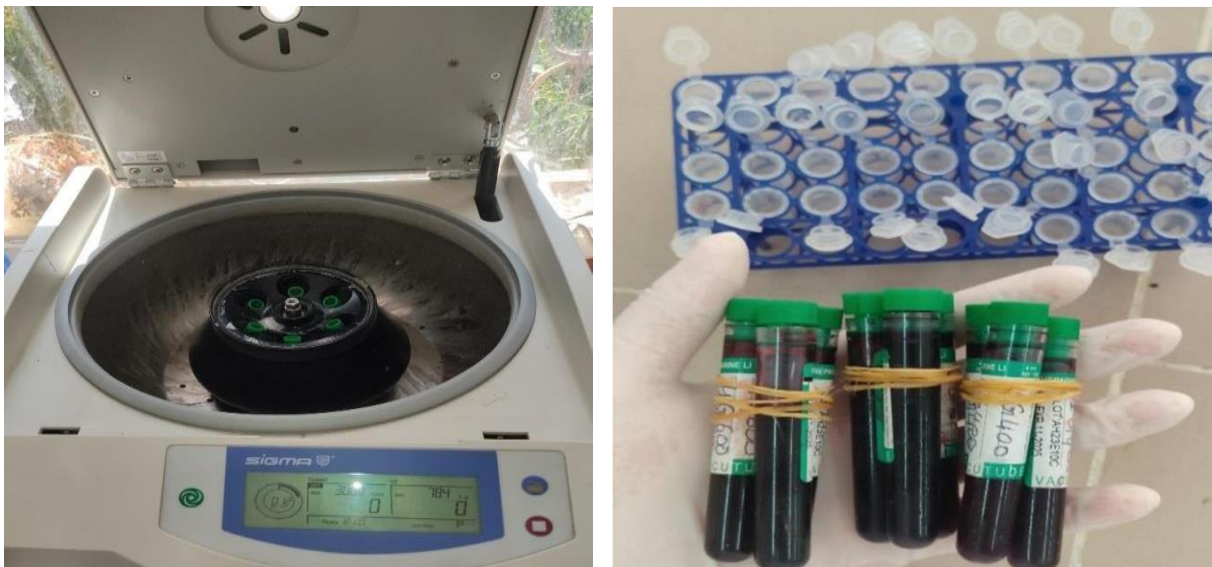


Figure 21:Centrifugation du sang (Originale, 2024).

Après la dissection (Figure 22), les testicules, épididymes sont prélevés puis dégraissés, pesés grâce à une balance de précision de 0,01g (Figure 23) et évaluation de leurs volumes. Les gonades droit sont fixés au Bouin Hollande (Figure 24) alors que ceux de gauches sont placés dans des

Eppendorfs et congelés à -20°C , jusqu'à leur utilisation ultérieure. Après chaque échantillon est placé dans une cassette d'inclusions soigneusement fermés étiquetés pour une étude histologique.

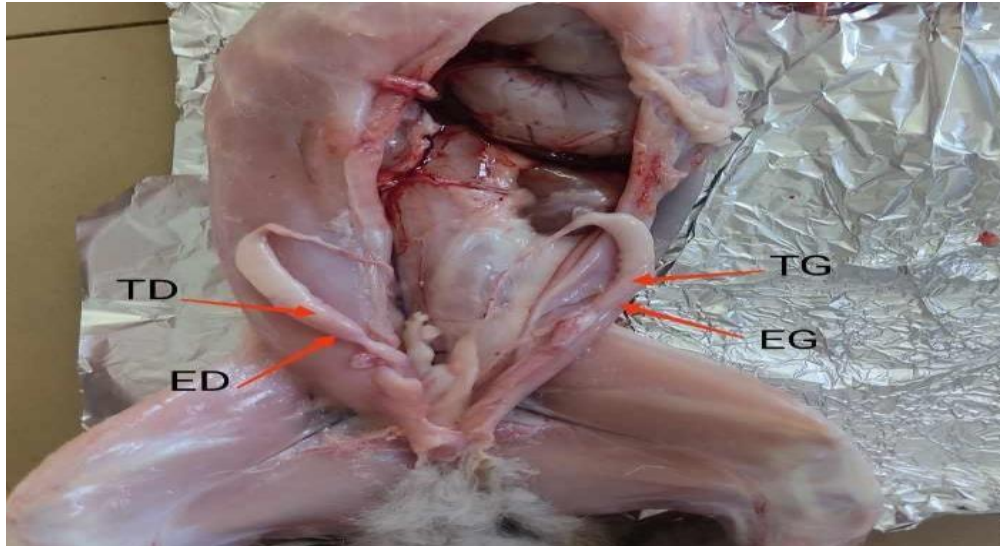


Figure 22 : Présentation de l'épididyme et de testicule du lapin lors du sacrifice (Originale ;2024).

TD: testicule droite, **TG:** testicule gauche, **ED:** épидидyme droite, **EG:** épидидyme gauche



Figure 23 : balance de précision de 0,01g (Originale ; 2024).

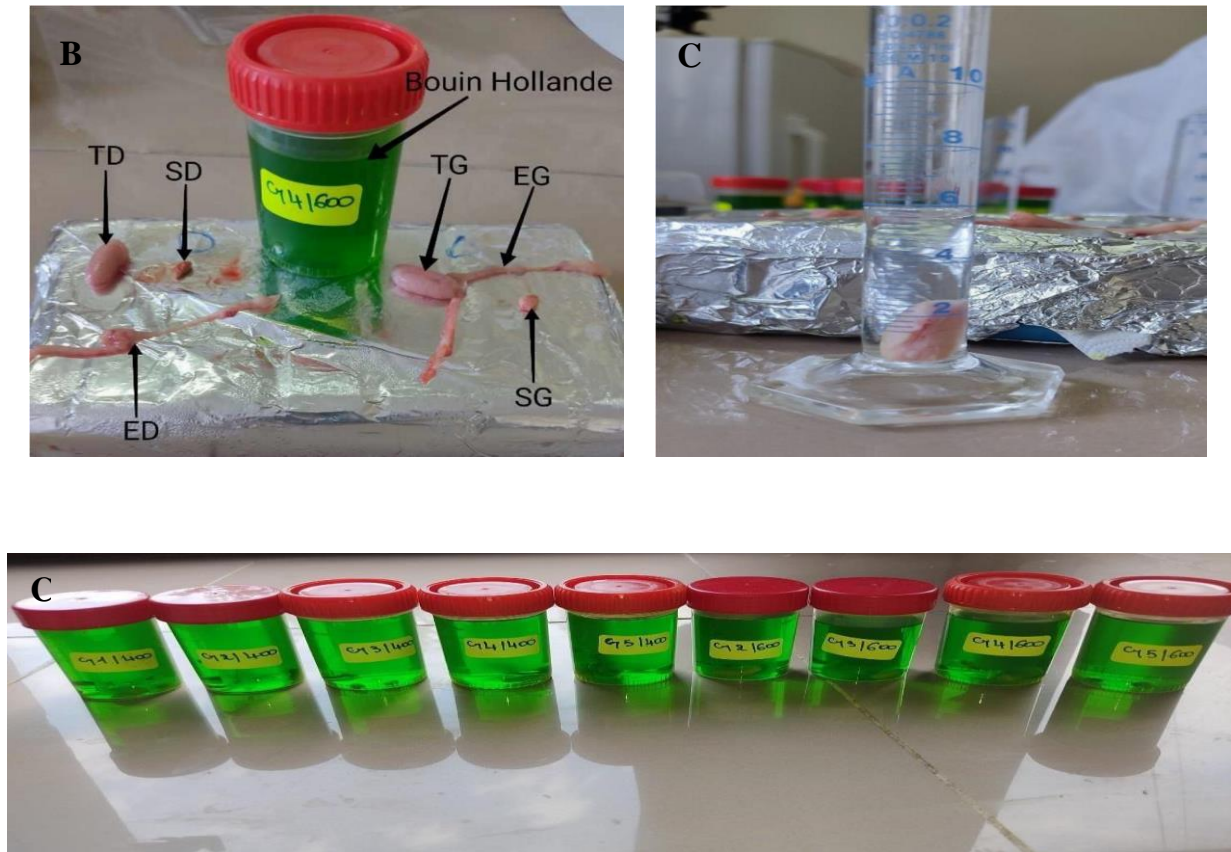


Figure 24 : A: Prélèvement et dégraissage des organes génitaux (**TD**: testicule droite, **TG**: testicule gauche, **SD**: surrénales droite, **SG**: surrénales gauche, **ED**: épидидyme droite, **EG** : épидидyme gauche. B: Mesure de volume de l'épididyme. C: Le fixateur Bouin Hollande (Origine 2024).

4 Étude histologique

L'étude histologique implique une série d'étapes successives nécessaires pour préparer des coupes fines prêtes à être colorées histologiquement. Le protocole expérimental peut être résumé par les étapes suivantes : la fixation des échantillons, la déshydratation et l'éclaircissement, l'imprégnation, l'inclusion, la confection des coupes et le collage, le déparaffinage et la réhydratation, la coloration topographique et la déshydratation, et enfin l'observation des lames.

4.1 Fixation des échantillons

La fixation est un traitement chimique ou physique effectué sur des cellules vivantes pour permettre ultérieurement certaines manipulations avec un minimum de dommages pour les structures cellulaires. Cela permet de conserver les cellules dans un état proche de l'état vivant, d'éviter les

raccourcissements et distorsions possibles, et de les protéger contre les attaques bactériennes et enzymatiques.

Le fixateur Bouin Hollande utilisé est une solution préparée en laboratoire à base de formol, d'acide picrique, d'acétate de cuivre, d'eau distillée et d'acide acétique cristallin. Les organes placés dans des cassettes d'inclusion sont immergés dans un volume de fixateur Bouin Hollande trois fois supérieur à celui de l'organe, pour une période de 7 jours à température ambiante.

4.2 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.

4.3 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 pour que la paraffine pénètre à l'intérieur des organes. Le deuxième et le troisième bain renferment de la paraffine pure, tandis que le premier est constitué de moitié paraffine et moitié xylène (Figure 25). Un séjour prolongé des pièces dans le deuxième bain ne présente aucun inconvénient, à condition que la température ne dépasse pas 60°C.

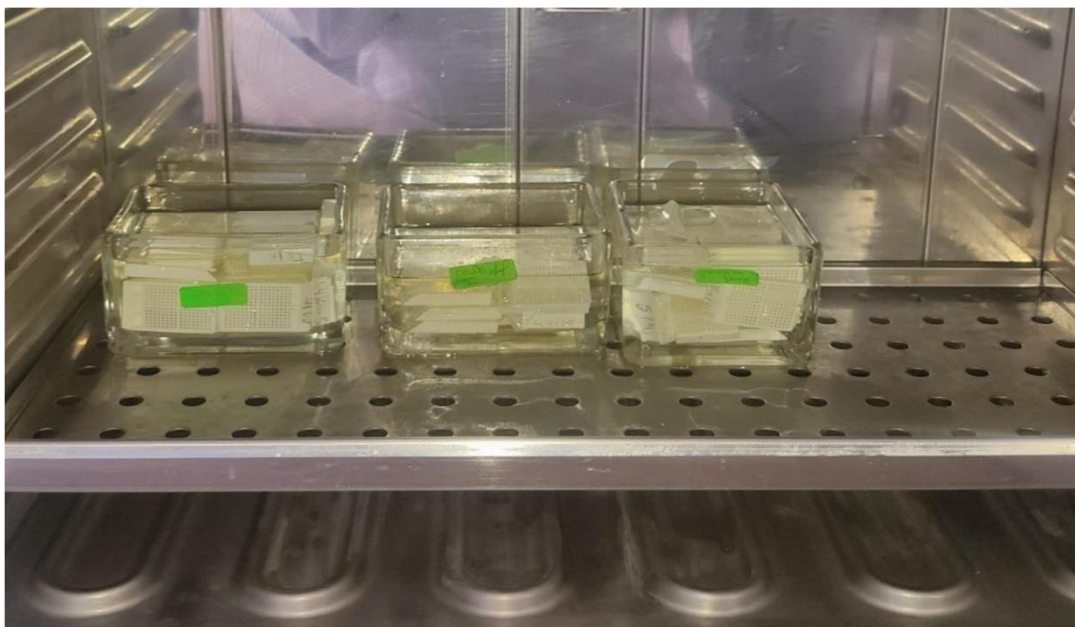


Figure 25: Imprégnation des échantillons dans l'étuve (Originale, 2024).

4.4 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. Les organes ont été placés dans des moules qui recevront la paraffine sur les quels une cassette à été placer puis verser de la paraffine jusqu'à immersion totale de l'échantillon (Figure 26). Les moules sont placés sur une plaque de refroidissement, puis placés dans un congélateur afin de les durcir.

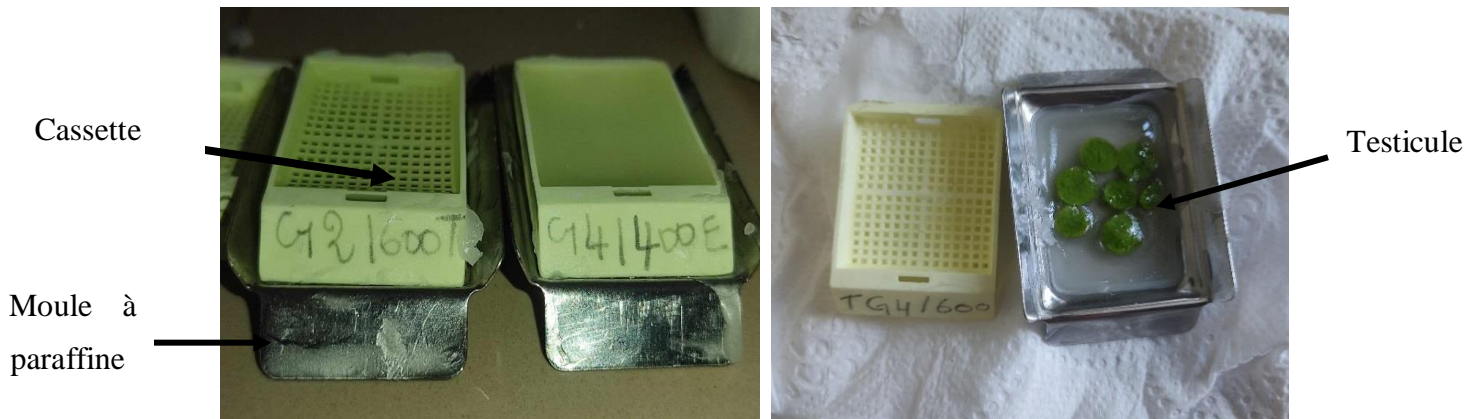


Figure 26 : Organe place dans des moules de paraffine (Originale, 2024).

4.5 Confection des coupes

Des coupes fines d'une épaisseur de 2 à 5 μm ont été réalisées à l'aide d'un microtome à paraffine de type Leica (Figure 27). Cette méthode permet d'obtenir des séries de rubans de paraffine et de tissu d'une épaisseur de 5 μm . Le ruban est placé dans l'eau gélatinée réchauffé à une température de 40°C, afin de récupérer les coupes sur les lames (Figure28).

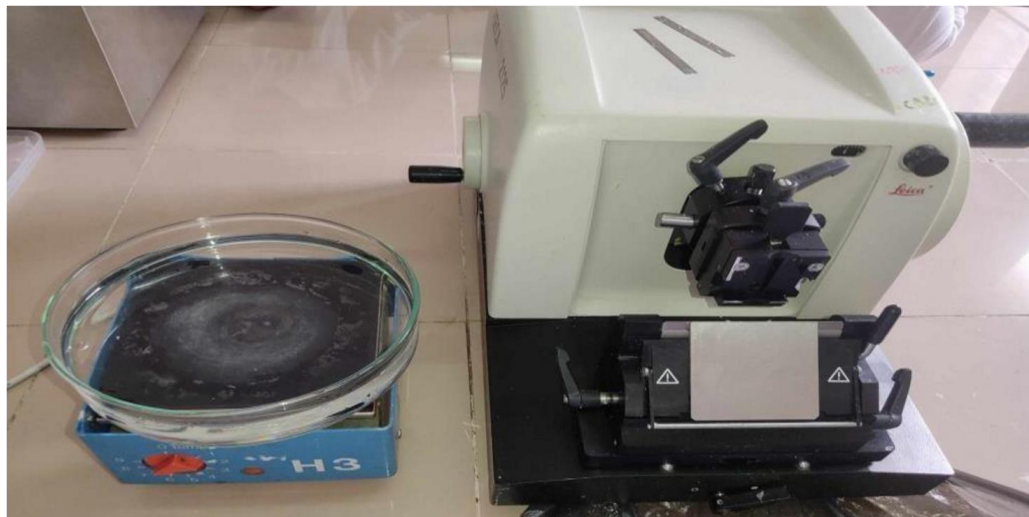


Figure 27 : Photographie d'un microtome (Originale ; 2024)



Figure 28 : Le ruban de paraffine et de tissu placé dans un mélange d'eau Gélatiné (Originale ; 2024)

4.6 Déparaffinage et réhydratation

Le déparaffinage implique l'élimination de la paraffine, en placent les lames dans l'étuve à 60°C pour obtenir la liquéfaction et ainsi éliminer la paraffine périphérique, puis en les plongeant dans un bain de xylène.

La réhydratation consiste à réintroduire de l'eau dans les tissus, en immergeant les lames dans des bains d'alcool (Figure 29) à des degrés décroissants (100°, 90°, 70°).

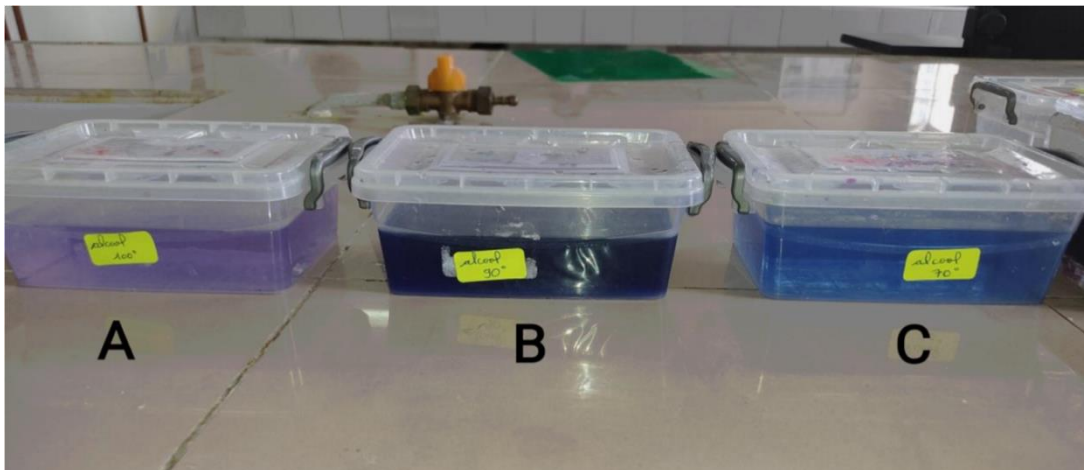


Figure 29 : Etape de réhydratation (Originale, 2024).

A: bain d'alcool 100°; **B**: bain d'alcool 90°; **C**: bain d'alcool 70°.

4.7 Coloration topographique et déshydratation

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. 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 30).

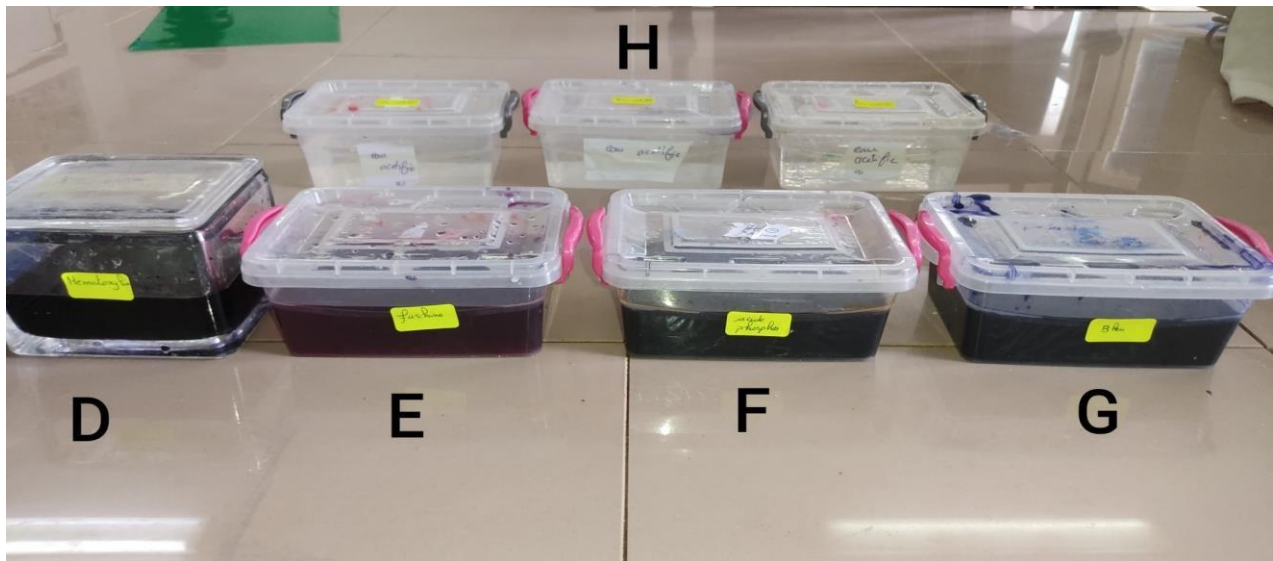


Figure 30 : Une série d'une coloration topographique (originale ; 2024)

D: Hématoxyline ; E: Fuschine Ponceau ; F: Acide Phosphomolybdique ;

G: Bleu de Méthylène ; H: Eau Acétifiée

La coloration est suivie d'une déshydratation dans des bains d'alcool éthylique à degrés croissants 70°, 90°, 100° respectivement (15 min chacun), puis dans du xylène avant le montage.

4.8 Montage

Le montage est l'étape durant laquelle une lamelle de verre est fixée à l'aide d'une goutte d'Eukitt sur l'échantillon histologique, qui assure une adhérence entre la lame et la lamelle, une légère pression sur la lamelle permet de chasser les bulles d'air après montage, puis les lames sont séchées, nettoyées au xylène afin d'être observées au microscope optique.

4.9 Observation des lames

L'observation des lames se fait à l'aide d'un microscope photonique de type Leica qui permet d'observer toute variation ou modification des structures histologiques des gonades et épидидymes. Des photographies sont prises grâce à un appareil photo numérique, de ce fait le grossissement de l'observation change et est calculé de la manière suivante :

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

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

5 Etude statistique

Les variables (poids vifs, poids et des testicules) obtenus durant cette étude sont soumis à une analyse de variance «ANOVA ». Le traitement statistique 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 ».

- ✓ 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 III
Résultats et discussion

- Notre étude se focalise sur l'évolution du poids corporel avant et après l'administration d'huiles essentielles de Géranium Rosat chez des lapins âgés de 50 jours. Nous avons également évalué le poids des testicules gauches et droits, ainsi que leur poids relatif. Enfin, une étude histologique des tissus des testicules a été réalisée.

1 Résultats de l'étude macroscopique

Les résultats macroscopiques incluent les changements des poids corporels, les variations des poids testiculaires, ainsi que leurs poids relatifs, après l'administration d'huiles essentielles de Géranium rosat à deux doses différentes dose 1 (400 μ l/kg) et dose 2 (600 μ l/kg).

1.1 Poids corporel

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

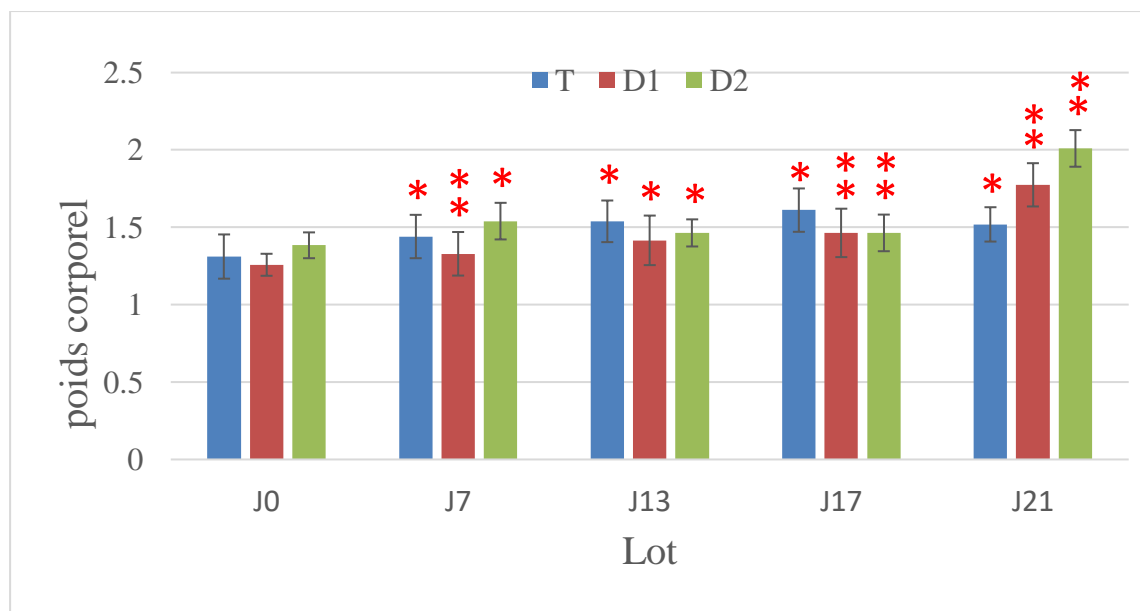


Figure 31: Représentation graphique de l'évolution du poids corporel des lapins traité par l'huile essentielle de Géranium Rosat.

T: Témoin ; **D1** : 400 μ l/kg ; **D2** : 600 μ l/kg ; **J0-J21:** La Période du traitement ;

***** : Une différence significative ; ****** : Une différence plus significative.

Le graphe (Figure 31) représente l'évolution du poids corporel des lapins prépubères avant et après traitement par l'huile essentielle Géranium Rosat à deux doses différentes pendant 21 jours.

Cependant nous avons constaté que les poids corporel chez les lapins témoins augmentent en fonction du temps jusqu'au jour 17, puis il chute légèrement jusqu'au jour 21.

Les lapins traités par l'huile essentielle de Géranium Rosat (D1=400 µl/kg) présente une augmentation en fonction du temps jusqu'au jour 21, tandis que les lapins traité par l'huile essentielle de Géranium Rosat (D2 =600 µl/kg) augmentant en fonction du temps jusqu'au jour 7 puis il chute légèrement le jour 13 et le jour 17 pour remonté jusqu'au jour 21.

Le graphique illustre clairement une progression des poids vifs des lapins mâles prépubères après 21 jours de traitement par l'huile essentielle de Géranium Rosat, les valeurs moyennes du poids vif des lapins traités avec la deuxième dose (600 µl/kg) sont supérieures à celles des lapins traités avec la première dose, montrant ainsi une augmentation significative par rapport au lot témoin.

Les multiples comparaisons des variations des moyennes des poids corporels avant et après traitement (J0, J7, 13, J17, J21) à révélé une différence significative pour tous les lapins.

1.2 Evolution du poids testiculaire

Le Poids des testicules (en gramme) est exprimé par la valeur moyenne \pm l'erreur standard à la moyenne (ESM).

1.2.1 Poids des testicules droits et gauches

Le graphe (Figure 32) présente l'évolution des poids des testicules gauches et droits des lapins mâles prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle *Pelargonium graveolens* administrée.

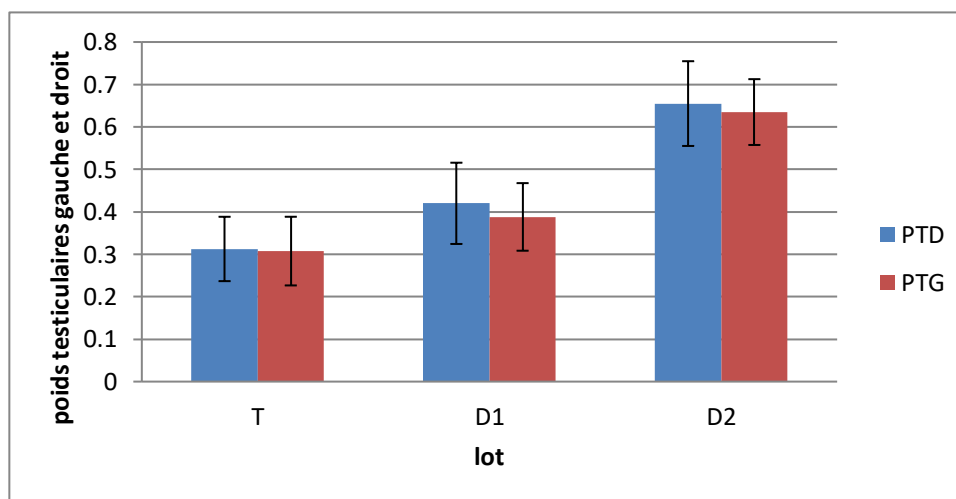


Figure 32: Représentation graphique montrant l'évolution du poids moyen des testicules gauches et droits des lapins mâles prépubères traités par l'huile essentielle de Géranium Rosat.

T: Témoin ; **D1:** 400µl/kg; **D2:** 600µl/kg; **PTG:** Poids testicule gauche ;

PTD: Poids testicule droit.

Les valeurs moyennes des poids des testicules gauche et droit sont pratiquement similaires. Cependant, les valeurs moyennes du poids des testicules droits sont légèrement supérieures à celles des testicules gauches pour le lot témoin. Cette remarque est également valable pour les lots traités.

1.2.2 Poids total des testicules

La figure 33 présente l'évolution du poids total des testicules des lapins mâles prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de *P.graveolens* administrée.

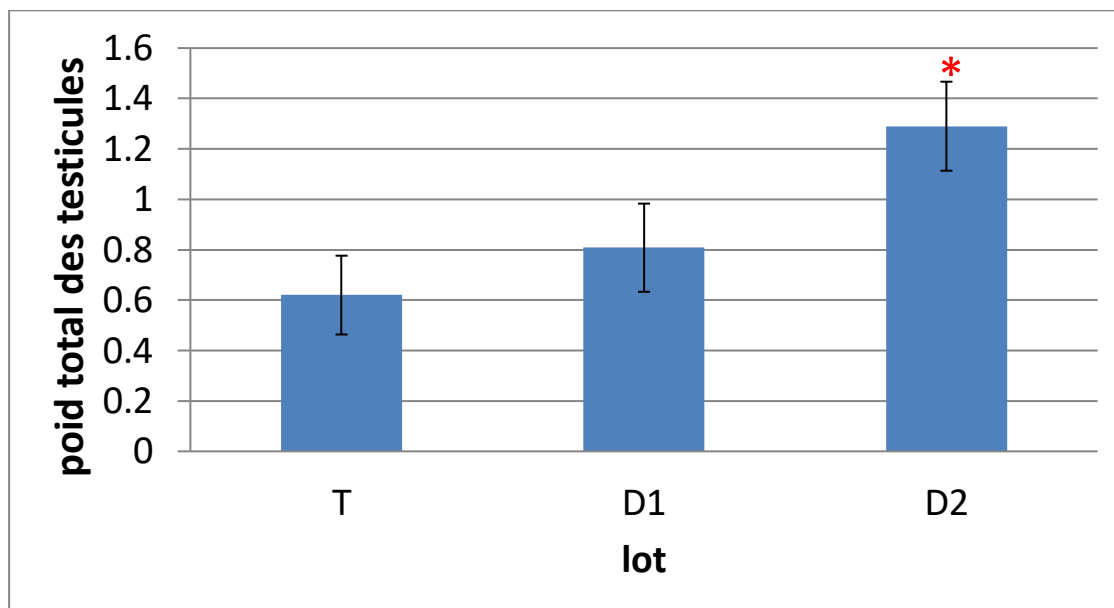


Figure 33: Représentation graphique montrant l'évolution du poids total des testicules des lapins mâles prépubères après l'administration d'huile essentielle Géranium Rosat.

D0: Témoin ; **D1:** 400µl/kg ; **D2:** 600µl/kg ; **PTT:** Poids total des testicules

Les valeurs moyennes du poids total des testicules des lapins mâles prépubères traités par l'huile essentielle de *P.Graveolens* présente une augmentation progressive où les valeurs passent de 0,62±0,16 Kg pour le lot témoin à 0,808±0,17 Kg pour le lot dose 1 (400µl/kg) jusqu'à 1,29 ±0,18 Kg pour le lot de deuxième dose (600µl/kg).

Les multiples comparaisons des variations des moyennes des poids totale testiculaires à révélé une différence significative avec un ($P=0,0319$) entre les lapins traités par D2=600µl/kg deux témoins.

1.2.3 Évolution poids relatif des testicules

L'évolution des valeurs moyennes des poids relatifs à 100 g de poids corporel des testicules des lapins mâles prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle Géranium Rosat administré est présenté dans la Figure 34

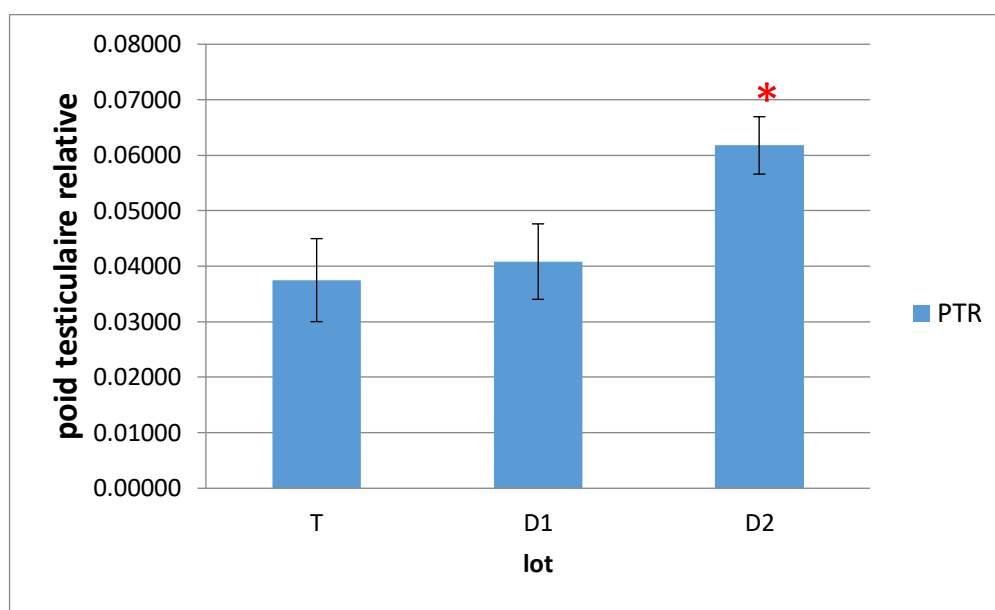


Figure 34: Représentation graphique du poids relatif des testicules des lapins mâles traité par l'huile essentielle Géranium Rosat.

T: Témoin ; **D1 :** 400µl/kg ; **D2 :** 600µ/kg ; **PTR:** Poids testiculaires relatif.

***** : Une différence significative entre D2 et T

La valeur moyenne des poids relatifs à 100 g du poids corporel des testicules est plus élevée chez les lapins traités par l'huile essentielle de Géranium Rosat par rapport aux témoins, ceux des lapins traités avec la deuxième dose (600 µl/kg) sont supérieurs à celles des lapins traités avec la première dose. Les multiples comparaisons des variations des moyennes a révélé une différence significative ($p = 0,0439$) entre D2 et T.

2 Résultats de l'étude microscopique

Au cours de notre travail, nous avons réalisé une étude histologique des testicules des lapins mâles prépubères, l'observation a été faite avec un microscope optique au grossissement (x100) et (x400).

2.1 Etude histologique testiculaire

Les résultats de l'étude histologique réalisée chez des lapins appartenant aux trois lots témoin et traités par l'huile essentielle de Géranium Rosat à deux doses sont illustrés ci-dessous.

2.1.1 Etude histologique des testicules des lapins témoins

L'étude histologique des testicules des lapins mâles témoins prépubères révèle des tubes séminifères dépourvus d'une lumière, un épithélium comprenant des spermatogonies à noyaux ronds et condensés organisées en couches de cellules occupant la périphérie du tube et des cellules de sertoli à noyau triangulaires, peu de spermatocytes I à noyaux volumineux et chromatine décondensé, un espace interstitiel très réduit contenant les cellules de leydig et les cellules peritubulaires (Figure 35).

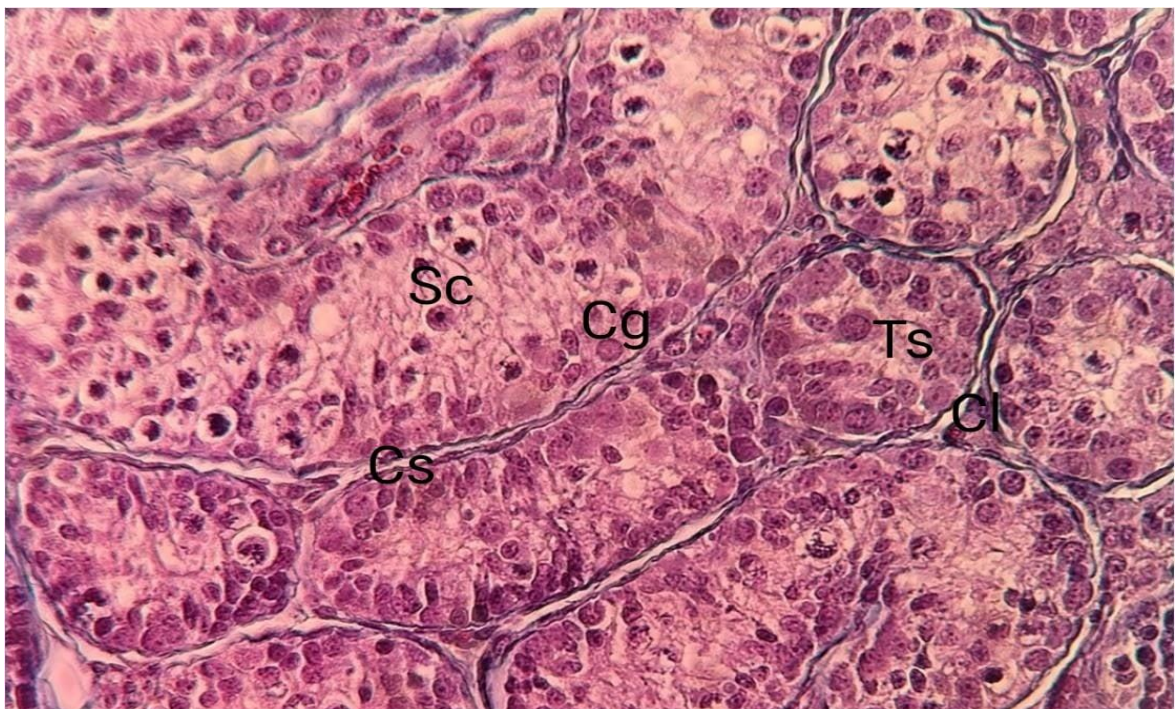


Figure 35 : coupe histologique du testicule des lapins mâles prépubère témoins.

2.1.2. Etude histologique des testicules des lapins traités par l'huile essentielle de *P.graveolens*

L'observation au microscope photonique des coupes testiculaires des lapins prépubères traités par l'huile essentielle de *P. Graveolens* D1 (400µl/kg), montre que la structure histologique est la même que celle des lapins témoins avec augmentation du nombre des spermatocytes I, du diamètre des tubes séminifères, de l'espace interstitiel et l'apparition de la lumière.

Tandis que le lot traité par la dose D2 (600 μ l/kg) présente un nombre plus élevé des spermatozoïdes par rapport à la dose D1, qui est la signature d'un tube séminifère plus actif (Figure 36)

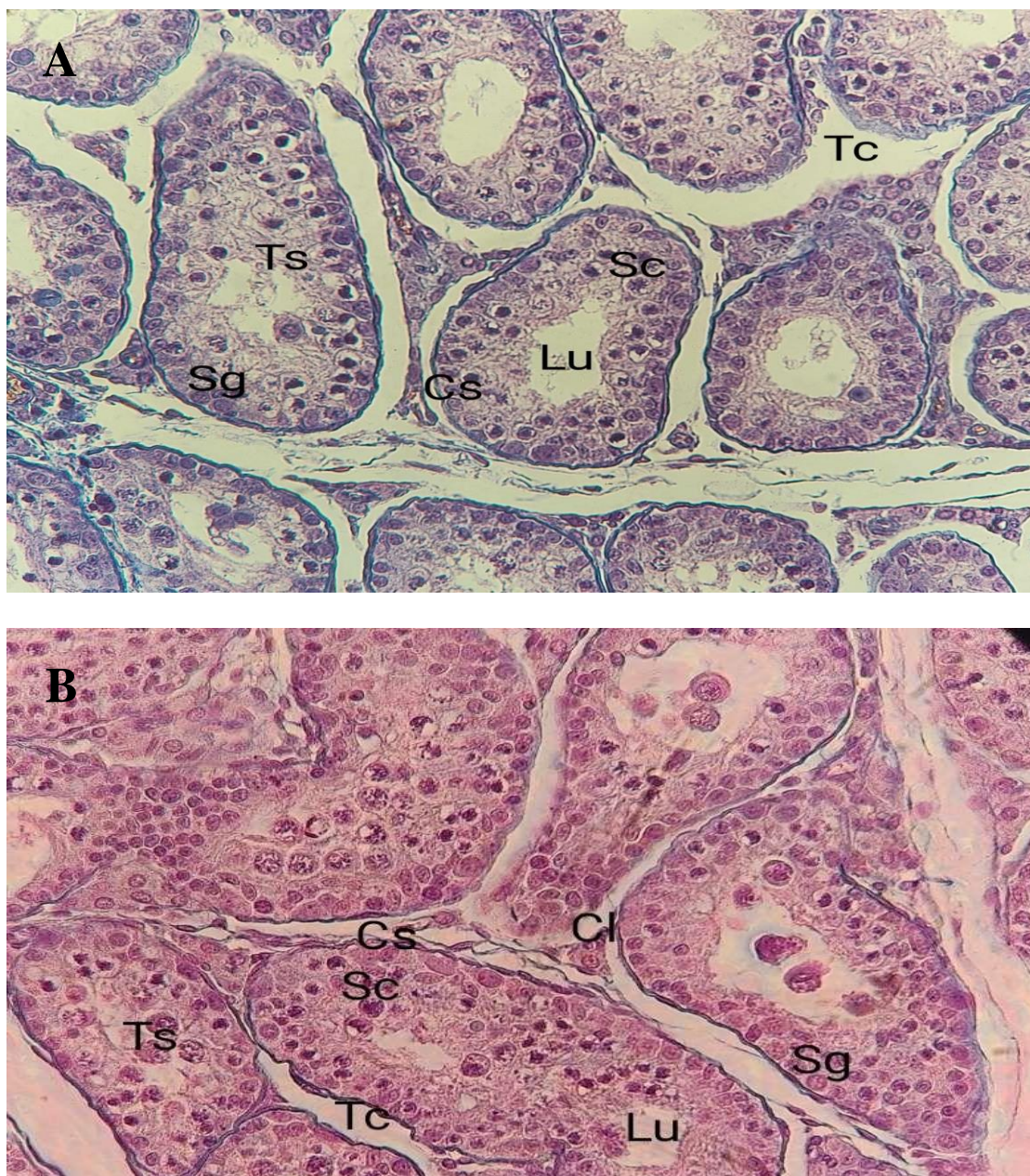


Figure 36 : coupe histologique du testicule du lapin mâle prépubère traité par l'huile essentiel Géranium Rosat dose 400 μ l/kg et 600 μ l/kg.

A : D1 (400 μ l/kg) **B** : D2 (600 μ l/kg) **Sc**: spermatozoite, **Sg**: spermatogonie, **Cl**: cellule Leydig, **Cs**: cellule Sertoli, **Tc**: Tissu conjonctive, **Ts**: Tubes séminifères, **Lu** : lumière.

4. Discussion des résultats

Dans la présente étude, nous montrons le développement des structures gonadiques parallèlement au poids gonadiques et au poids corporels ainsi que l'évolution de sa structure histologiques chez des lapins mâle prépubères après administration des huiles essentielles *P. Graveolens*.

4.1. Paramètres macroscopiques

L'étude des paramètres macroscopiques (Le poids corporel, le poids des testicules) montre des valeurs plus importantes chez les lapins traités par l'huile essentielle de *P. Graveolens* par rapport à celles des témoins, de ce fait on peut dire que l'huile essentielle de *P. Graveolens* à un effet positif sur le poids corporel, testiculaire.

L'augmentation du poids corporel et du poids testiculaire est en corrélation avec l'augmentation de la dose administrée. En effet, ces paramètres macroscopiques sont plus importants chez les lapins traités par la dose 2 (600µl/kg) par rapport au lapin traité à la dose 1 (400µl/kg).

Les résultats obtenus durant notre étude concordent avec ceux de de Fellag et Fethoun (2018) qui ont constatés une augmentation des poids corporels et testiculaire après un traitement par l'huile essentielle de la menthe poivrée.

Des résultats similaires ont été observés chez les poulets de chair qui présentent une augmentation du gain de poids corporel après supplémentation des régimes avec les huiles essentielles d'origan, de romarin, de sauge et de lavande, appartenant toutes à la famille des plantes Labiées et contenant des phénols comme composants clés (Alçiçek et al., 2003; Alçiçek et al., 2004). En conséquence, ces huiles essentielles seraient considérées selon Kuçukyilmaz et al (2017), comme des facteurs de croissance.

Selon Ouhayoun et al, (1983), La croissance et la composition corporelle est fortement influencée par les facteurs génétiques et alimentaire où environnementaux.

Selon Micol et al, (1993) et Allrich et al, (1983), la croissance pondérale d'un animal résulte du développement du poids de chaque élément constitutif de son corps et les dimensions des testicules sont très corrélées avec l'âge, le développement et le poids corporel.

Les variables macroscopiques des testicules comme le poids, le volume ou la circonférence scrotale ont été considérées comme des marques de la maturité sexuelle chez divers mammifères (Garcia Thomas et al., 2007).

4.2 Paramètres microscopiques

Nous avons constatés que la structure histologique des testicules des lapins males traites par *P.Graveolens* diffère de celle des témoins, avec la mise en place de la lumière au niveau de tous les tubes séminifère ainsi qu'un nombre plus élevé des spermatocytes I, En effet, ces paramètres microscopiques sont plus importants chez les lapins traités par la dose D2 par rapport a ceux traités par la dose D1.

Iczkowski et al. (1991) ont montré une augmentation remarquable du pourcentage de cellules germinales en mitose à 7 semaines et une forte activité méiotique à partir de 9 semaines.

D'après Ben Slima et *al* , (2013) L'huile essentielle de géranium possède une influence positive sur le système reproducteur masculin des lapins. Résultats suggèrent que cette l'huile essentielle a des effets antioxydants bénéfiques qui peuvent aider à protéger les testicules contre les dommages oxydatifs et améliorer la motilité, la viabilité et la morphologie des spermatozoïdes chez les souris. Notre étude a montré un effet stimulateur de l'huile essentielle de géranium sur le système reproducteur masculin des lapins mâle prépubère.

Les variables microscopiques comme l'apparition de spermatides allongées et de spermatozoïdes dans les tubes séminifères, le diamètre, le nombre et la taille des cellules interstitielles et germinales ont aussi été utilisées comme indicateurs de maturité (Garcia-Thomas et *al.*, 2007).



Conclusion

CONCLUSION

Au terme de notre travail portant sur l'effet de l'huile essentielle de Géranium Rosat à deux doses différentes sur les paramètres macroscopiques et microscopiques des structures testiculaires.

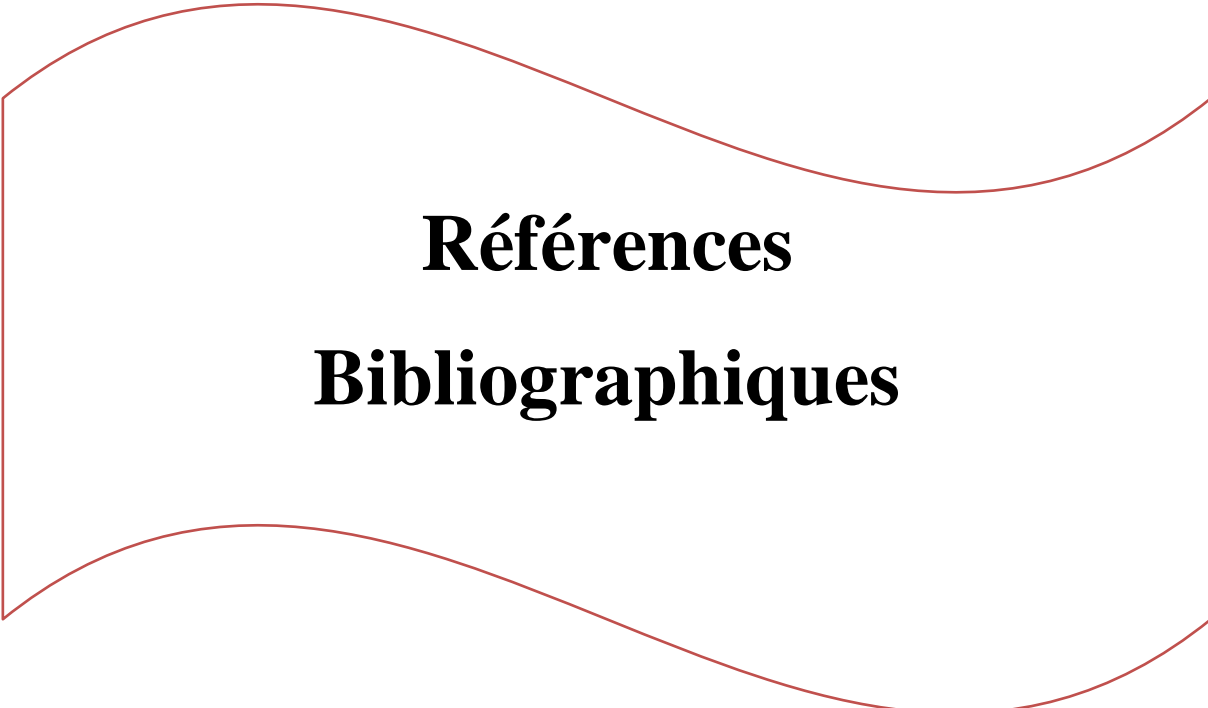
En effet, le poids corporel et testiculaire sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins. Néanmoins ceux traités par la dose 2 (600µl/kg) présentent un effet plus marqué par rapport à ceux traités par la dose 1 (400 ml/kg).

Sur le plan histologique les testicules des lapins traités présentent des changements qui varient selon la dose administrée par rapport aux témoins. De ce fait aux niveaux des testicules on a observé l'évolution des structures des tubes séminifères caractérisés par l'augmentation de nombre des spermatocytes primaires chez les traités à la dose 1 et deviennent plus abondant chez ceux traités à la dose 2.

Les résultats obtenus suggèrent que l'huile essentielle de *P.graveolens* pourrait avoir une influence positive sur le développement testiculaire des lapins prépubères. En effet, il semble que son administration ait conduit à des effets plus favorables sur la croissance des testicules. Cette action de l'huile essentielle sur les paramètres morphologiques des testicules laisse entendre la possibilité d'une amélioration potentielle de la fertilité future des jeunes lapins traités avant la puberté.

Afin de compléter cette recherche il est intéressant de:

- Etudier la variation hormonale pour appuyer les résultats obtenus.
- Renforcer cette étude par une étude histomorphométrique afin d'étudier l'effet de Géranium sur le plan microscopique
- Effectuer une étude immuno-histochimique.



Références
Bibliographiques

A

Adamali, H. I., Somani, I. H., Huang, J. Q., Mahuran, D., Gravel, R. A., Trasler, J. M., & Hermo, L. (1999). II. Characterization and Development of the Regional-and Cellular-Specific Abnormalities in the Epididymis of Mice with β -Hexosaminidase A Deficiency. *Journal of andrology*, 20(6), 803-824.

Alçıçek, A., Bozkurt, M. & Çabuk, M., 2003. The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 33, 89-94.

Alçıçek, A., Bozkurt, M. & Çabuk, M., 2004. The effect of a mixture of herbal essential oils, an organic acid or a probiotic on broiler performance. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 34, 217-222.

Allrich R.D., Christenson R.K., Ford J.J. et Zimmerman D.R. (1983). Pubertal development of the boar: age-related changes in testicular morphology and in vitro production of testosterone and estradiol-17 beta. *Bio. Reprod.*, 28 (4) :902-909.

Avenel, J., Shur, B. D., & Hess, R. A. (2011). Estrogen, Efferent Ductules, and the Epididymis. *Biology of Reproduction*, 84(2), 207-217. <https://doi.org/10.1095/biolreprod>.

B

Bailleul J.P. et Mauroy B. (1991). Anatomie des testicules et voies spermatiques et des bourses. Ed. techs EMC : Néphro. Uro., 18600 A, (Paris-France) :10- 14.

Barbotin, A. (2019). Plasticité neuro-structurale de l'hypothalamus dans le syndrome des ovaires polykystiques [These de UNIVERSITE DE doctorat, LILLE]. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S128601151830140> a guorte.

Barbotin, A. (2019). Plasticité neuro-structurale de l'hypothalamus dans le syndrome des ovaires polykystiques [These de doctorat, UNIVERSITE de LILLE]. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S128601151830140>.

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

Barone R. (1976). Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome 4: Splanchnologie. Laboratoire d'anatomie, ENV, Lyon : 879p.

Barone R. (2001). Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome 4: splanchnologie II. Eds. Frères Vigot, Paris : 241-516.

Barone R., 1978, Anatomie comparée des mammifères domestiques : Tome 3 : splanchnologie 3 : Appareil uro-genital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale. -Paris :vigot.- 896p.

Barone, R. (1984). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3: Splanchnologie (fascicule 1). Appareil digestif, appareil respiratoire. Eds. Vigot, Paris (France) : 853p.

Barone, R. (2001). Anatomie comparée des mammifères domestiques, tome IV, Splanchnologie II, Ed. Vigot Paris, pag, 418-467.

Références bibliographique

Barone, R., and Simoens, P. (2001). Anatomie comparée des mammifères domestiques-tome 4: Splanchnologie II/appareil uro-génital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale. Paris: Edition VIGOT.-896 p.

Baudiffier, D. (2012). Modes de perturbation de la stéroïdogénèse testiculaire et de la spermatogénèse chez le poisson zèbre (*Danio rerio*) par des fongicides azolés [These de doctorat, Rennes 1]. <https://www.theses.fr/2012REN1S078>

Ben Slima, A., Ali, M. B., Barkallah, M., Traore, A. I., Boudawara, T., Allouche, N., & Gdoura, R. (2013). Antioxidant properties of Pelargonium graveolens L'Her essential oil on the reproductive damage induced by deltamethrin in mice as compared to alpha-tocopherol. *Lipids in health and disease*, 12, 1-9.

Bernard, D. J., & Brûlé, E. (2020). Anterior Pituitary. In *Hormonal Signaling in Biology and Medicine* (p. 119-144). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813814-4.000079>

Britan, A., and Drevet, J. R. (2006) Régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire des mammifères État des lieux. 16(3), 197-227. <https://doi.org/10.1007/BF03034859>.

C

Caquet, R. (2010). Folliculostimuline (FSH) et hormone lutéinisante (LH). In R. Caquet (Éd.), 250 examens de laboratoire (Onzième Édition) (p. 149-151). Elsevier Masson.

Castro A.C.S., Berndtson W.E., et Cardoso F.M. 2002. Plasma and testicular testosterone levels, volume density and number of Leydig cells and spermatogenic efficiency of rabbits. *Braz.J. Med. Biol Res*; 35, 493-498.

Chocu, S. (2014). Découverte de nouvelles protéines impliquées dans la spermatogénèse chez le rat [Phdthesis, Université de Rennes]. <https://theses.hal.science/tel-01127389>.

E

El-Gaafary M.N. et Marai F.M. (1994). Artificial insemination in rabbits. *Options Méditerranéennes. Série A*.

Enangue Njembele, A. N. (2014). Mécanismes moléculaires impliqués dans la répression de la stéroïdogénèse des cellules de Leydig par les plastifiants et les organochlorés. *endocrine, paracrine and autocrine systems. Anim. Reprod. Sci.*, vol. 107 (3-4): 179-196p.

F

Flück, C. E., & Pandey, A. V. (2014). Steroidogenesis of the testis *Annales d'Endocrinologie*, 75(2), 40-47. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2014.03.002>

Foley, G. L. (2001). Overview of Male Reproductive Pathology. *Toxicologic Pathology*, 29(1), 49-63. <https://doi.org/10.1080/019262301301418856>.

Références bibliographique

Frend R., Bogerd J., França L. et Vilela D. A. R. (1973). La fonction reproductive masculine. Organisation de la Santé, Genève. 520: 6-11.

G

García-Tomás, M., Sánchez, J., Rafel, O., Ramon, J., & Piles, M. (2007). Développement sexuel post-natal chez le lapin: profils de croissance et de développement du testicule et l'épididyme dans deux lignées. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France, 49-52.

Garreau, H., Theau-Clement, M., & Gidenne, T. (2015). Anatomie, taxonomie, origine, évolution et domestication. Le lapin: de la biologie à l'élevage (Gidenne T., et al.), Quae, 13-32.

Gayraud, V. (2007). Physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole Nationale Vétérinaire, Toulouse, 198.

Girouard J. (2009). Rôle des domaines membranaires rafts dans le transfert et la compartimentation des protéines impliquées dans la maturation épидидymaire des spermatozoïdes b vins. Thèse de Doctorat en physiologie-endocrinologie. Département d'obstétrique et gynécologie faculté de médecine université laval QUÉBEC.

Glover T. D. et Nicander L. (1971). Some aspects of structure and function in the mammalian epididymis. Journal of reproduction and fertility. J.Reprod. Fertil.Suppl, vol. 13: 39-50p.

H

Hermo L., Adamali H. I. et Andonian S. (2000). Immuno localization of CA II and H⁺ V-ATPase in epithelial cells of the mouse and rat epididymis. J. Androl. 21: 376- 391.

Hermo, L., & Robaire, B. (2002). Epididymal cell types and their functions. The Epididymis: From Molecules to Clinical Practice: A Comprehensive Survey of the Efferent Ducts, the Epididymis and the Vas Deferens, 81-102. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71033-9.50087-X>

I

Iczkowski KA, Sun EL, Gondos B. 1991. Morphometric study of the prepubertal rabbit testis: germ cell numbers and seminiferous tubule dimensions. American J. Anatomy; 190: 266-272.

Ishimwe, E. (1983). EFFETS DE L'INFUSE DES RACINES ENTIÈRES DE *Nauclea latifolia* Sm. SUR LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION: Etude expérimentale chez le Rat (Doctoral dissertation, UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR).

J

Junqueira L.C. et Carneiro J. (2007). Basic histology. 11th edition copyright © the McGraw-Hill Companies

K

- Kerr J.B. (1991). Ultrastructure of the seminiferous epithelium and intertubular tissue of the human testis. *J. Electron. Microsc. Tech.* 19: 215-240.
- Klinefelter, G. R. (2002). Actions of toxicants on the structure and function of the epididymis. *The Epididymis: From Molecules to Clinical Practice: A Comprehensive Survey of the Efferent Ducts, the Epididymis and the Vas Deferens*, 353-369.
- Kuçukyılmaz K, Kigma Z, AKdag A, CetinKaya M, Atalay H, Ates A, Gursel F E and Bozkurt M 2017 Effect of lavender (*Lavandula stoechas*) essential oil on growth performance, carcass characteristics, meat quality and antioxidant status of broilers. *South African Journal of Animal Science*, 47 (2): 178-186. <http://www.scielo.org.za/pdf/sajas/v47n2/09.pdf>
- Le Moigne A. et Foucrier J. (2009). *Biologie du developpement*. 7 ème Edition. DUNOD Inc.

M

- Mader, S. S., & Windelspecht, M. (2012). *Humanbiology* (12th ed). McGraw-Hill.
- Marc, S. (2015). *Actualités en cryoconservation des semences des principales espèces d'intérêt vétérinaire* (Doctoral dissertation).
- Marieb E.N. (2006). *Anatomie et physiologie humaines*. 6ème éd. Renouveau pédagogique, France: 1096 p.
- Marieb N.E. (1999). *Anatomie et physiologie humaine*. 2ème éd. De Boeck université : 1194p.
- Marthin H.J. et Barry J.E. (2001). *Reproduction*. De Boeck, paris: 298 p.
- McArdle, C. (2007). Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH) Receptor. In *XPharm : The Comprehensive Pharmacology Reference* (p. 1-12). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008055232-3.60206-5> youte .
- Micol, D., Robelin, J., & Geay, Y. (1993). Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscles chez les bovins en croissance et à l'engrais. *Productions animales*, 6(1), 61-69.
- Muller O. et Clos P., 1997. *La reproduction (gonades, gametes, et fécondation)*. Editions Nathan, Paris.P9-13.
- Noblanc, A., Kocer, A., & Drevet, J. R. (2012). Protection post-testiculaire des gamètes mâles contre les dommages radicalaires. *M/S-Medecine Sciences*, 28(5), 519.

O

- Orgebin-Crist, M.-C., Boivineau, L., & De Fontaubert, Y. (1962). RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA DURÉE DE PASSAGE DES SPERMATOZOÏDES DANS L'ÉPIDIDYME DU TAUREAU. *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique*, 2(1), 51-108. <https://doi.org/10.1051/rnd:19620107>.

Références bibliographique

Ouhayoun, J., Cheriet, S., & Lapanouse, A. (1983). Valorisation comparée d'aliments à niveaux protéiques différents, par des lapins sélectionnés sur la vitesse de croissance et par des lapins provenant d'élevages traditionnels. I-Etude des performances de croissance et de la composition du gain de poids. In *Annales de zootechnie* (Vol. 32, No. 3, pp. 257-276).

P

Poirier J. Cohen I. et Bernaudin J.F. (2013). *Histologie Humaine*. 3^{ème} édition. Nancy:109p.

R

Robaire, B., & Hermo, L. (1988). Efferent ducts, epididymis, and vas deferens: structure, functions, and their regulation. *The physiology of reproduction*, 1, 999-1080 p.

Robaire, B., Hinton, B. T., et Orgebin-Crist, M.-C. (2006). The Epididymis. In *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction Academic Press*, 2006. p. 1071-1148.

Roger T. (2002). Contribution à l'étude anatomique de l'appareil Uro-Genital mâle du grand aulacode. Université Cheikh AntaDiop De Dakar : 20 p.

Roser J.F. (2008). Regulation of testicular function in the stallion

S

SAADOUNI, R., & BENTALEB, H. (2019). Impacts de l'ingestion de *Bunium bulbocastanum* « Noix de Terre » sur la fonction testiculaire chez la souris Balb/C [Mémoire Master]. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimy B.B.A.

Saint-Dizier M. Chastant-Maillard S. et Coord. (2014). *La reproduction animale et humaine*. Édition Quae, Versailles cedex : 750 p.

Samia Z. Meshreky, Arafa M.M., Abo-Warda M.A. ,2005. Evaluation of male capabilities in V-line, Baladi Red Rabbits and their cross under the Egyptian environmental conditions. In *Proc.: 2nd Sci. Conf. Anim. Prod. Res. Inst., Egypt*, Sep:681-693.

Scanlon, V. C., and Sanders, T. (2007). *Essentials of anatomy and physiology* (5^a éd.). FA DAVIS.

Schulz, R. W., Menting, S., Bogerd, J., França, L. R., Vilela, D. A., & Godinho, H. P. (2005). Sertoli cell proliferation in the adult testis—evidence from two fish species belonging to different orders. *Biology of reproduction*, 73(5), 891-898.

Siffroi J. P. (2001). L'appareil genital masculin [en ligne]. Service d'Histologie, Biologie de la Reproduction et Cytogénétique Hôpital Teno. 1-45.

T

Tachdjian, G., Brisset, S., Courtot, A.-M., Schoëvaërt, D., & Tosca, L. (Éds.). (2016). Chapitre 8--- Appareil reproducteur. In *Embryologie et Histologie Humaines* (p. 195-221). Elsevier Masson. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-73779-4.00008-1>

Thibault, C., et Levasseur, M. C. (2001). *La reproduction chez les mammifères et l'homme*. Nouvelle édition. Les éditions INRA. Paris. France. ISBN-2-7380-0971.

Tortora J. (2007). *Principes d'anatomie et de physiologie*. Traduction de la 11^{ème} édition américaine Adaptation Française de Michel Forest et Louise Martin. Canada : 200p.

V

Vacheret N. (1999). *Histologie fonctionnelle des organes*. Faculté de Médecine. Laennec-Université Claude Bernard - Lyon 1 France: 1-4.

W

Wallerand, H., Bernardini, S., Chabannes, E., & Bittard, H. (2003). Infertilité masculine de cause génétique et biologie moléculaire. *Progrès en Urologie*, 13, 560-563. a ajuta.

Résumé

L'objectif de notre travail est de déterminer l'effet de l'administration orale de l'huile essentielle de *Pélargonium graveolens* sur les paramètres macroscopiques tels que le poids corporel et testiculaire, ainsi que sur les paramètres microscopiques chez des lapins prépubères de la souche synthétique. Notre étude est portée sur 14 lapins mâles, sont répartis en 3 lots: le premier lot est celui des lapins témoins, le deuxième et le troisième lot sont ceux des lapins traités par l'huile essentielle de géranium rosat à des doses de (400µl/kg) et (600µl/kg) respectivement. Ces animaux ont été pesés puis traités par l'huile essentielle de Géranium rosat par voie orale. Trois semaines après le traitement, les lapins ont été sacrifiés par saignement, les testicules sont prélevés, dégraissés et pesés, puis fixer au Bouin Hollande pour effectuer une étude histologique. Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques (poids corporel et poids des testicules) 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 Géranium rosat induit une variabilité microscopique, au niveau testiculaire qui se traduit par l'apparition de la lumière, l'augmentation du nombre des spermatocytes par rapport aux témoins.

Mot clés: Lapins mâle, Huile essentielle, pélargonium graveolens, testicule, Reproduction.

Abstract

The objective of our work is to determine the effects of *Pelargonium graveolens* essential oil on macroscopic factors such as body and testicular weight, as well as on the microscopic parameters in prepubescent rabbits of the synthetic population. Our study is based on 14 male rabbits, which are divided into 3 batches: control batch, the second and the third batches treated with doses of (400µL/kg) and (600µL/kg) respectively. These animals weighed and then treated with rose geranium essential oil orally. After Three weeks of treatment, the rabbits were sacrificed by bleeding, the testicles removed, degreased and weighed, then fixed in the Bouin Holland to carry out the histological study. The results obtained show that the macroscopic parameters (body and testicular weight) are higher in rabbits treated with this essential oil compared to the control rabbits whose dose 2 has higher values than dose 1. Histologically, rose geranium essential oil induces an important microscopic variability, at the testicular level, the appearance of the lumen, the increase of the number of spermatocyte and in rabbits treated with *P. graveolens* essential oil as compared with the control group.

Keywords: Male rabbits, Essential oil, *Pelargonium graveolens*, testis, Reproduction.