

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 de biologie



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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* à deux doses (400 μ l/Kg et 600 μ l/Kg) sur la structure gonadique des lapins mâles prépubères de la population synthétique.

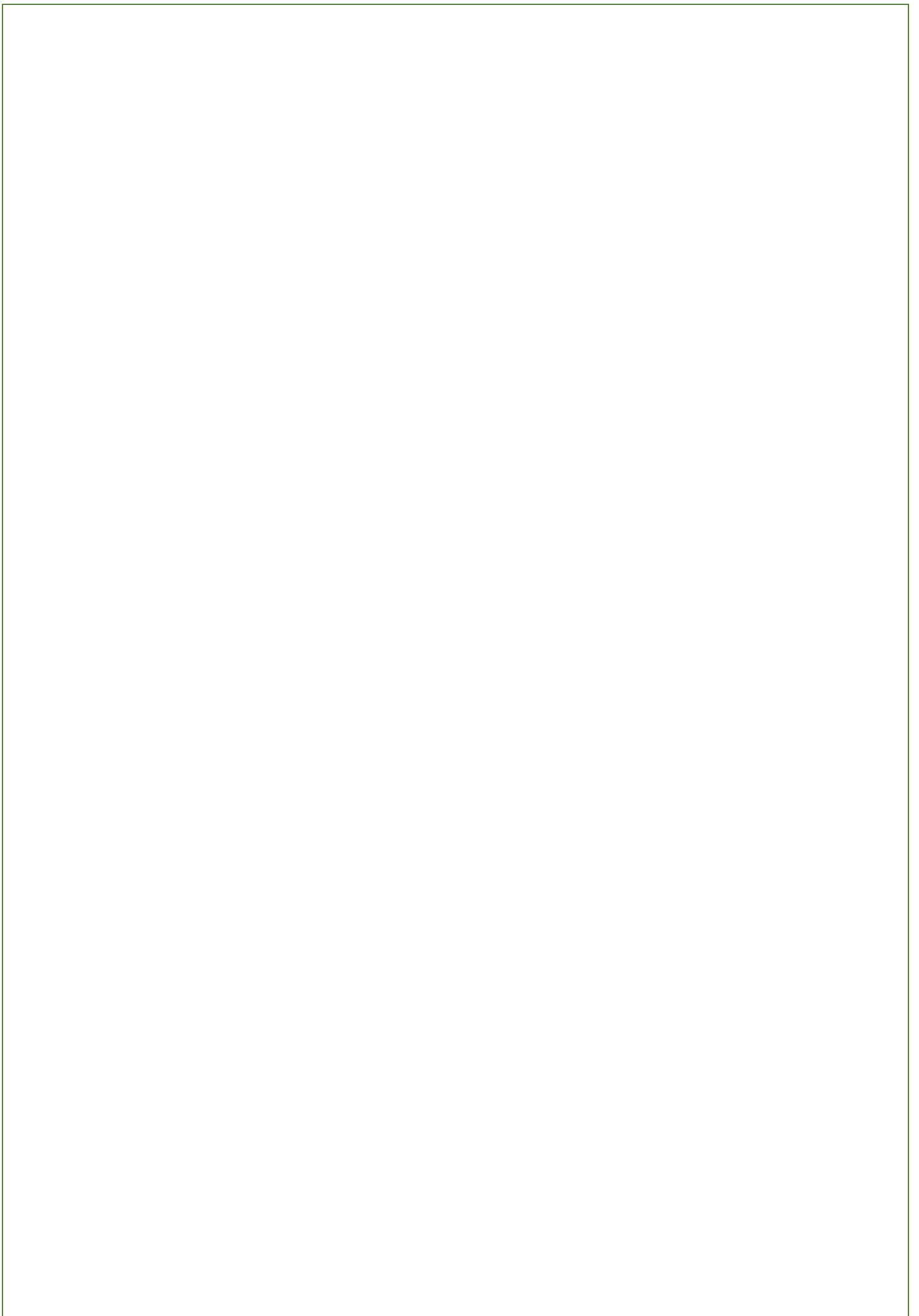
Présenté par : Mlle ABIDI OUIZA

Mlle MEZINE DALIA

Soutenu devant le jury composé de

Mme MEDJBOUD F.	Professeur	Présidente	UMMTO
Mme LAKABI-AHMANACHE L.	MCA	Promotrice	UMMTO
Mme KASDI M.	Doctorante	Co-promotrice	UMMTO
Mme CHOUGAR S.	MCB	Examinatrice	UMMTO

Année 2024-2025



Remerciements

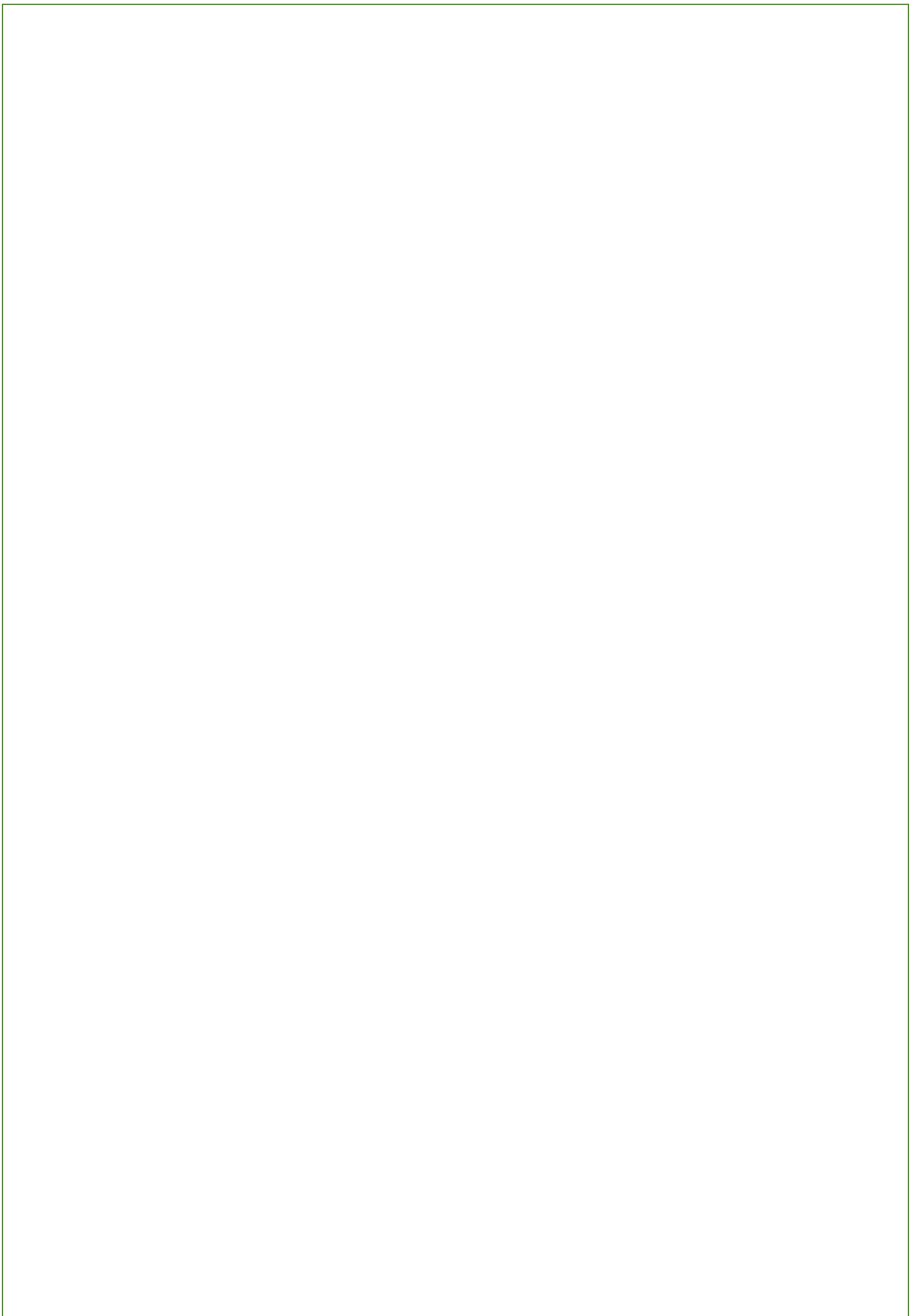
Un mémoire, tant nominatif soit-il, est un travail de réflexion collective, donc au terme de ce travail, il nous est particulièrement agréable d'exprimer notre reconnaissance à l'égard de toutes les personnes qui ont, par leur soutien et leur engagement, contribué à l'achèvement de ce mémoire.

En premier lieu, nous désirons adresser nos plus vifs remerciements à **Mme LAKABI L. Ep. AHMANACHE**, *Maitre de conférences A*, dont l'expertise remarquable et les conseils judicieux ont été des atouts précieux tout au long de cette démarche académique. Sa capacité à guider avec bienveillance et exigence a marqué notre parcours et a enrichi la qualité de notre travail.

Nous souhaitons également témoigner notre gratitude envers notre Co-promotrice **Mme KASDI M**, dont l'érudition et l'engagement à transmettre son savoir ont été une source d'inspiration et de persévérance constante, son engagement indéfectible, sa disponibilité constante et ses conseils éclairés ont été des éléments déterminants dans le développement de ce mémoire.

Nous adressons également nos remerciements à **Mme MEDJDOUB-BENSAAD F**, Professeure à l'UMMTO pour l'honneur qu'elle nous a fait en présidant le jury de cette soutenance ainsi que pour son accueil chaleureux au sein de son laboratoire. Nous vous exprimons toute notre gratitude et notre reconnaissance sincère.

Nos remerciements vont aussi à **Mme CHOUGAR S**, Maître de conférences B à l'UMMTO, pour avoir accepté d'évaluer notre travail. Nous vous sommes reconnaissantes pour le temps que vous avez consacré à la lecture de notre mémoire et pour l'attention que vous avez portée à notre démarche.





Dédicaces

« Dans le grand ballet de la vie, le succès est une danse harmonieuse, guidée par les mains tendres de ceux qui croient en nos rêves, et dans son jardin, le soutien des êtres chers fait fleurir les rêves les plus audacieux »

De ce fait, je voue solennellement ce travail, à toute personne ayant cru en moi et m'a soutenu pour que ce travail fleurisse à la lumière du jour.

À mes aïeux maternels ; ma grand-mère El Djida, mon grand-père Ouahcène, mes tantes Sadia, Ouiza et Faroudja, mes oncles Chabane et Malik.

Ces êtres chers sans lesquels la vie n'aurait pas eu tant de célestes nuances, eux qui m'ont donné bien plus que la vie, ils m'ont offert l'amour, la stabilité et les valeurs qui font de moi la personne que je suis aujourd'hui.

Je vous en serai éternellement reconnaissante.

En souvenir de mon grand-père SALEM.

À mes parents chéris, avec toute gratitude.

À ma petite sœur Maya et mon petit frère Said, depuis notre plus tendre enfance, nos liens n'ont cessé de se renforcer, devenant la plus précieuse des richesses à mes yeux.

Vous embellissez mon existence.

À ma chère binôme Ouiza, je te remercie du fond du cœur d'avoir été à mes côtés pour relever ce défi avec brio.

À tous ceux dont je suis liée d'amitié authentique et limpide, votre existence est un joyau inestimable.

Et à celui qui fait briller les étoiles même dans les moments les plus ordinaires

Dalia





Dédicaces

« Ce travail est le fruit d'un chemin parcouru, éclairé par la présence bienveillante de ceux qui ont su croire en moi, même dans le silence. »

Ainsi, je dédie ce mémoire à toutes les âmes qui m'ont portée de leur amour, de leur patience, et de leur confiance indéfectible.

À ma mère et mon père, piliers de mon existence.

Merci pour votre amour constant, votre soutien discret mais profond, vos regards silencieux chargés de fierté et votre foi en moi même dans mes moments de doute.

C'est sur la force de vos épaules que j'ai construit mes pas.

À Tahar, pour ta présence douce et ton écoute précieuse.

Tu as su semer en moi une force calme, un élan intérieur qui m'a donné le courage de me dépasser. Dans les moments simples comme dans les plus difficiles, tu as été là pour cela je te remercie du fond du cœur.

À mon frère Rabah, sa femme Djouher, et ma sœur Sabrina, et Sonia merci pour vos mots, vos gestes, vos attentions qui chacun à leur manière ont nourri mon avancée.

À Dalia, ma chère binôme de route et d'effort.

chaque étape de ce travail nous l'avons franchie ensemble, ta patience et ta détermination ont été un soutien constant.

À Lilya, merci pour ta présence apaisante et tes encouragements toujours placés avec justesse au moment parfait.

À mes amis, compagnons de route avec qui j'ai partagé bien plus que des instants : des éclats de rires, des aventures spontanées, Merci pour la richesse de nos moments partagés.

« À ceux qui savent illuminer les jours ordinaires d'une lumière douce et persistante »

Ouiza



Liste des figures

Figure 1 : Appareil génitale mâle in situ du lapin (Thomas et <i>al.</i> , 2008)	3
Figure 2 : Coupe longitudinale du testicule (Tortora et Gerard, 2007)	4
Figure 3 : Représentation schématique des enveloppes testiculaires (Baronne, 2001)	5
Figure 4 : Vascularisation du testicule (Bailleul et Mauroy, 1991)	6
Figure 5 : Coupe partielle d'un testicule adulte (Johnson et Everitt, 2002).....	8
Figure 6 : Caractéristiques structurales du spermatozoïde (Boerke et <i>al.</i> , 2007).....	10
Figure 7 : Anatomie et régionalisation de l'épididyme (Hermo et Robaire, 2002).....	12
Figure 8 : Epithélium de l'épididyme (Flück et Pandey, 2014)	13
Figure 9 : Schéma des cellules épидидymaires (Mandon, 2015)	15
Figure 10 : Schéma des cellules épидидymaires (Mandon, 2015)	15
Figure 11 : Schéma des structures intra- testiculaires (Mandon, 2015 modifié).....	18
Figure 12 : Schéma de la stéroïdogénèse (Fluck et Pandey, 2014).....	22
Figure 13 : Axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire et régulation de la fonction testiculaire (Christiansen et <i>al.</i> , 2002)	24
Figure 14 : Lapins males de souche synthétique (original, 2025).....	27
Figure 15 : Fleurs de <i>Pistacia lentiscus</i> L (A : fleurs femelles ; B : fleurs mâles) (Chouder et Drici, 2019)	30
Figure 16 : Fruits de <i>Pistacia lentiscus</i> L (Benmehdi, 2012).....	30
Figure 17 : Répartition des lapins en lots expérimentaux et conditions d'hébergement et d'alimentation en cages spécifiques (Original, 2025).....	32
Figure 18 : Procédure de pesée des lapins (Original, 2025).....	32
Figure 19 : Illustrations de l'administration de l'huile essentielle de <i>Pistacia lentiscus</i> L. aux lapins (Original, 2025)	33
Figure 20 : Photographies montrant le sacrifice des lapins, le prélèvement sanguin et la préparation des échantillons après centrifugation (Original, 2025)	34

Figure 21 : Illustration de la dissection et du prélèvement des organes génitaux chez le lapin après sacrifice (Original, 2025).....	34
Figure 22 : prélèvement, dégraissage et pesée des organes génitaux chez le lapin (Original, 2025).....	35
Figure 23 : Fixation et conservation des testicules et épидидymes des lapins. (Original, 2025)	36
Figure 24 : Etapes de fixation des échantillons (Original, 2025)	37
Figure 25 : Eclaircissement des échantillons dans un bain de xylène (Original, 2025).....	38
Figure 26 : Etapes d'imprégnation dans trois bains successifs ; un bain de xylène /paraffine et deux bains de paraffine pure (Original, 2025)	39
Figure 27 : Organes placés dans des moules à paraffine (Original, 2025).....	40
Figure 28 : Etapes de confection des coupes avec microtome et collage sur lame (Original, 2025).....	40
Figure 29 : Etapes de réhydratation (Originale, 2025).....	41
Figure 30 : Série d'une coloration topographique (Originale, 2025).....	42
Figure 31 : Représentation graphique de l'évolution du poids corporel des lapins traité par l'huile essentielle de Lentisque pistachier	44
Figure 32 : Représentation graphique de l'évolution du poids moyen des testicules droits et gauches des lapins mâles prépubères traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier...	46
Figure 33 : Représentation graphique montrant l'évolution du poids total des testicules des lapins mâles prépubères administrés par l'huile essentielle de Lentisque pistachier.....	47
Figure 34 : Représentation graphique du poids relatif des testicules des lapins males prépubères traité par l'huile essentielle de Lentisque pistachier	48
Figure 35 : Microscopie de coupe histologique au niveau du testicule des lapins mâles prépubères témoins au grossissement x10 et x40.....	50
Figure 36 : Microscopie de coupe histologique au niveau de testicule des lapins mâles prépubères traités par l'huile essentielle de lentisque pistachier avec la dose1 (400 µl/kg) et la dose 2(600 µl/kg) au grossissement x10 et x40	51

BHT : Barrière hémato-testiculaire.

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.

HE : Huile Essentielle.

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

ITELV : Institut Technique des Élevages de Baba-Ali.

LH: Luteinizing Hormone.

REL : Réticulum endoplasmique lisse.

R-GnRH : Récepteur de la GnRH.

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 d'abréviations

Introduction 1

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

1. Appareil génital mâle	3
2. Testicule	3
2.1. Anatomie du testicule	4
2.1.1. Tuniques testiculaire.....	5
2.1.2 Rete testis testicule	6
2.1.3 Canal efférent testicule	6
2.1.4 Vascularisation du testicule	6
2.1.5. Innervation du testicule	7
2.2. Histologie du testicule.....	7
2.2.1. Structure interne du testicule.....	7
2.2.1.1. Tubes séminifères	8
2.2.1.1.1. Cellules de Sertoli.....	8
2.2.1.1.2. Cellules germinales.....	9
2.2.1.1.2.1. Spermatogonies	9
2.2.1.1.2.2 Spermatocytes.....	9
2.2.1.1.2.3 Spermatides	10
2.2.1.1.2.4 Spermatozoïdes	10
2.2.1.2 Tissus interstitiel	11
2.2.1.2.1 Cellules de Leydig	11
3. Epididyme.....	11
3.1. Anatomie de l'épididyme.....	11
3.2. Histologie de l'épididyme	12
3.2.1. Lumière du canal épидидymaire.....	13

3.2.2. Epithélium épidydimaire.....	13
3.2.2.1 Cellules principales	14
3.2.2.1.1 Sécrétions des cellules principales	14
3.2.2.2. Cellules basales	14
3.2.2.3. Cellules apicales	14
3.2.2.4 Cellules étroite	15
3.2.2.5 Cellules en halo	15
3.2.2.6 Cellules claires	16
3.2.2.7 Cellules dendritiques.....	16
4. Glandes annexes.....	16
4.1. Vésicules séminales	16
4.2. Glandes vésiculaires (Pro prostate ou prostate crâniale)	17
4.3. Prostate.....	17
4.4 Glandes para prostatiques	17
4.5. Glande de Cowper (Glandes bulbo-urétrales)	17
5. Canal déférent	17
6. Urètre	18
7. Portion copulatrice (Pénis).....	18

CHAPITRE II : Physiologie de la reproduction

1. Développement des gonades et puberté	19
2. Développement pondéral.....	19
3. Développement comportemental.....	19
4. Maturation sexuelle	19
4.1. Phase infantile	19
4.2. Phase prépubère	20
4.3. Puberté	20
4.4. Maturité sexuelle	20
5. Fonctions physiologiques du testicule	20

5.1. Spermatogenèse	21
5.1.1. Spermatocytogenèse	21
5.1.2. Méiose	21
5.1.3. Spermiogénèse	21
5.2. Stéroïdogénèse	22
6. Fonctions de l'épididyme	23
6.1. Maturation des spermatozoïdes	23
6.2. Acquisition de la motilité	23
6.3. Protection	23
6.4. Stockage	23
7. Régulation hormonal de la fonction de reproductrice du lapin	24
7.1. Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique.....	24
7.1.1. Au niveau hypothalamique.....	25
7.1.2. Au niveau hypophysaire	25
7.1.3. Au niveau gonadique	25
8. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule	25

CHAPITRE III : Matériel et méthodes

1. Lieu et durée d'expérimentation.....	26
2. Matériel	26
2.1. Model animal.....	26
2.2. Modèle végétal.....	28
2.2.1. Classification systématique	29
2.2.2. Description botanique	29
2.2.3. L'Huile essentielle.....	30
2.3 Autre matériel	31
3. Protocole expérimental.....	31
3.1. Pesée et administration de l'huile essentielle	32
3.2. Sacrifices et prélèvements	33

3.3. Étude histologique	36
3.3.1 Fixation des échantillons.....	37
3.3.2. Déshydratation et éclaircissement	38
3.3.3 Imprégnation	38
3.3.4 Inclusion	39
3.3.5 Réalisation des coupes	40
3.3.6 Déparaffinage et réhydratation	41
3.3.7 Coloration topographique et déshydratation	41
3.3.8 Montage	42
3.3.9 Observation des lames	43
4. Etude statistique	43

CHAPITRES IV : Résultats et discussion

1. Résultats de l'étude macroscopique	44
1.1. Évolution du poids vif des animaux	44
1.2. Évolution des poids testiculaires.....	45
1.2.1. Poids des testicules gauches et droits	45
1.2.2. Poids total des testicules	47
1.2.3. Poids relatif des testicules.....	48
2. Résultats de l'étude microscopique	49
2.1. Histologie des testicules des lapins témoins.....	49
2.2. Histologie des testicules des lapins traités par l'huile essentielle de lentisque pistachier à la dose 1 (400 µl/kg) et à la dose 2 (600 µl/kg)	50
3. Discussion des résultats.....	52
3.1. Paramètres macroscopiques	52
3.1.1. Poids corporels	52
3.1.2. Poids testiculaires.....	53
3.2. Paramètres microscopiques	54
Conclusion	56

Références bibliographiques57

Résumé

Introduction

Le processus de reproduction chez le lapin est rapide et les races les plus petites entrant en puberté plus tôt que celles qui sont plus grandes (Suckow *et al.*, 2012). Le taux de croissance des organes de la reproduction augmente à la 10^{ème} semaine et le dimorphisme sexuel dans la composition corporelle n'apparaît pas avant la 15^{ème} semaine d'âge et son expression est faible (Ouhayoun, 1984).

Le lapin par ses nombreux atouts, de forte prolificité, une rapidité de la croissance et une très bonne qualité de viande, est utilisé pour la production de viande, et parfois celle de poils, voire comme animal de compagnie (Lakabi, 2017). Le lapin est aussi un modèle essentiel en recherche scientifique car il offre beaucoup d'avantages dans le domaine de la reproduction et permet la mise en évidence de quelques processus reproducteurs comme les changements morphologiques du cycle épithélial séminifère (Ewuola *et Equnike*, 2010).

La fertilité masculine est marquée par une différenciation gonadique adéquate, une maturité de l'axe hypothalamo-hypophysio-testiculaire, une différenciation des cellules testiculaires néonatales, une descente des testicules et un début de la puberté couplée avec la prolifération et la maturité des cellules testiculaires (Vigueras-Villasenor *et al.*, 2013).

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

L'épididyme et le canal déférent constituent non seulement un canal simple pour le transport des spermatozoïdes, mais jouent également un rôle physiologique important dans le développement de leur capacité fécondante, au cours du transit épидидymaire, les spermatozoïdes acquièrent leur motilité, ainsi que leur capacité à se fixer à la zone pellucide et à féconder l'ovocyte, et la régulation de la fonction épидидymaire est sous contrôle androgénique (Dadoune, 1992).

Selon Franchomme (2015), ils existent des huiles essentielles (HE) présentant des propriétés dites oestrogène-like qui sont susceptibles de modifier le processus physiologique de la reproduction soit en l'améliorant ou en la perturbant.

Par conséquent, le pistachier lentisque est un arbrisseau ramifié de trois mètres de hauteur, à odeur de résine fortement âcre (More *et White*, 2005). Ses parties comme les feuilles,

fruits et résine sont utilisées sous leurs différentes formes comme des combinaisons d'huiles essentielles, ce qui attribue à cette plante des remèdes précieux dans un large sens (Zrira et *al.*, 2003).

Dans cette optique, notre recherche ambitionne à explorer les effets de l'huile essentielle de Lentisque pistachier à deux doses différentes sur la morphologie des testicules des lapins mâles prépubères âgés de 50 jours, et cela au moyen d'une étude histologique rigoureuse de ces organes, dans laquelle nous nous efforcerons d'établir les corrélations entre le poids corporel et les caractéristiques pondérales des testicules.

Notre travail est structuré en quatre chapitres distincts, qui ont chacun pour objectif, d'approfondir notre compréhension de la thématique proposée dans notre mémoire. Le premier chapitre sera dédié à l'anatomie et l'histologie des organes reproducteurs mâles, où leur structure et leur organisation sera décrite. Le deuxième chapitre abordera la physiologie de la reproduction et les différents processus biologiques et hormonaux seront explorés. Le troisième chapitre détaillera le matériel et les méthodes utilisés pour mener à terme notre étude. Enfin, le quatrième chapitre présentera les résultats obtenus et leur interprétation, en plus d'une discussion détaillée. En dernier ce document se terminera par une conclusion et un ensemble de perspectives.

Chapitre I :

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

L'appareil génital du lapin mâle, situé postérieurement, se caractérise par des bourses peu marquées par rapport aux autres mammifères (Boussit, 1989). Son système reproducteur présente une particularité notable : la capacité des testicules à se rétracter dans la cavité abdominale ou à s'extérioriser grâce au muscle crémaster (Sabbagh, 1983). Par ailleurs, des variations existent en termes de taille, de poids et de forme des organes reproducteurs (Hamon *et al.*, 1999).

L'appareil génital mâle assure deux fonctions essentielles : la production et le transport des spermatozoïdes vers les voies génitales femelles, ainsi que la sécrétion des hormones sexuelles impliquées dans la reproduction (Alvarino, 1993)

1. Anatomie de l'appareil reproducteur mâle

D'après Jardin et De Fourmestreaux (1984), l'appareil reproducteur mâle regroupe l'ensemble des structures responsables de la formation, la maturation et l'émission sous pression des différents constituants du sperme (Figure 1).

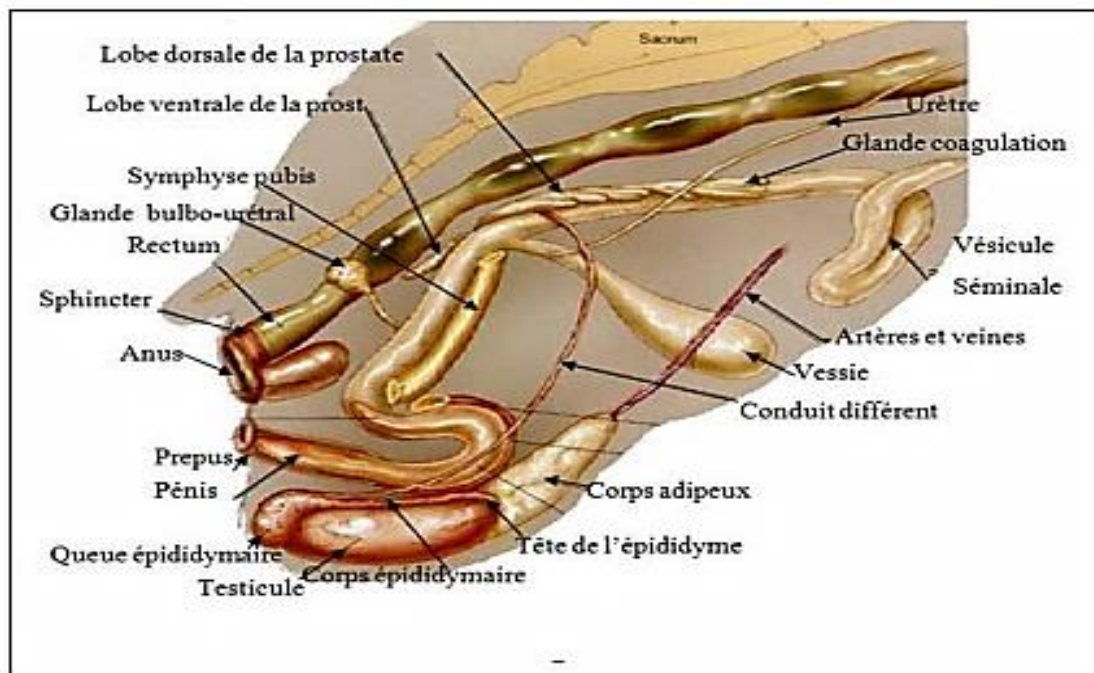


Figure 1 : Appareil génitale mâle in situ du lapin (Thomas *et al.*, 2008).

2. Testicule

Le testicule est un organe pair de forme ovoïde mesurant entre 2 et 4 cm situé dans les sacs scrotaux en communication avec la cavité péritonéale et il se compose de deux tissus

différents, un tissu glandulaire représenté par les cellules de Leydig responsables de la sécrétion d'hormones sexuelles et un tissu épithélial composé des cellules de Sertoli et des cellules germinales (Gianinetti, 1984). Les testicules sont alternativement exorchides lorsqu'ils montent dans la cavité abdominale en raison de l'absence de fermeture du canal inguinale, sous l'effet de la frayeur, ou énorchide lorsqu'ils redescendent dans les bourses grâce à un tissu musculaire appelé crémaster (Boussit, 1989 ; Barone, 2001).

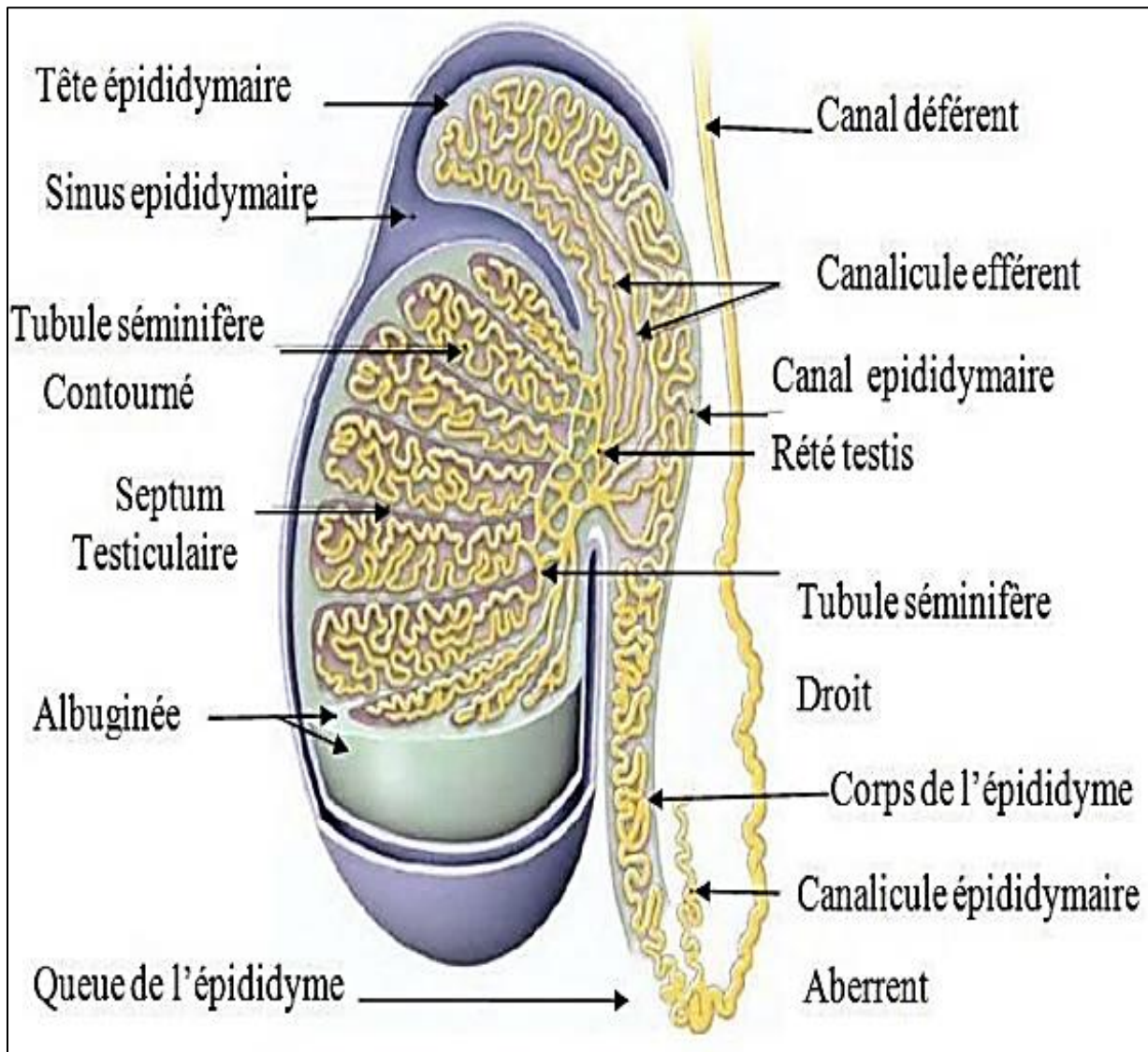


Figure 2 : Coupe longitudinale du testicule (Tortora et Gerard, 2007).

2.1 Anatomie du testicule

Le testicule est recouvert d'une capsule blanche, épaisse et résistante, traversée par les vaisseaux testiculaires et qui est appelée albuginé (Dadoune et *al.*, 2000). Dont la surface

interne est formée d'un tissu conjonctif, s'étend vers une région du testicule appelée médiastin testis, dans laquelle se trouve un réseau de conduits anastomosés, nommé *rete testis* (Jégou *et al.*, 2014).

Les gonades mâles se développent dans la paroi dorsale de la cavité péritonéale et y restent jusqu'à l'âge de trois mois chez le lapin, avant de migrer à travers le canal inguinal pour s'installer dans le scrotum, cette position extra-abdominale est essentielle pour assurer le bon déroulement de la spermatogenèse (Van Praag, 2002).

2.1.1 Tuniques testiculaires

Les enveloppes des gonades mâles protègent et soutiennent ces dernières, ainsi que ses premières voies d'excrétion et ses vaisseaux, et on peut distinguer six plans membraneux, dont deux plans superficiels qui sont le scrotum et le dartos, un plan intermédiaire qui est la tunique celluleuse ou le fascia spermatique externe et trois plans profonds qui sont le crémaster, la tunique fibreuse ou fascia spermatique interne, et la tunique séreuse vaginale (Barone, 2001). Entre l'albuginée et le corps de Highmore, sont tendues des cloisons ou septa, souvent incomplètes qui délimitent chez l'homme environ 300 lobules testiculaires, chacun contenant 1 à 4 tubes séminifères (Figure 3) (Gayrard, 2007).

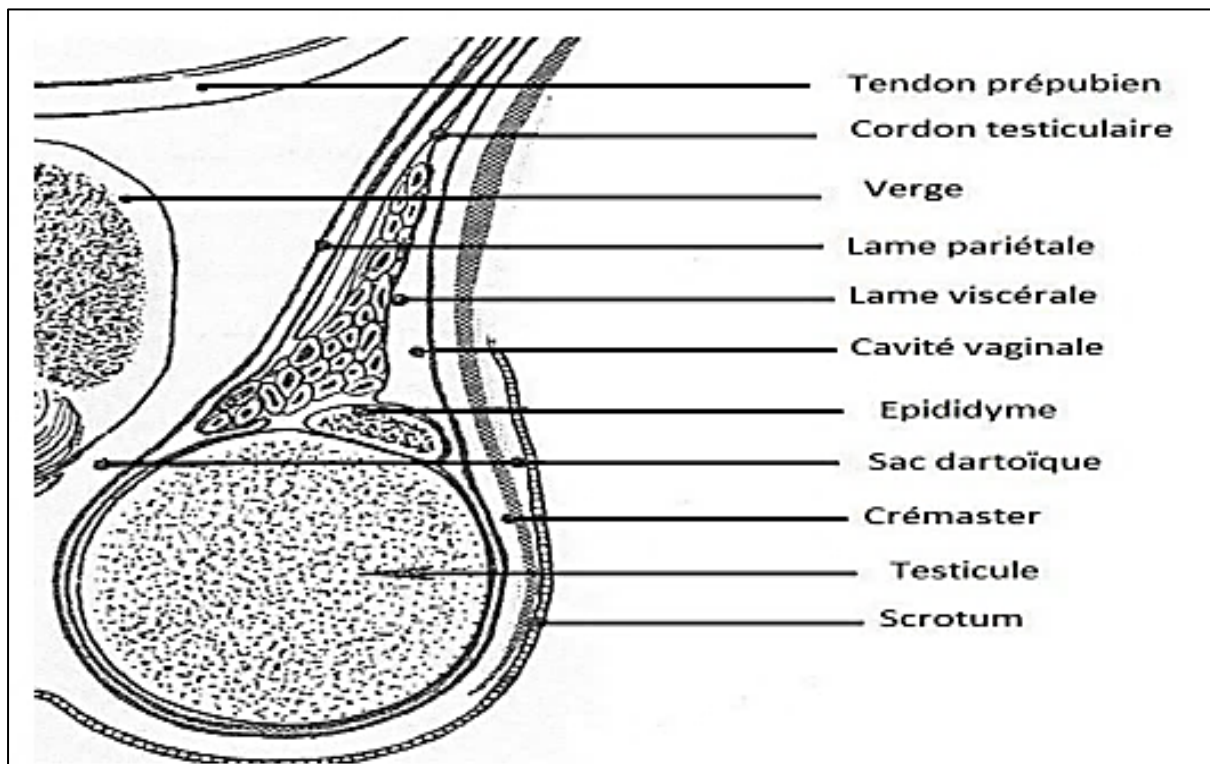


Figure 3 : Représentation schématique des enveloppes testiculaires (Barone, 2001).

2.1.2 Rete testis

Le *rete testis* est un réseau de canaux qui recueillent les produits de l'épithélium séminifère comme les spermatozoïdes testiculaires et les protéines sécrétoires et ions (Abraham et Kierszenbaum, 2006).

2.1.3 Canaux efférents

Le *rete testis* est connecté à la portion céphalique de l'épididyme par 10 à 12 canaux traversant l'albuginée appelés canaux ou cônes efférents, chaque canal est enroulé en hélice avec des spires de plus en plus larges formant ainsi un cône dont la base est épидидymaire et le sommet testiculaire (Dadoune et *al.*, 1990).

2.1.4 Vascularisation du testicule

Chaque gonade mâle est suspendue dans le scrotum par le cordon spermatique, lequel renferme le canal déférent, des vaisseaux sanguins et lymphatiques ainsi que des fibres nerveuses orthosympathiques et parasymphathiques (Nguyen et Ferry, 2007).

Il contient un complexe vasculaire constitué des artères testiculaires ainsi que des veines testiculaires et épидидymaires (Figure 4) (Hochreau de Reviers et Royere, 1996).

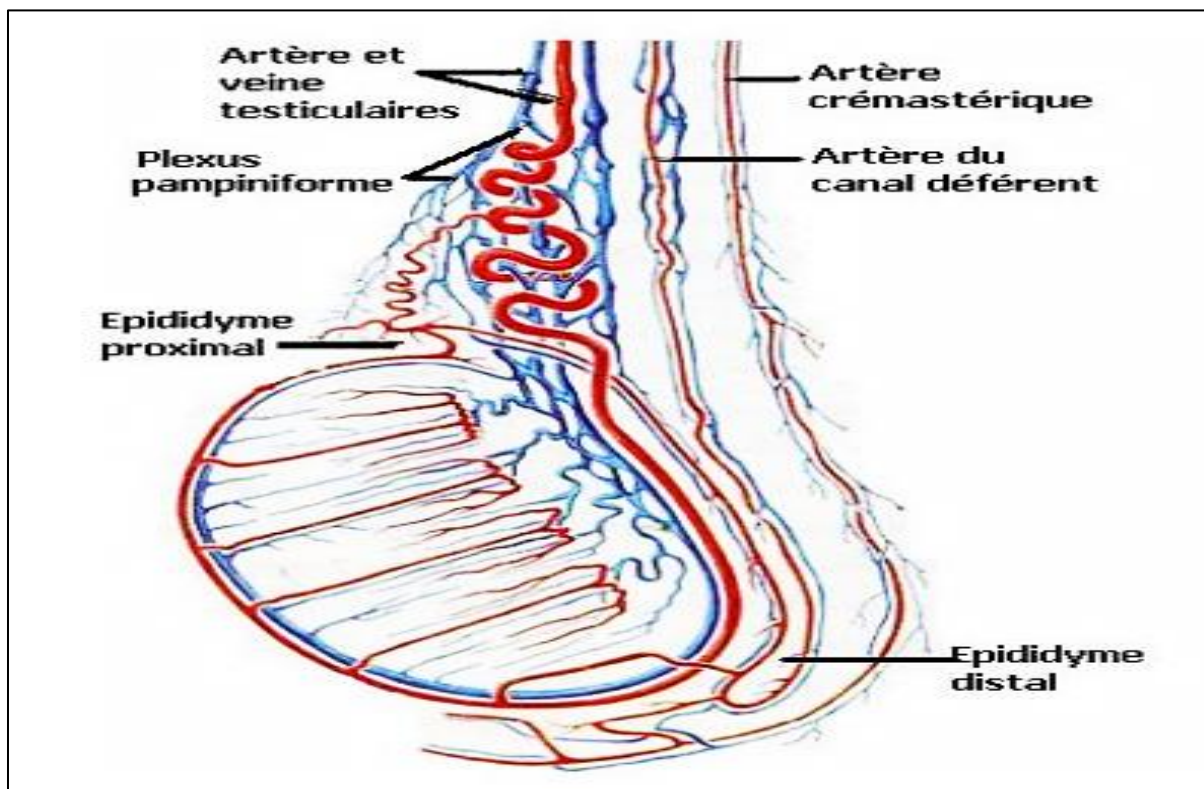


Figure 4 : Vascularisation du testicule (Bailleul et Mauroy, 1991).

2.1.5 Innervation du testicule

L'innervation des testicules dépend de deux plexus nerveux distincts, d'une part, le plexus spermatique, qui est de nature parasymphatique, et d'autre part, le plexus différentiel, qui est un plexus sympathique (Jardin et De Fourmestaux, 1984).

2.2 Histologie du testicule

Le testicule est enveloppé par deux tuniques : une tunique superficielle, la vaginale, dérivant du feuillet péritonéal, et une tunique plus profonde, l'albuginée cette dernière, blanche, fibreuse, épaisse et résistante, est parcourue par les vaisseaux testiculaires, principalement dans sa région postérieure et dotée de cellules musculaires lisses lui conférant une capacité contractile (Clos et Muller, 1997 ; Siffroi, 2001).

Cette tunique s'épaissit au niveau de la coiffe épидидymaire et pénètre à l'intérieur du testicule pour former un cône fibreux, le corps d'Highmore, dans lequel se trouve un réseau de canalicules, le *rete testis* (Vacheret, 1999 ; Siffroi, 2001).

À partir de cette structure, des cloisons conjonctives, appelées septa testis, se déploient et divisent le testicule en 200 à 300 lobules intra-testiculaires, chaque lobule est composé de 2 à 3 tubes séminifères contournés très longs, se redressant dans le *rete testis* (Gayarar, 2007 ; Scanlon et Sanders, 2007).

2.2.1 Structure interne du testicule

L'organisation histologique du testicule repose sur deux régions distinctes : le compartiment tubulaire, constitué des cellules germinales et des cellules de Sertoli, et le compartiment interstitiel, où résident les cellules de Leydig, responsables de la production des androgènes, notamment la testostérone, les tubes séminifères sont quant à eux le site de la spermatogenèse (figure5) (Thibault et Levasseur, 2001 ; Bonnes et *al.*, 2005).

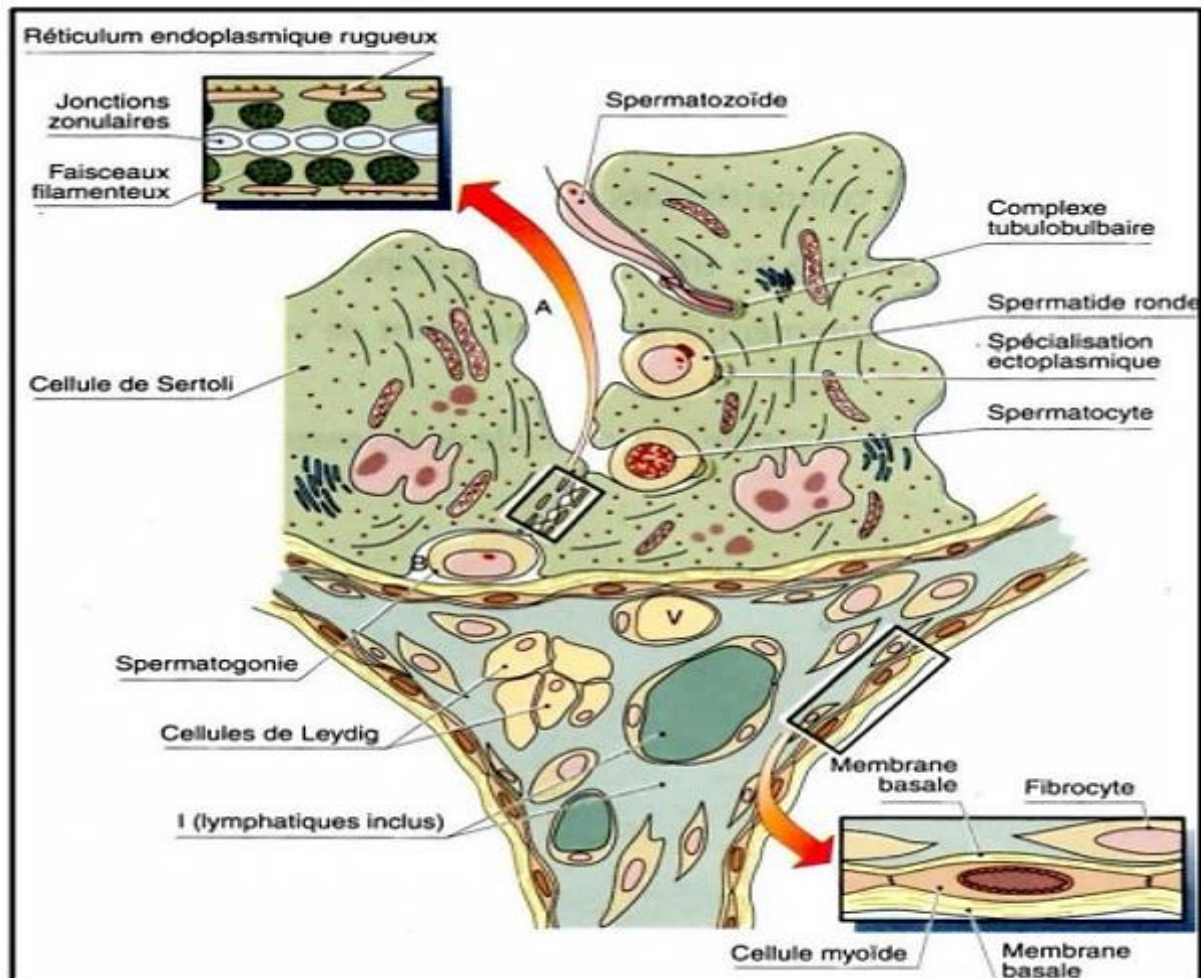


Figure 5 : Coupe partielle d'un testicule adulte (Johnson et Everitt, 2002).

2.2.1.1 Tubes séminifères

Les tubes séminifères, l'unité fonctionnelle du testicule, sont des structures longues, flexueuses et pelotonnées, pouvant atteindre jusqu'à 70 mètres chez le lapin (Alvarino, 1993).

Chaque tube est constitué d'une lumière entourée d'un épithélium de revêtement pluristratifié, comportant principalement des cellules germinales à divers stades de développement, cellules pérیتubulaires ainsi que des cellules de Sertoli, reposant sur une membrane basale (Frend et *al.*, 1973 ; Barone, 2001 ; Thibault et Levasseur, 2001).

2.2.1.1.1 Cellules de Sertoli

Les cellules de Sertoli jouent un rôle fondamental dans la spermatogenèse en assurant le soutien, la protection et la nutrition des cellules germinales (Wrobel, 1990). Elles se caractérisent par une morphologie allongée ou pyramidale, avec un noyau polygonal ou

triangulaire de 9 à 12 μm de longueur et un cytoplasme riche en organites tels que les mitochondries, le réticulum endoplasmique granuleux et lisse, ainsi que l'appareil de Golgi (Frend *et al.*, 1973 ; Vacheret, 1999).

Ces cellules établissent des jonctions serrées avec les cellules adjacentes, formant ainsi la barrière hémato-testiculaire BHT, cette barrière isole les spermatides et les spermatozoïdes de la circulation sanguine et lymphatique, empêchant une réaction immunitaire due à leurs caractéristiques antigéniques étrangères (Little et Holyoak, 1992 ; Amann, 1993).

2.2.1.1.2 Cellules germinales

Les cellules de la lignée germinale sont responsables de la formation des spermatozoïdes, les gamètes mâles, elles sont organisées en couches superposées s'étendant de la membrane basale à la lumière du tube séminifère (Vacheret, 1999 ; Siffroi, 2001).

2.2.1.1.2.1 Spermatogonies

Selon Vacheret (1999) et Siffroi (2001), les spermatogonies sont des cellules, de forme arrondie ou ovale, mesurent entre 10 et 15 μm de diamètre, et elles se divisent en trois types principaux en fonction de l'aspect de leur noyau.

Les spermatogonies B, après une phase de multiplication, se transforment en spermatocytes de premier ordre, les spermatocytes I (Fawcett et Burgos, 1956 ; Dadoune *et al.*, 2000).

2.2.1.1.2.2 Spermatocytes

D'après Marthin et Barry (2001) les spermatocytes sont produits en deux types au cours de la spermatogenèse.

- Spermatocytes I : Ces cellules, déjà engagées dans la méiose, se caractérisent par un cytoplasme abondant et un noyau volumineux contenant une chromatine disposée en amas grossiers ou en fins filaments, elles résultent de la transformation des spermatogonies B et subissent la première division méiotique ;
- Spermatocytes II : Issus de la première division méiotique des spermatocytes I, ces cellules sont plus petites et ont une existence fugace de moins de 24 heures, elles

achèvent rapidement la deuxième division méiotique pour donner naissance aux spermatozoïdes haploïdes.

2.2.1.1.2.3 Spermatozoïdes

Les spermatozoïdes sont des cellules haploïdes de petite taille (6 à 7 μm de diamètre), de forme ovoïde, avec un noyau rond et clair contenant un ou deux masses nucléolaires, elles sont situées près de la lumière des tubules séminifères (Dadoue *et al.*, 2000 ; Junqueira et Carneiro, 2007). Ces cellules ne se divisent plus mais subissent une série de transformations pour devenir des spermatozoïdes matures lors de la spermiogénèse (Vacheret, 1999 ; Siffroi, 2001 ; Ramé *et al.*, 2007).

2.2.1.1.2.4 Spermatozoïde

Les spermatozoïdes, résultat final de la spermatogénèse, sont des cellules hautement spécialisées, allongées et mobiles, mesurant entre 55 et 57 μm de longueur chez le lapin (Robert et Vincent, 1995 ; Barone, 2001). Ils sont composés de trois parties principales qui sont la tête, la pièce intermédiaire, le flagelle ou queue qui assure la motilité du spermatozoïde, la pièce principale du flagelle est entourée d'une gaine fibreuse, tandis que la pièce terminale est plus fine et flexible (Figure 6) (Barone, 2001 ; Turner, 2003 ; Wargo et Smith, 2003).

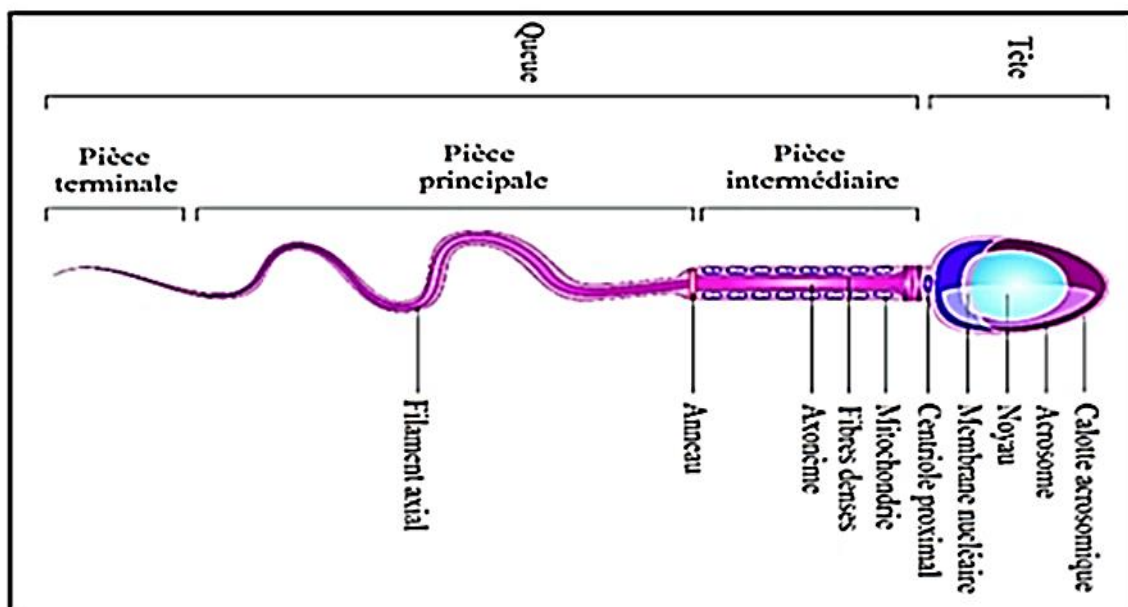


Figure 6 : Caractéristiques du spermatozoïde (Boerke *et al.*, 2007)

2.2.1.2 Tissu interstitiel

La fonction endocrine du testicule est assurée par son tissu interstitiel, un tissu conjonctif lâche situé entre les tubes séminifères. Ce compartiment est riche en vaisseaux sanguins, lymphatiques et en terminaisons nerveuses, favorisant la circulation des hormones testiculaires et périphériques, il héberge principalement les cellules de Leydig, qui assurent la production de testostérone (Frend et *al.*, 1973 ; Wrobel, 1990 ; Jégou et *al.*, 2014).

2.2.1.2.1 Cellule de Leydig

Les cellules de Leydig, éléments polyédriques de 15 à 20 µm de diamètre, sont situées dans l'espace interstitiel du testicule, entre les tubes séminifères. Chez le lapin elles se présentent isolées ou groupées en amas autour des capillaires sanguins et lymphatiques, et sont entourées d'une lame basale discontinue (Foley, 2001).

Ces cellules possèdent un noyau rond, parfois double, avec une chromatine périphérique peu abondante et un nucléole volumineux, leur cytoplasme dense est particulièrement riche en citernes de réticulum endoplasmique lisse (REL), en mitochondries (Dadoune et Demoulin, 2001).

3. Epididyme

Selon Klinfelter (2002), l'épididyme est un organe majeur du système d'excrétion du tractus génital mâle, situé sur la face postérieure du testicule, il relie les canaux efférents au canal déférent et joue un rôle essentiel dans la maturation, la concentration, la protection et le stockage des spermatozoïdes.

3.1 Anatomie de l'épididyme

L'épididyme est un long canal extrêmement replié sur lui-même, entouré d'une tunique conjonctive, sa paroi contient des fibres musculaires lisses dont les contractions facilitent le transit des spermatozoïdes (Bonnes et *al.*, 2005). Cette organisation lui confère une structure compacte et allongée, sa longueur varie selon les espèces, allant de 1,5 à 3 m chez le lapin (Barone, 1978 ; Grassé, 1995) et atteignant environ 5 m chez l'homme (Sullivan, 2004).

Glover et Nicander (1971) ; Hamilton (1990) rajoutent que l'épididyme est divisé en trois parties anatomiques principales :

- La tête (région proximale) : volumineuse, elle est en continuité avec les canaux efférents et le rete testis, c'est le site principal des échanges entre les cellules épидидymaires et les spermatozoïdes, contribuant ainsi à la maturation des spermatozoïdes ;
- Le corps (région médiane) : partie centrale plus fine, accolée au testicule, il poursuit la maturation des spermatozoïdes, ainsi que leur acquisition de mobilité ;
- La queue (région distale) : forme un appendice globuleux mobile, connecté au canal déférent, et sert au stockage des spermatozoïdes avant leur expulsion (Figure 7)

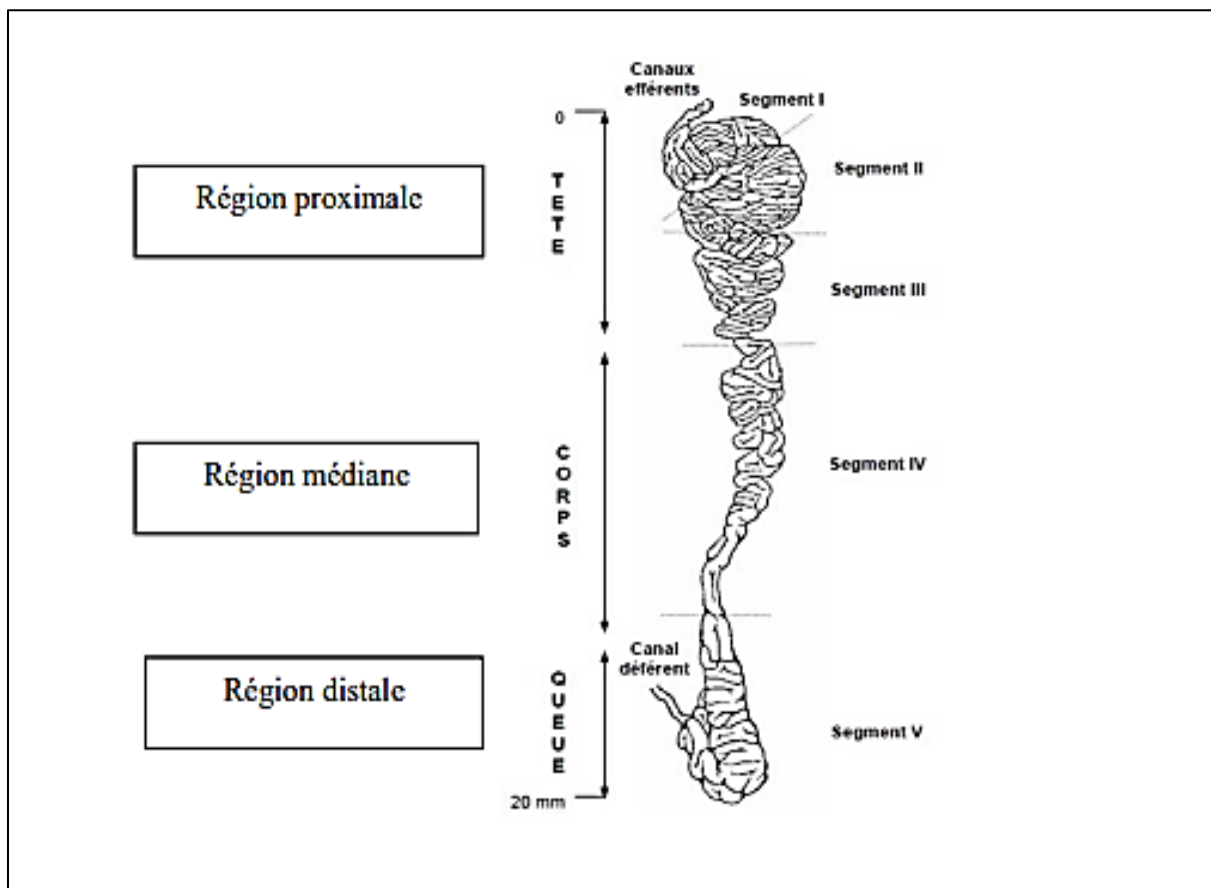


Figure 7 : Anatomie et régionalisation de l'épididyme (Hermo et Robaire, 2002).

3.2 Histologie de l'épididyme

Le canal épидидymaire est constitué d'un épithélium pseudostratifié entouré de 2 à 6 couches de fibres musculaires lisses dont les contractions péristaltiques régulières, contrôlées par des fibres nerveuses noradrénergiques et cholinergiques qui assurent le transit des

spermatozoïdes, il est également entouré de tissu conjonctif contenant des terminaisons nerveuses et des capillaires sanguins (Robaire et Hermo, 1988 ; Setchell et *al.*, 1994).

3.2.1 Lumière du canal épидидymaire

La lumière bordée par cet épithélium rejoint le système éjaculateur et permet le transit des spermatozoïdes qui baignent dans un milieu de nature très complexe, appelé le fluide épидидymaire qui est composé principalement d'ions, de petites molécules organiques, de protéines et de macromolécules, et en raison des activités de synthèse, de sécrétion et de réabsorption des cellules épithéliales (Adamali et *al.*, 1999 ; Hermo et Robaire, 2002).

3.2.2 Epithélium épидидymaire

L'épithélium épидидymaire est composé de six types cellulaires, à savoir les cellules basales, étroites, claires, en halo, principales et apicales qui présentent des caractéristiques structurales et fonctionnelles très variées selon la région, et ce de la partie proximale à la partie 4 distale du tubule (Figure 8) (Robaire et *al.*, 2006 ; Cornwall, 2009 ; Shum et *al.*, 2011).

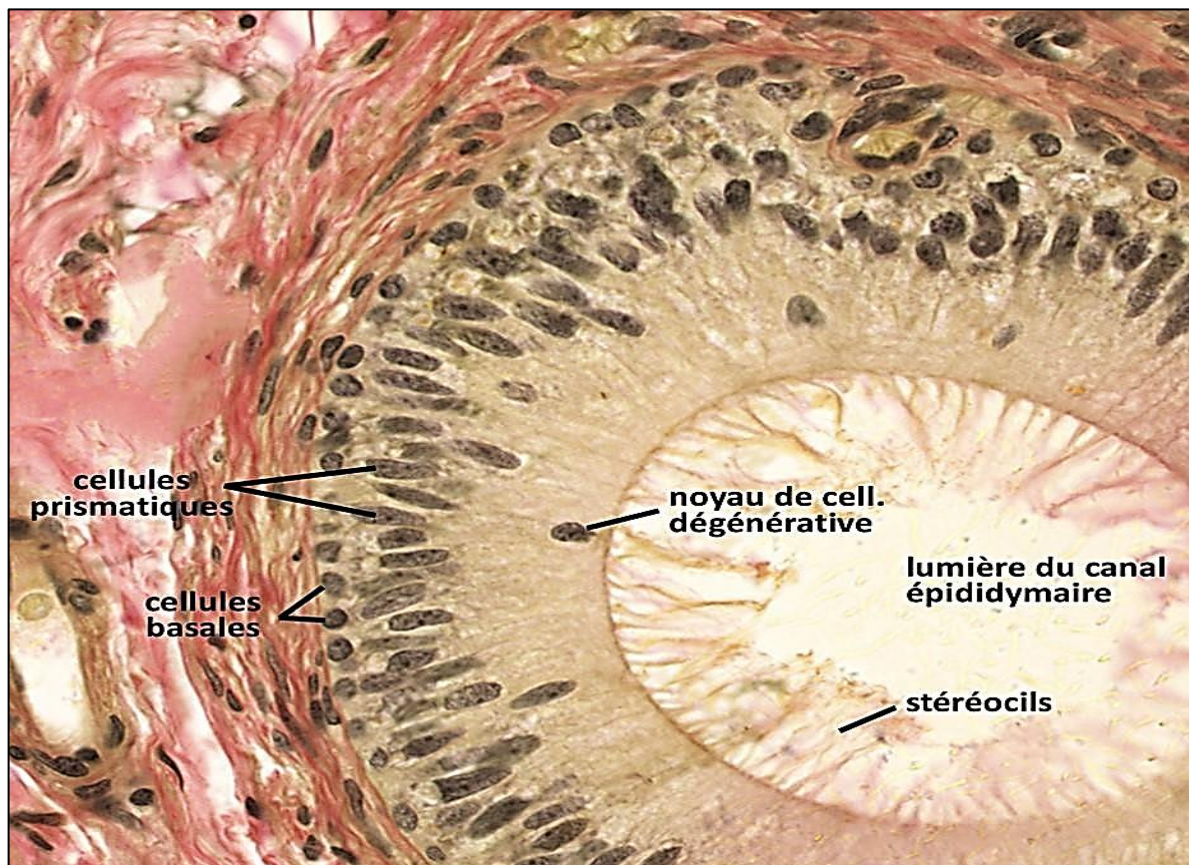


Figure 8 : Epithélium de l'épидидyme (Flück et Pandey, 2014)

3.2.2.1 Cellules principales

Les cellules principales, également appelées cellules stéréociliées, sont les plus abondantes de l'épithélium épидидymaire, constituant environ 80 % de la population cellulaire totale dans le segment initial et seulement 65 % dans la queue de l'épididyme et appartenant à la classe des cellules sécrétrices de constitution (Moore et Kelly, 1985 ; Trasler *et al.*, 1988).

3.2.2.1.1 Sécrétion des cellules principales

La sécrétion apocrine, mise en évidence par microscopie électronique, se manifeste dans les cellules principales de l'épididyme, dans le canal déférent ainsi que dans diverses glandes telles que la glande mammaire, la prostate et les glandes accessoires (Girouard, 2009).

3.2.2.2 Cellules basales

Les cellules basales représentant 10 à 20% de la population cellulaire totale de l'épithélium épидидymaire (Soranzo *et al.*, 1982). Ce sont de petites cellules à la fois rondes et allongées, d'apparence hémisphérique, avec un noyau irrégulier et un cytoplasme pauvre en organites, comportant de longues et minces projections qui enveloppent une grande proportion de la base de l'épithélium, réparties tout le long de l'épididyme et situées du côté basal de l'épithélium (Girouard, 2009 ; Soranzo *et al.*, 1982).

Bien que la fonction exacte de ces cellules ne soit pas encore bien établie, il est proposé qu'elles jouent un rôle de détoxification et de protection de l'épithélium en éliminant les radicaux libres grâce à un des membres de la famille des glutathion-S-transférases, tout en étant impliquées dans la sécrétion de facteurs servant de régulateurs paracrines de certaines fonctions des cellules principales et des autres cellules environnantes (Girouard, 2009).

3.2.2.3 Cellules apicales

Les cellules apicales, responsables de l'acidification du fluide épидидymaire, occupent la position apicale au sein de l'épithélium épидидymaire sans traverser systématiquement l'épithélium, ce qui suggère que certaines d'entre elles n'entrent pas en contact avec la lame basale, elles sont présentes tout au long de l'épididyme avec une diminution progressive de leur nombre (Martinez Garcia *et al.*, 1995 ; Cooper, 1998 ; Robaire *et al.*, 2006).

3.2.2.4 Cellules étroites

Les cellules étroites se caractérisent par un renflement cytoplasmique, un noyau allongé situé dans la portion supérieure, un grand nombre de petites vésicules dispersées dans la région apicale ainsi qu'une base très étroite les reliant à la membrane basale, étant localisées dans des segments spécifiques, peu nombreuses et impliquées dans l'acidification de la lumière de l'épididyme (Figure 9) (Hermo et Robaire, 2000).

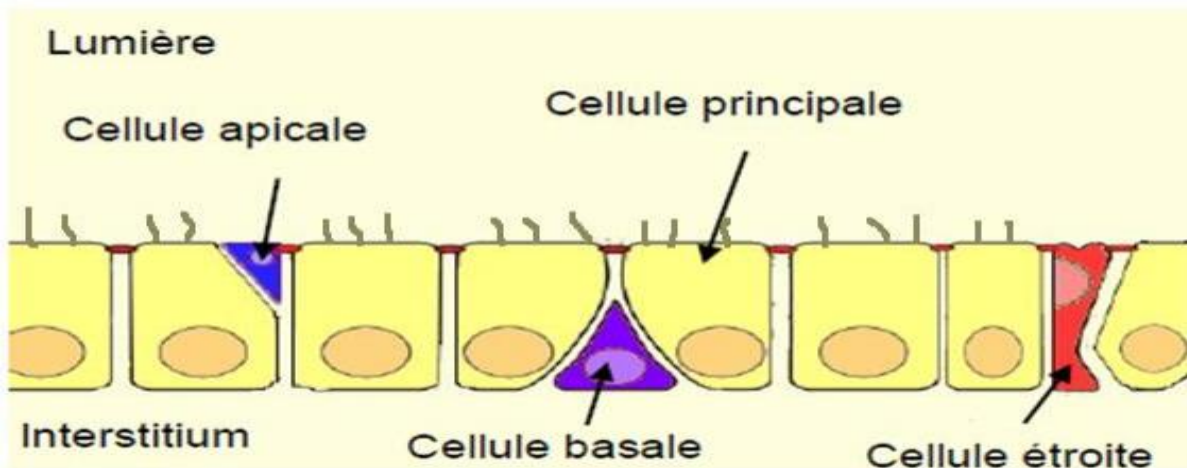


Figure 9 : Schéma des cellules épидидymaires (Mandon, 2015).

3.2.2.5 Cellules en halo

Les cellules en Halo, rondes et de petite taille, présentent un bord étroit, un cytoplasme clair riche en granules denses et un noyau dense, elles sont présentes tout au long du canal épидидymaire et sont décrites comme des cellules d'origine immunitaire, identifiées comme des lymphocytes intraépithéliaux ou des macrophages migrant dans l'épithélium durant le développement post-natal (Figure 10) (Robaire et Hinton, 2015 ; Hoffer et *al.*, 1973 ; Serre et Robaire, 1999).

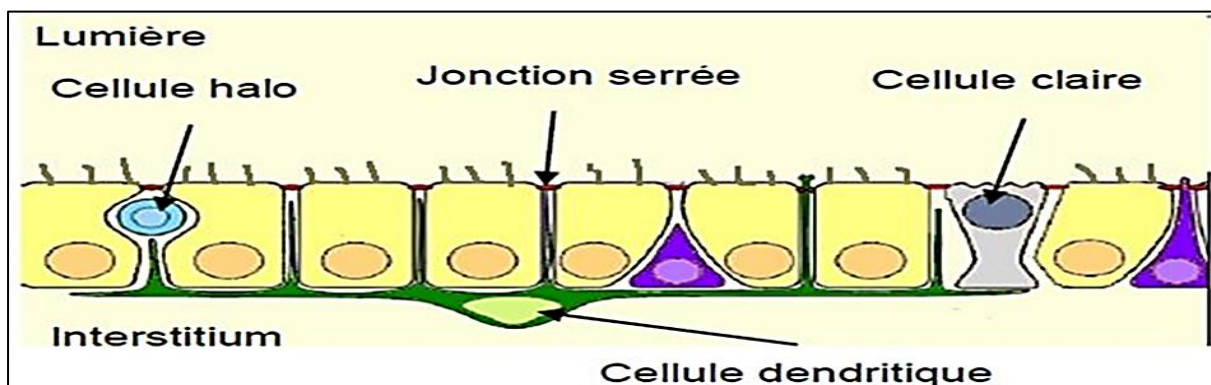


Figure 10 : Schéma des cellules épидидymaires (Mandon, 2015).

3.2.2.6 Cellules claires

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

3.2.2.7 Cellules dendritiques

En 2011, des cellules dendritiques ont été découvertes au sein de l'épididyme murin, formant un réseau dense à la base de l'épithélium avec des projections dendritiques traversant les cellules épithéliales et orientées vers la lumière du tubule (Da Silva et *al.*, 2011). Ces cellules présenteraient des marqueurs de cellules immunitaires dont le rôle consisterait à maintenir l'homéostasie immunitaire afin d'assurer la protection des spermatozoïdes (Wang et Duan, 2016).

4. Glandes annexes

Les glandes annexes jouent un rôle fondamental dans le processus reproductif en produisant le liquide spermatique, qui, une fois mélangé aux spermatozoïdes, forme le sperme (Tortora et *al.*, 1995). Chez le lapin, ces glandes présentent des particularités en termes de nombre, de taille et de proportion par rapport à celles observées chez d'autres mammifères (Vasquez et Delsol, 2009).

4.1 Vésicules séminales

Les vésicules séminales sont des structures impaires et bilobées, situées entre le rectum et la vessie, leur extrémité terminale fusionne avec les ampoules déférentielles pour former le canal éjaculateur, qui s'ouvre dorsalement dans l'urètre (Boussit, 1989). Leur taille est très variable et peut atteindre une dilatation importante en raison de l'accumulation de leur contenu, un liquide clair dont la consistance varie de légèrement visqueuse à gélatineuse (Holtz et Foote, 1978).

4.2 Glande Vésiculaire (Proprostata ou Prostata Crâniale)

La glande vésiculaire, est de forme ovale et présente un volume relativement important, elle est bilobée et de couleur blanchâtre, due à l'accumulation de sécrétions granulaires blanches, cette glande s'ouvre dans l'urètre par deux canaux excréteurs situés sur sa face dorsale (Holtz et Foote, 1978).

4.3 Prostata

La prostata constitue la principale glande accessoire de l'appareil génital mâle, elle est localisée à la face dorso-caudale de la glande vésiculaire et se distingue par sa couleur claire, en comparaison avec les autres glandes annexes, sa sécrétion est déversée dans l'urètre par 4 à 6 conduits (Boussit, 1989).

4.4 Glandes Paraprostatiques

Les glandes paraprostatiques, sont de petite taille et présentent une forme arrondie, elles sont situées de part et d'autre de l'urètre, en position ventrale par rapport à la prostata, leur sécrétion est acheminée dans l'urètre par plusieurs petits conduits dont le nombre peut varier (Barone, 2001). Tous les lapins mâles possèdent au moins une paire de glandes paraprostatiques (Holtz et Foote, 1978).

4.5 Glande de Cowper (glande bulbo-urétrale)

La glande de Cowper, recouvre la portion caudale de l'urètre pelvien. Son extrémité crâniale est en contact avec la prostata (Barone, 2001). Entourée par une capsule conjonctive (Roger, 2002), elle sécrète un liquide mucoïde qu'elle déverse dans la région postérieure de l'urètre membraneux (Boussit, 1989).

5. Canal déférent

La queue de l'épididyme se prolonge par le canal déférent, qui fait suite au canal épидидymaire et mesure entre 12 et 15 cm de longueur chez le lapin (Barone, 2001), 45 cm chez l'homme (Figure11) (Dadoune et *al.*, 1990 ; Marieb, 2006)

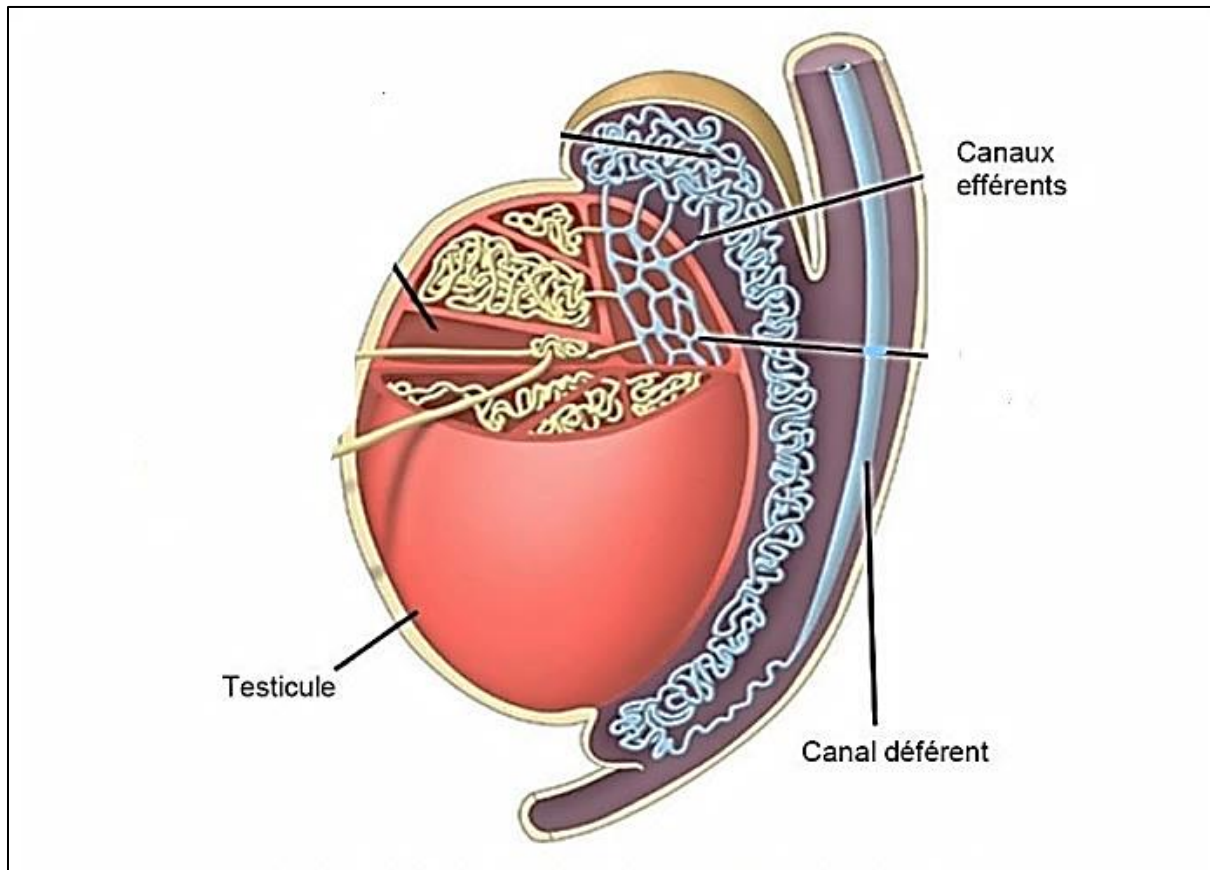


Figure 11 : Schéma des structures intra- testiculaires (Mandon, 2015 modifié)

6. Urètre

L'urètre est un conduit d'une longueur de 12 à 13 cm, dont 8 à 9 cm correspondent à la partie spongieuse ou pénienne, assurant à la fois l'évacuation de l'urine lors de la miction et celle du sperme lors de l'éjaculation (Nguyen et Ferry, 2007).

7. Portion copulatrice (Pénis)

Le lapin est une espèce dont le pénis, de forme rétrofléchi, est logé dans le prépuce et orienté vers l'arrière au repos, mais se dirige vers l'avant lors de l'érection (Lebas, 2010). Cet organe court, en forme de tube légèrement pointu, et il est dépourvu de glande et mesure entre 3 et 5 cm (Boussit, 1989).

Chapitre II

Physiologie de la reproduction

1. Développement des gonades et puberté

La différenciation des organes reproducteurs du lapin mâle a lieu pendant la vie fœtale avec formation de l'albuginée entre le 14^{ème} et 15^{ème} jour de gestation, quelques jours plus tard les tubes séminifères apparaissent entourés de cellules germinales, au 19^{ème} jour de gestation il y a la production d'androgènes (Alvarino, 2000).

2. Développement pondéral

Les lapins sont réputés pour leur capacité à se reproduire rapidement, car les races de petite taille atteignent la puberté plus précocement que les races de grande taille, ce qui confère au poids un rôle déterminant (Suckow et *al.*, 2012).

3. Développement comportemental

Le développement comportemental chez le lapin mâle est marqué par l'apparition progressive de comportements sexuels dès 60 à 70 jours, avec des tentatives de chevauchement, à partir de la 12^{ème} semaine d'âge, les jeunes lapins montrent un ensemble de comportements sexuels plus marqués, notamment (Berger et *al.*, 1982 ; Bell et Mitchell, 1984).

4. Maturation sexuelle

La différenciation sexuelle est régie par l'activité endocrinienne du testicule fœtal, car celui-ci sécrète activement deux hormones fondamentales, à savoir les androgènes et l'hormone antimüllérienne, également appelée HAM ou MIS, ces hormones constituent les principaux messagers responsables de la différenciation masculine émis par le testicule. En revanche, lorsque ces hormones sont absentes, c'est une différenciation sexuelle féminine qui se met en place (Mitchell et Sharma, 2005).

4.1 Phase infantile

Selon Martinet (1978), la phase infantile est décrite comme phase correspondante à la période allant de la naissance jusqu'à l'âge de 40 jours et se distingue par une croissance ralentie des testicules et des vésicules séminales, accompagnée de faibles concentrations de FSH et de testostérone circulante dans le sang.

4.2 Phase prépubère

Les premières cellules de Leydig matures font leur apparition au bout de 40 jours, leur nombre augmentant ensuite très rapidement, entre 70 et 80 jours, le tissu interstitiel adopte une structure caractéristique de l'âge adulte (Berger et *al.*, 1982 ; Boussit, 1989).

Au cours de cette période, la croissance des testicules s'accélère, tandis que les cellules de Leydig, impliquées dans la spermatogenèse, entrent en activité (Martinet, 1978).

4.3 Puberté

La puberté chez le lapin mâle correspond à l'acquisition de la capacité des organes reproducteurs à produire des spermatozoïdes féconds, généralement entre 4 et 5 mois, peu après la descente des testicules (Boussit, 1989). Cependant, elle peut survenir dès 110 jours avec l'apparition des premiers spermatozoïdes (Macari et Machado, 1978 in Lebas, 2009). Ou dès 42 jours avec l'activation endocrine (Mann et Parsons, 1950 ; Skinner, 1967).

4.4 Maturité sexuelle

La maturité sexuelle, définie comme le stade où la production quotidienne de spermatozoïdes n'augmente plus, est atteinte entre 30 et 32 semaines chez le lapin mâle de race Néo-Zélandaise en climat tempéré (Fortun-Lamothe et *al.*, 2015). À 20 semaines, les mesures testiculaires et le pourcentage de tubes séminifères contenant des spermatozoïdes ne représentent que 70 % de leur valeur adulte 33 semaines, tandis que le volume de l'éjaculat et la motilité des spermatozoïdes augmentent significativement entre la 20^{ème} et la 33^{ème} semaine (Garcia-Thomas et *al.*, 2009).

5. Fonctions physiologiques du testicule

Les testicules sont des organes dotés d'une double fonction, comprenant la gamétogenèse ou spermatogenèse, qui est assimilable à une véritable fonction exocrine assurée par les tubes séminifères, ainsi que la fonction endocrine, qui est caractérisée par la production d'hormones stéroïdes assurée par les cellules de Leydig (Dadoune et Demoulin, 2001).

5.1 Spermatogenèse

La spermatogenèse correspond au processus de division et de différenciation cellulaire qui permet la production des spermatozoïdes à partir des spermatogonies, lesquelles sont localisées dans les tubes séminifères des testicules (Soltner, 1989).

Selon Amann (1993), la spermatogenèse se déroule au sein des tubules séminifères des testicules, nécessitant trois grandes étapes pour permettre la transformation d'une spermatogonie en un spermatozoïde, à savoir la spermatocytogenèse, la méiose et la spermiogénèse.

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). Il possède toujours le nombre diploïde de chromosomes caractéristique de l'espèce, soit 44 chromosomes chez le lapin, tandis que la phase de multiplication cellulaire garantit le renouvellement des spermatogonies, essentiel pour maintenir 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 chromosomes (Amann, 1993).

5.1.3 Spermiogénèse

La spermiogénèse correspond à la phase durant laquelle les spermatides traversent une série de transformations remarquables qui conduisent à la formation de spermatozoïdes mûrs (Baronne, 2001). Dès cette phase, les divisions cellulaires cessent complètement, ce qui laisse place à des métamorphoses d'une grande complexité, tant sur le plan moléculaire que cellulaire (Schulz et *al.*, 2005).

5.2 Stéroïdogénèse

La production d'androgènes se déroule au sein d'îlots de cellules spécialisées localisées dans les espaces interlobulaires, ces cellules, connues sous le nom de cellules de Leydig, se distinguent par leur grande taille, leur apparence claire et leur structure spongieuse, ainsi que le décrit (Heffner, 2003). Le principal androgène produit par les testicules est la testostérone, dont la synthèse provient de l'acétate et du cholestérol sous l'influence de la LH (Figure 12) (Saez, 1995).

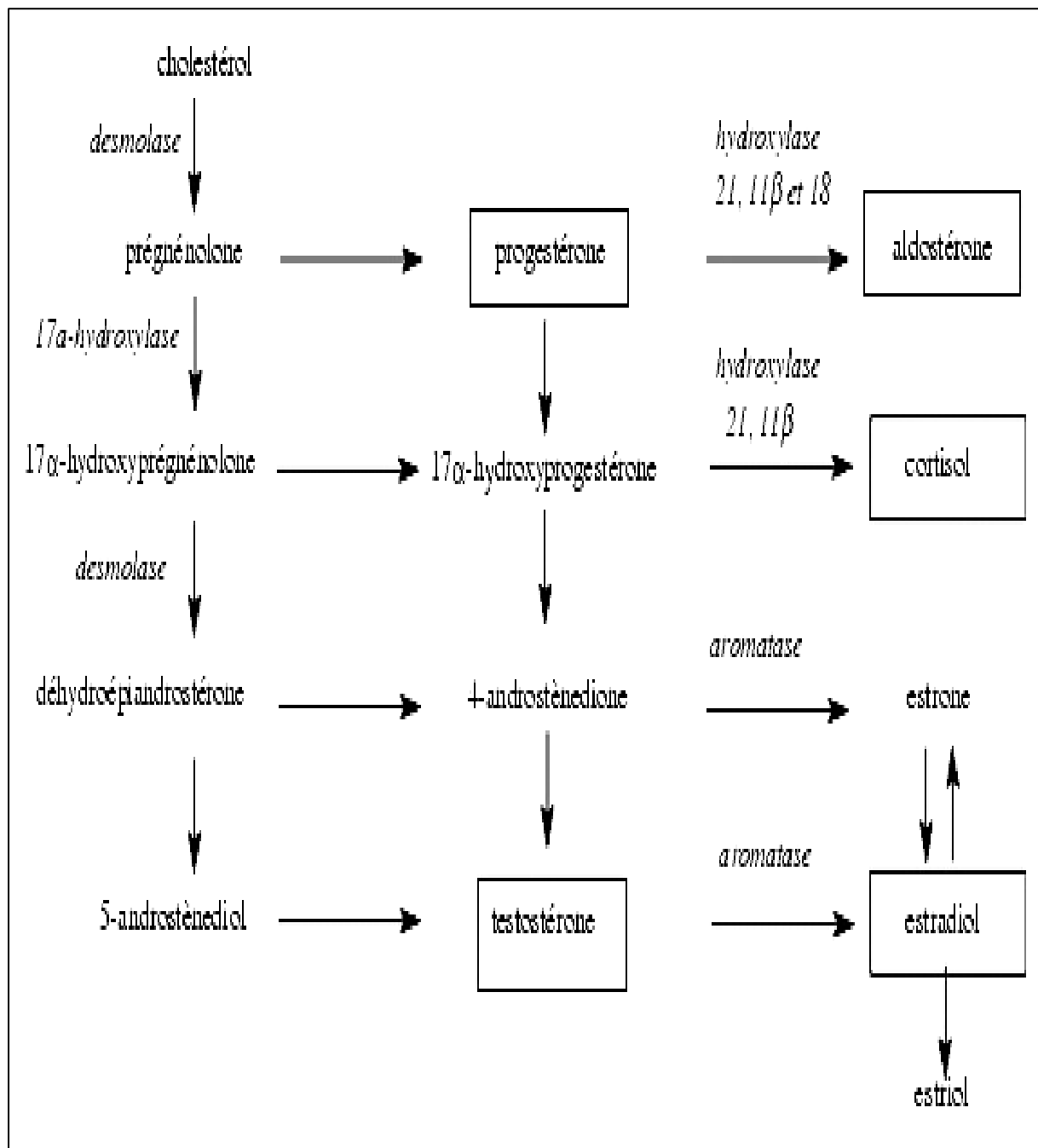


Figure 12 : Schéma de la stéroïdogénèse (Flück et Pandey, 2014).

6. Fonctions de l'épididyme

Selon Badran et Hermo (2002), l'épididyme doit remplir plusieurs rôles, notamment la maturation des spermatozoïdes, l'acquisition de la motilité, leur protection ainsi que leur stockage.

6.1 Maturation des spermatozoïdes

La membrane plasmique du spermatozoïde constitue une structure hautement compartimentée qui subit des modifications au cours de son transit, avec des transformations structurelles impliquant les lipides, les protéines ainsi que le cholestérol membranaire (Jones et *al.*, 2007).

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).

C'est un processus qui se déroule de manière progressive tout au long de la progression du spermatozoïde dans la lumière de l'épididyme, atteignant son intensité maximale dans la queue, où celui-ci parvient à pleine maturité et acquiert sa capacité de mouvement (Aitken et *al.*, 2007).

6.3 Protection

Les spermatozoïdes matures, exposés à de multiples agressions, sont protégés par la barrière hémato-épididymaire contre les attaques du système immunitaire (Pollanen et Cooper, 1994). De plus, certaines protéines sécrétées par l'épithélium épididymaire offrent une protection contre les dommages protéolytiques et oxydatifs pendant leur transit (Cornwall et Hsia, 2003).

6.4 Stockage des spermatozoïdes

Les spermatozoïdes matures sont stockés dans la queue de l'épididyme, qui sert de réservoir en attendant l'éjaculation, ils baignent dans un liquide qui les maintient dans un état quiescent pour une durée allant de quelques jours à plus d'un mois (Hinton et Palladino, 1995).

7. Régulation hormonale de la fonction reproductrice du lapin

La reproduction chez les lapins mâles est régulée par un système hormonal complexe qui implique l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique ainsi que l'action combinée de neurohormones et d'hormones (Migaud *et al.*, 2016).

7.1 Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique

Le développement ainsi que le fonctionnement du testicule sont régulés par des hormones hypophysaires, dont la sécrétion est elle-même modulée par une hormone produite par l'hypothalamus (Figure 13) (Nguyen et Bourouina, 2008).

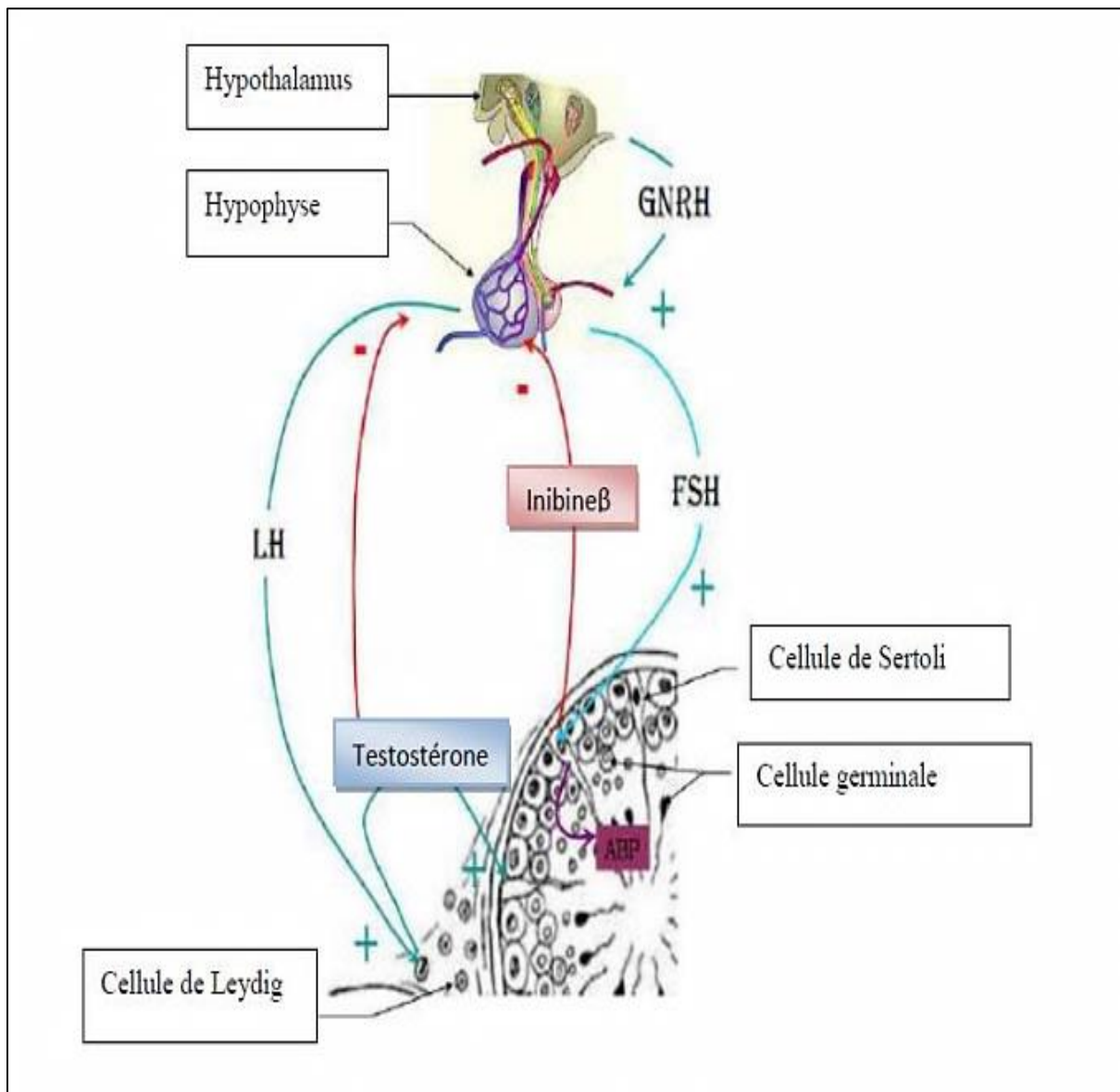


Figure 13 : Axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire et régulation de la fonction testiculaire (Christiansen *et al.*, 2002)

7.1.1 Au niveau hypothalamique

L'hypothalamus régule l'hypophyse grâce à la GnRH, elle est sécrétée de façon pulsatile par le noyau arqué ainsi que par les noyaux pré optique et supraoptique de l'hypothalamus, cette sécrétion stimule la production de LH et de FSH à travers des récepteurs membranaires spécifiques, les R-GnRH, présents sur les cellules gonadotropes de l'antéhypophyse, comme l'indiquent (Machline et *al.*, 1999).

7.1.2 Au niveau hypophysaire

L'hypophyse joue un rôle d'interface amplificatrice en facilitant la transformation d'un signal hypothalamique de faible intensité, la GnRH, en une sécrétion harmonisée et puissante de deux hormones à structure complexe, la LH et la FSH, qui sont libérées dans la circulation périphérique, ce mécanisme de sécrétion, propre aux cellules endocrines, repose sur la synthèse des hormones (Saint-Dizier et *al.*, 2014).

7.1.3 Au niveau gonadique

La régulation endocrinienne de la fonction de reproduction chez les lapins repose sur l'action coordonnée des gonadotrophines hypophysaires, la FSH et la LH, cette dernière stimule la production de testostérone par les cellules de Leydig, qui est une hormone essentielle au développement des caractères sexuels secondaires, à la maturation des spermatozoïdes et au maintien de la spermatogenèse (John et *al.*, 2003). Parallèlement, la FSH, déterminant principal de la taille des testicules adultes, agit sur les cellules de Sertoli en favorisant l'initiation et le maintien de la spermatogenèse (Thibault et Levasseur, 2001).

7.2 Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par le testicule

Le rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par le testicule repose sur l'interaction entre l'axe hypothalamo-hypophysaire et les sécrétions testiculaires stéroïdiennes (testostérone) et protéiques (inhibine) (Roser, 2008).

Chapitre III

Matériel et méthodes

Cette étude s'inscrit dans le cadre des activités de recherche menées sous la direction de Dr. LAKABI, l'objectif principal est d'évaluer l'influence de l'administration de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* à deux doses différentes sur le développement des structures testiculaires et épидидymaires des lapins mâles prépubères.

Pour ce faire, une étude histologique et morphométrique sera réalisée afin d'identifier les modifications structurelles induites par le traitement et évaluer son impact en analysant la relation entre les poids vifs et testiculaires.

1. Lieu et durée d'expérimentation

L'expérimentation a été réalisée entre février et avril 2025 à l'animalerie et au laboratoire de recherche au sein de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

Les lapins reçus en février, ont été acclimatés pendant 7 jours avec un accès libre à l'eau et une alimentation standard, avant de recevoir un traitement à base d'huile essentielle de lentisque pistachier durant 20 jours.

2. Matériel

Pour mener à terme notre expérience, nous avons utilisé des lapins qui appartiennent à la population blanche comme modèle animal et l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* comme modèle végétal.

2.1 Modèle animal

Afin de réaliser notre étude, nous avons expérimenté sur des lapins mâles prépubères de la souche synthétique (améliorée), provenant d'un élevage privé de la région de Tizirt, wilaya de Tizi-Ouzou.

Gacem et al. (2009) rapportent que cette souche (*Oryctolagus cuniculus*) a été initié à l'institut technique des élevages-Baba-Ali, Alger (ITELV) à partir de 2003 en collaboration avec l'INRA de Toulouse. Cette souche est caractérisée par une prolificité importante

(9 lapereaux nés vivant par mise -bas), un poids adulte sensiblement plus élevé et une meilleure aptitude à la croissance que la population locale algérienne (Figure 14) (Lebas et *al.*, 2010).



Figure 14 : Lapins mâles de souche synthétique (Original, 2025).

Le lapin est un herbivore monogastrique capable de bien valoriser les fourrages, il a la capacité de transformer des protéines végétales, peu ou pas consommées par l'homme ou les autres animaux monogastriques, en protéine animales de haute valeur biologique, il peut fixer 20% des protéines alimentaires qu'il absorbe (Lebas, 2009).

Chez les mâles l'âge de la puberté se situe entre 4 et 5 mois, variant en fonction du type génétique et les conditions d'élevage en particulier l'alimentation (Alvarino, 2000 ; Garcia-Thoma et *al.*, 2007).

Le lapin appartient à l'ordre des lagomorphes, à la famille des *Leporidae* et à la sous-famille des *Leporinae*, son anatomie et sa physiologie présentent également deux éléments particuliers qui représentent la pratique de la cæcotrophie, en lien avec le statut d'herbivore et de monogastrique, il est donc un mammifère polytoque (Garreau et *al.*, 2015).

Selon Grassé (1949) et Lebas et *al.* (1984), la position taxonomique du lapin est classée comme ceci :

Règne	Animal
Embranchement	Vertébrés
Classe	Mammifères
Super Ordre	Glires
Ordre	Lagomorphes
Famille	Léporides (lièvre et lapin)
Sous-famille	Leporinae
Genre	<i>Oryctolagus</i>
Espèce	<i>Oryctolagus cuniculus</i>

2.2 Modèle végétal

Pistacia lentiscus, est l'une des 11 espèces du genre *Pistacia* largement distribuées sur les pourtours de la méditerranée, et les régions du moyen orient, c'est un arbuste résineux ou petit arbre pouvant atteindre une hauteur de 1 m jusqu'à 6 m, considéré comme une espèce thermophile, qui pousse dans les régions chaudes à basse altitude et dans les endroits ensoleillés à moyenne altitude (<1100 m) et dans tous les types de sols où elle se trouve, particulièrement adapté à la sécheresse (Martini, 2003).

En Algérie ce genre de pistacia est représenté par quatre espèces en l'occurrence, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera*, *Pistacia atlantica* et *Pistacia lentiscus*, cette dernière est très répandue dans notre pays sur les terrains broussailleux et forestiers sur le long du littoral, le bassin de la Soummam et même dans les régions sublittorales (Quezel et *al.*, 1962). Cette plante fait partie de notre flore Algérienne, occupe des zones subhumide et semi-aride et se développe sur tout type de sol (Smail-Sadoun, 2002).

2.2.1 Classification systématique

Le pistachier lentisque appartient à la famille des anacardiacees (syn. Pistaciaceae) qui comporte plusieurs genres et espèces (Zohary, 1952 ; Iauk et *al.*, 1996 ; Palacio et *al.*, 2005)

La classification systématique de *Pistacia lentiscus* comportant la classe, l'ordre, la famille, le genre et l'espèce tel qu'il est reporté par Quezel et Santa (1963).

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophyta
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliosida
Sous classe	Rosidae
Ordre	Sapindales
Famille	Anacardiaceae
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Pistacia lentiscus</i>

2.2.2 Description botanique

Ses feuilles composées paripennées et persistantes le distinguent des deux autres espèces spontanées au Maroc, *P. atlantica* Desf et *P. terebinthus* L. (Fennane et *al.*, 2007). Elles sont persistantes, possédant quatre à dix folioles assez étroites, coriaces, composées, elliptiques et lisses colorées en vert, elles ont une durée de vie de 2 ans (Oney et Jeffree, 2000). Les fleurs mâles et femelles du pistachier lentisque poussent sur différents arbustes, ces fleurs sont toutes très petites de 2-3 mm de large, vertes ou rougeâtres et denses, elles sont disposées en épi courts, serrés, latéraux à l'aisselle des feuilles, les fleurs femelles sont de couleur vert jaune et les fleurs mâles sont rouge foncé (Figure15) (Jordano, 1989).



Figure 15 : Fleurs de *Pistacia lentiscus* (Chouder et Drici, 2019).

A : fleurs femelles ; B : fleurs mâles.

Les fruits de l'arbre *Pistacia lentiscus* sont sous forme de drupes comestibles et arrondies de 5 mm, globuleux renfermant un noyau avec une seule graine caractérisée par un bon goût et une odeur aromatique (Figure 16) (Ait youssef, 2006).



Figure 16 : Fruits de *Pistacia lentiscus* (Benmehdi, 2012).

2.2.3 Huile essentielle

Les huiles essentielles (HE) sont classées usuellement selon la nature chimique des principes actifs majeurs, plus rarement sur le mode d'extraction ou les effets biologiques, on retient huit classes principales qui sont les carbures sesquiterpénique et terpéniques, les alcools, les esters et les alcools, les aldéhydes, les cétones, les phénols, les éthers et les peroxydes) (Sens-Olive, 1979).

Plusieurs études ont également signalé que l'huile essentielle des parties aériennes de *Pistacia lentiscus* possède des propriétés antifongiques et antibactériennes appréciables

(Gardeli *et al.*, 2008 ; Kordali *et al.*, 2003 ; Bonsignore *et al.*, 1998). L'huile de fruits du lentisque est souvent utilisée comme un remède d'application externe locale sous forme d'onguent pour soigner les brûlures ou les douleurs dorsales (Bellakhdar, 1997).

2.3 Autres matériels

Notre expérimentation a nécessité l'usage d'autres matériels, à savoir des gants, bavettes, papier filtres, portoirs, micropipette, ciseaux, balance à précision, pince, becher, spatule, eppendorfs, tubes à héparine, cassettes d'inclusion, une boîte de dissection, moules à paraffine, lames et lamelles, centrifugeuse, l'étuve, microtome et un microscope optique.

3. Protocol expérimental

Cette expérimentation a porté sur 17 lapins mâles prépubères issus d'une souche synthétique, âgés de 50 jours.

Les animaux ont été hébergés dans des cages spécialement aménagées pour l'élevage cunicole, assurant des conditions optimales de confort et d'hygiène avec une répartition de trois lapins par cage, ils ont tous été maintenus dans un environnement contrôlé, avec des paramètres standardisés de température, d'humidité et de photopériode. L'alimentation était identique et équilibrée pour tous les lapins et l'abreuvement était assuré par un système de tétines, garantissant un accès permanent à l'eau.

Les animaux ont été répartis en trois lots distincts :

- Lot témoin (n = 6) : n'ayant reçu aucun traitement ;
- Lot expérimental 1 (n = 6) : recevant une administration quotidienne de 400 µL/kg de poids vif d'huile essentielle de Lentisque pistachier ;
- Lot expérimental 2 (n = 5) : recevant une administration quotidienne de 600 µL/kg de poids vif d'huile essentielle de Lentisque pistachier (Figure 17).

L'administration de l'huile essentielle a été effectuée de manière continue pendant 20 jours.



Figure 17 : Répartition des lapins en lots expérimentaux et conditions d'hébergement et d'alimentation en cages spécifiques (Original, 2025).

3.1 Pesée et administration de l'huile

Les lapins des différents lots ont été pesés à l'aide d'une balance électronique. Cette pesée a permis de déterminer avec exactitude la quantité d'huile essentielle à administrer en fonction du poids corporel de chaque animal (Figure 18).

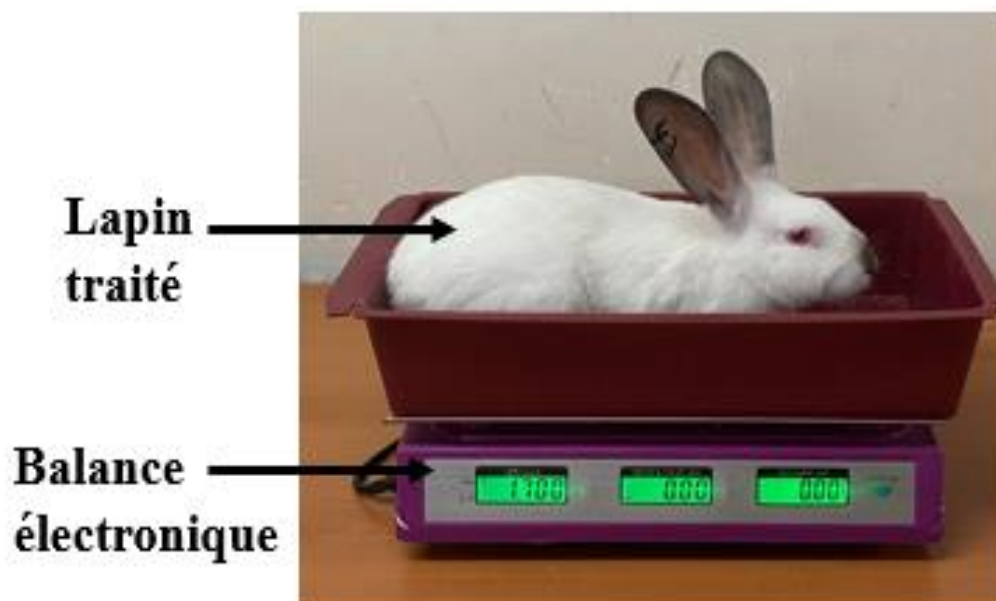


Figure 18 : Procédure de pesée des lapins (Original, 2025).

L'administration de l'huile essentielle de Lentisque pistachier a été réalisée quotidiennement, par voie orale, à l'aide d'une seringue adaptée. Avant chaque administration, le volume d'huile essentielle pipeté était mélangé avec 0,5 ml d'eau physiologique pour assurer une meilleure ingestion. Le traitement a été appliqué chaque matin, entre 8h et 10h, et a duré 20 jours consécutifs (Figure 19).



3.2 Sacrifice et prélèvements

À la fin de l'expérience (21^{ème} jour), les lapins ont été pesés puis sacrifiés par saignement entre 8h00 et 11h00. Le sacrifice a été effectué au niveau du laboratoire de Physiologie Animale à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Le sang a été instantanément recueilli dans des tubes à héparine étiquetés, puis centrifugé à 3500 tours/min pendant 15 minutes. Le sérum obtenu a été aliquoté dans des tubes eppendorf et conservé à -20°C pour des dosages biochimiques et hormonaux ultérieurs (Figure 20).

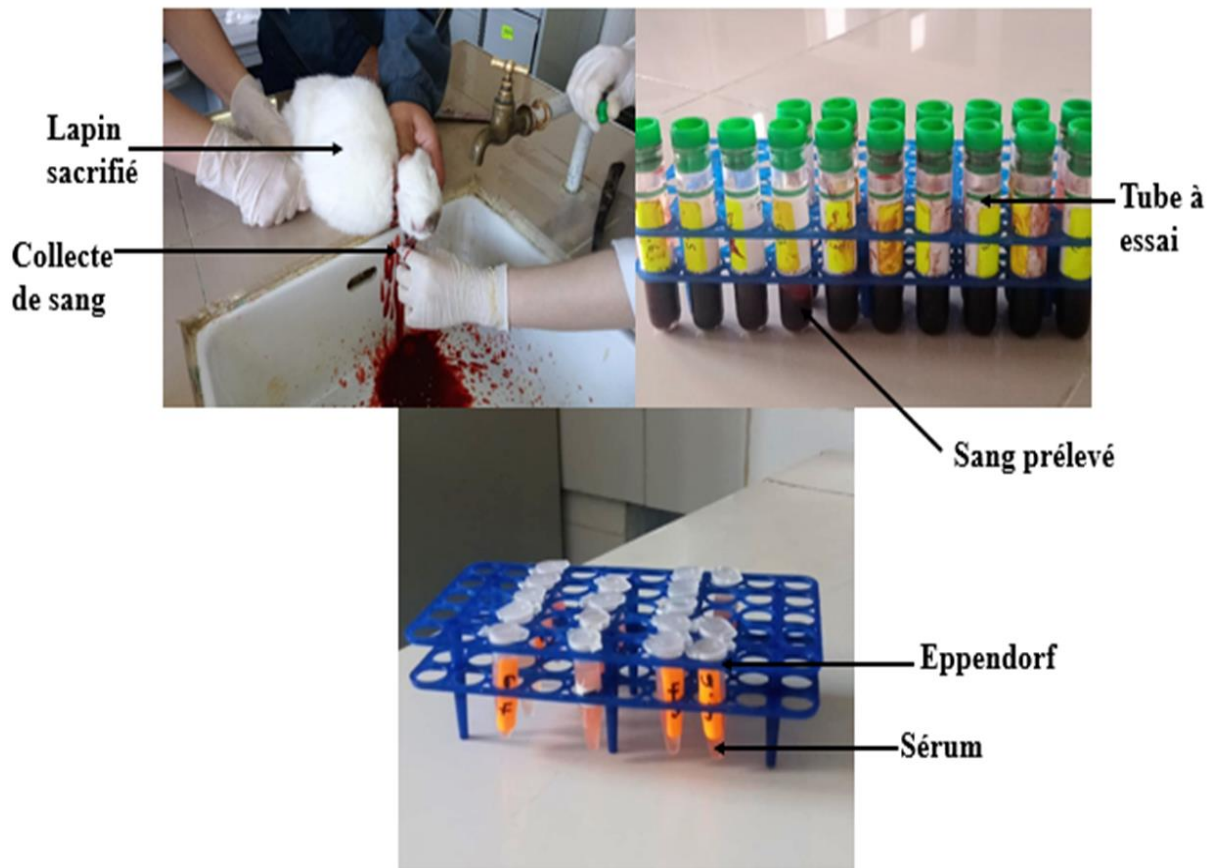


Figure 20 : Photographies montrant le sacrifice des lapins, le prélèvement sanguin et la préparation des échantillons après centrifugation (Original, 2025).

Après le sacrifice des lapins, la peau a été immédiatement retirée, puis l'animal disséqué et éviscéré (Figure 21). Les organes génitaux, à savoir les testicules et les épидидymes, ont été prélevés, soigneusement dégraissés et pesés à l'aide d'une balance de précision (0,01 g) (Figure 22).



Figure 21 : A : Lapin sacrifié. B : Dissection et prélèvement des organes génitaux.

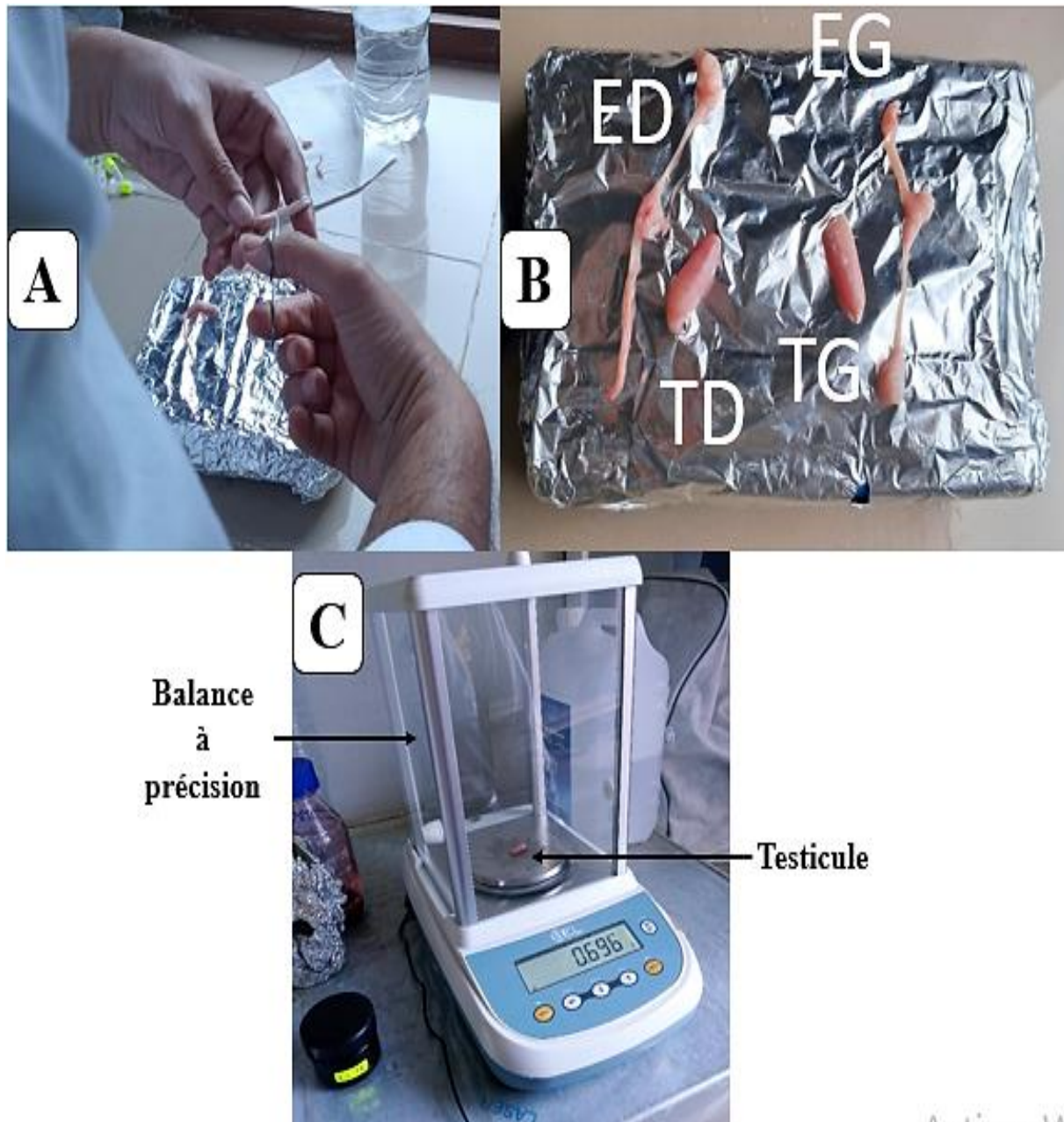


Figure 22 : **A :** Dégraissage des organes génitaux. **B :** Présentation des testicules et épидидymes sur une plaque froide. **C :** Pesée des organes génitaux avec une balance à précision de 0.01g (Original, 2025).

TD : testicule droit ; **ED :** épидидyme droit ; **TG :** testicule gauche ; **EG :** épидидyme gauche

Les testicules et épидидymes droits ont été fixés dans du formol à 10 % pendant 7 jours dans des tubes de conservation hermétiquement fermés et étiquetés, en vue d'une étude histologique. En parallèle, les testicules et épидидymes gauches ont été placés dans des Eppendorf et congelés à -20°C pour des analyses ultérieures (Figure 23).

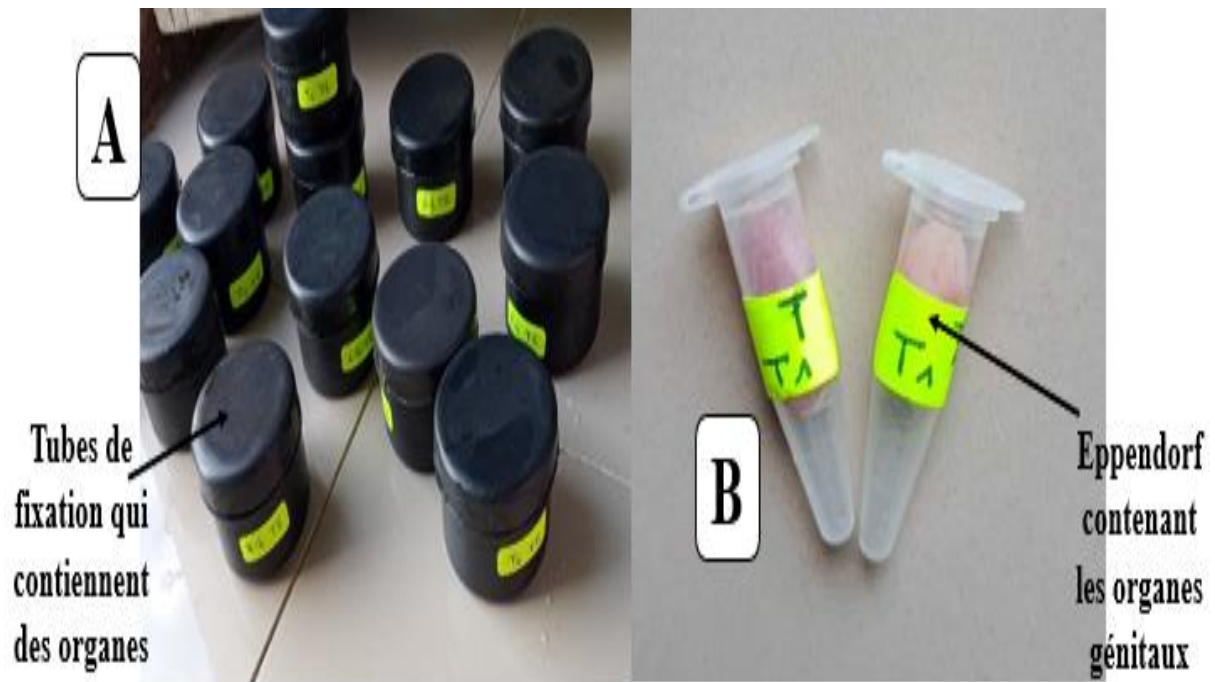


Figure 23 : **A** : Fixation des testicules et épидидymes droits dans du formol à 10 % dans des boîtes de conservation d'échantillons étiquetées. **B** : Conservation des testicules et épидидymes gauches dans des tubes eppendorf (Original, 2025).

3.3 Etude histologique

L'étude histologique a pour objectif de décrire la structure histologique du testicule, elle implique la mise en œuvre de plusieurs étapes successives et obligatoires afin de réaliser des coupes fines de l'échantillon étudié, prêtes à recevoir la coloration histologique, la procédure utilisée est inspirée de celle mise au point par Martoja et Martoja (1967). Le protocole expérimental est résumé dans les étapes suivantes :

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

3.3.1 Fixation des échantillons

Lors de notre expérimentation nous avons utilisé le formol comme fixateur, ce processus est un traitement chimique effectué sur des cellules vivantes permettant de pratiquer ultérieurement certaines manipulations avec un minimum de dommages pour les structures cellulaires, et elle permet de les conserver dans un état aussi proche que possible de l'état vivant et d'éviter les raccourcissements et les distorsions possibles, mais aussi de protéger les cellules de l'attaque bactérienne ou encore de celle des enzymes.

Les organes sont ensuite déposés dans des cassettes marquées et plongées dans un volume de formol trois fois supérieur à celui de l'organe et ce afin de les immerger totalement pendant 7 jours et à température ambiante (Figure 24).

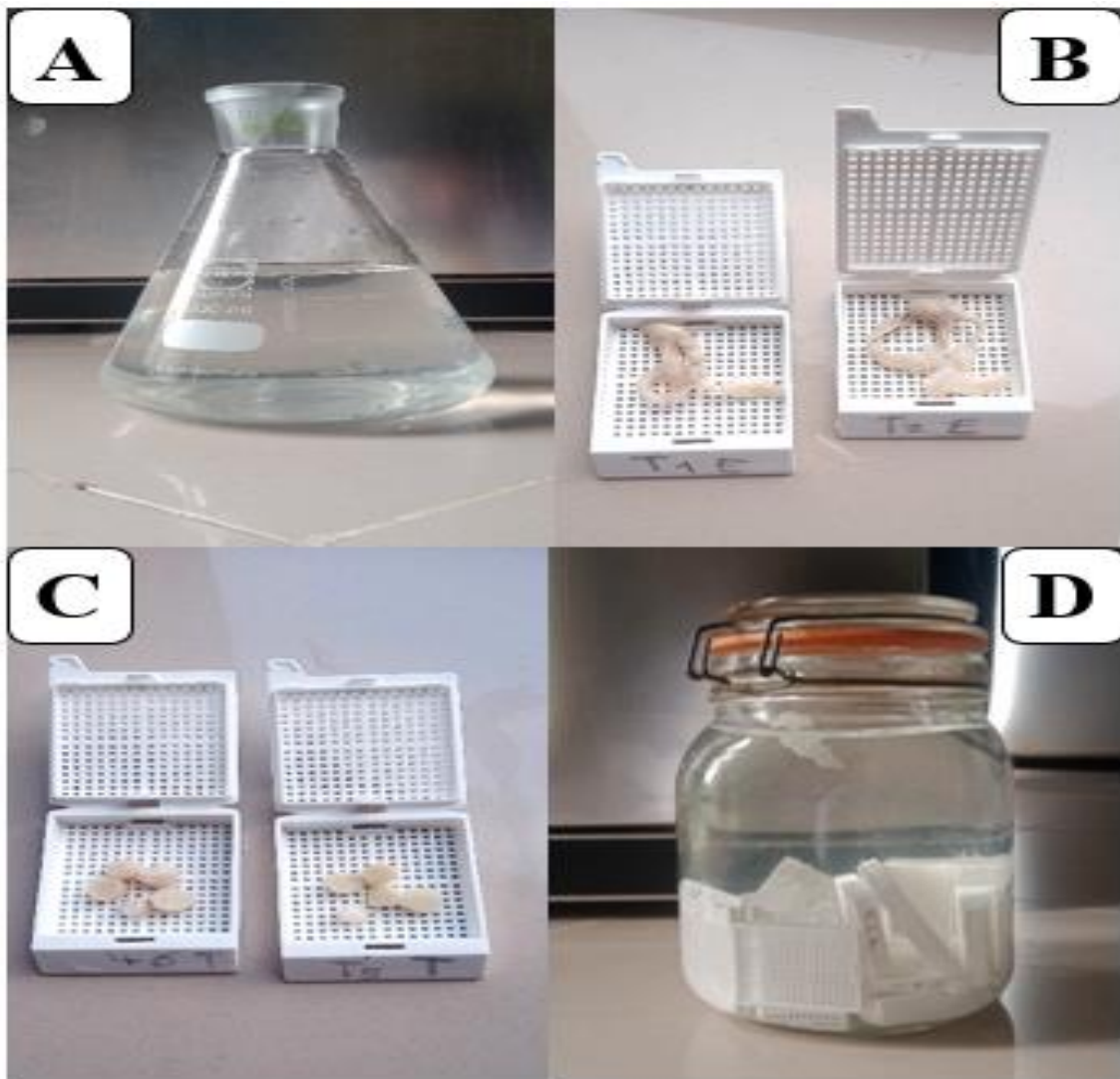


Figure 24 : Etapes de fixation des échantillons. (Original, 2025).

A : Récipient contenant du formol. **B** : Cassettes contenant des épидидyme **C** : Cassettes contenant des testicules. **D** : Cassettes qui contiennent les organes génitaux, émergées dans le formol.

3.3.2 Déshydratation et éclaircissement

La déshydratation est la suppression de toute l'eau contenue dans l'organe, ce qui va permettre l'inclusion de l'échantillon dans la paraffine. Celle-ci est caractérisée par sa plasticité et sa température de fusion qui peut aller de 56° à 60°C.

Afin d'aboutir à la déshydratation de l'organe, nous avons utilisé une série de bains d'alcools éthyliques à degrés croissants (50°, 70°, 90°, 100°) et cela pendant 2 heures chacun, ce qui permet d'éviter la désorganisation des structures.

L'éclaircissement quant à lui, se fait dans des bains de xylène pendant 2 heures également et cela afin de compléter la déshydratation et préparer l'imprégnation de l'organe à la paraffine, car l'éthanol n'est pas miscible à la paraffine (Figure 25).



Figure 25 : Eclaircissement des échantillons dans un bain de xylène (Original,2025).

3.3.3 Imprégnation

L'imprégnation consiste à plonger les organes dans 3 bains successifs de paraffine, de 2 heures 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 d'une moitié de paraffine et moitié de xylène. Un séjour prolongé des pièces dans le deuxième bain ne présente aucun inconvénient, à condition que la température ne dépasse pas 60°C (Figure 26)

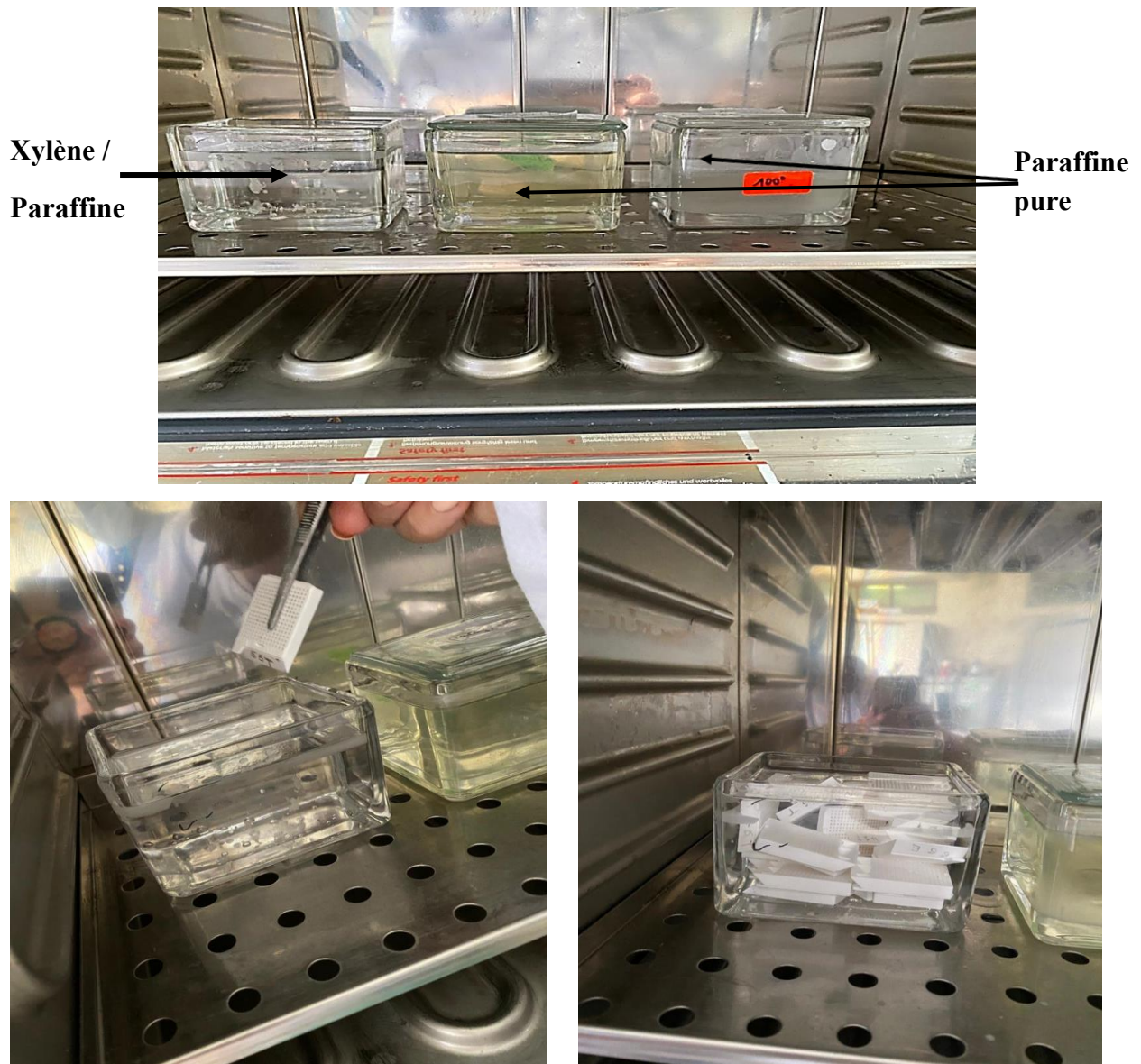


Figure 26 : Etapes d'imprégnation dans trois bains successifs ; un bain de xylène /paraffine et deux bains de paraffine pure (Original, 2025).

3.3.4 Inclusion

L'inclusion a pour but de réaliser des coupes fines et régulières. Les organes sont placés dans des moules spécifiques dont les formes sont adaptées aux dimensions de l'organe et dont lesquels nous avons versé de la paraffine fondue à 60°C contenue dans un appareil d'enrobage., nous plaçons la partie marquée de la cassette au-dessus du moule, nous coulons de la paraffine fondue jusqu'à ce que celle-ci soit totalement immergée. Les blocs obtenus sont démoulés facilement et peuvent être conservés sans dommage (Figure 27).

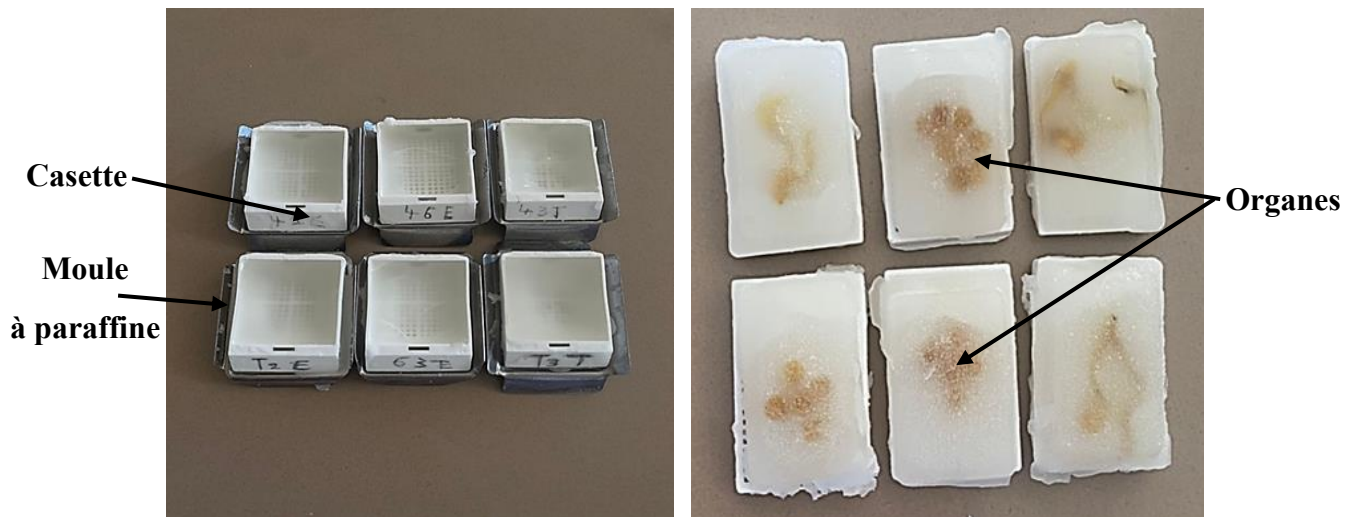


Figure 27 : Organes placés dans des moules à paraffine (Original, 2025).

3.3.5 Réalisation des coupes

Des coupes fines d'une épaisseur de 5 μm , ont été réalisées à l'aide d'un microtome à paraffine de type Leica. Les blocs d'organes, préalablement inclus dans la paraffine ont été fixés sur le microtome et des rubans de tissus paraffinés ont été obtenus, ces derniers sont immergés dans un bain d'eau gélatinée chauffée à 40°C ; cette étape permet de détendre les coupes, d'éliminer les plis et d'optimiser leur adhésion sur des lames porte-objet propres (Figure 28).

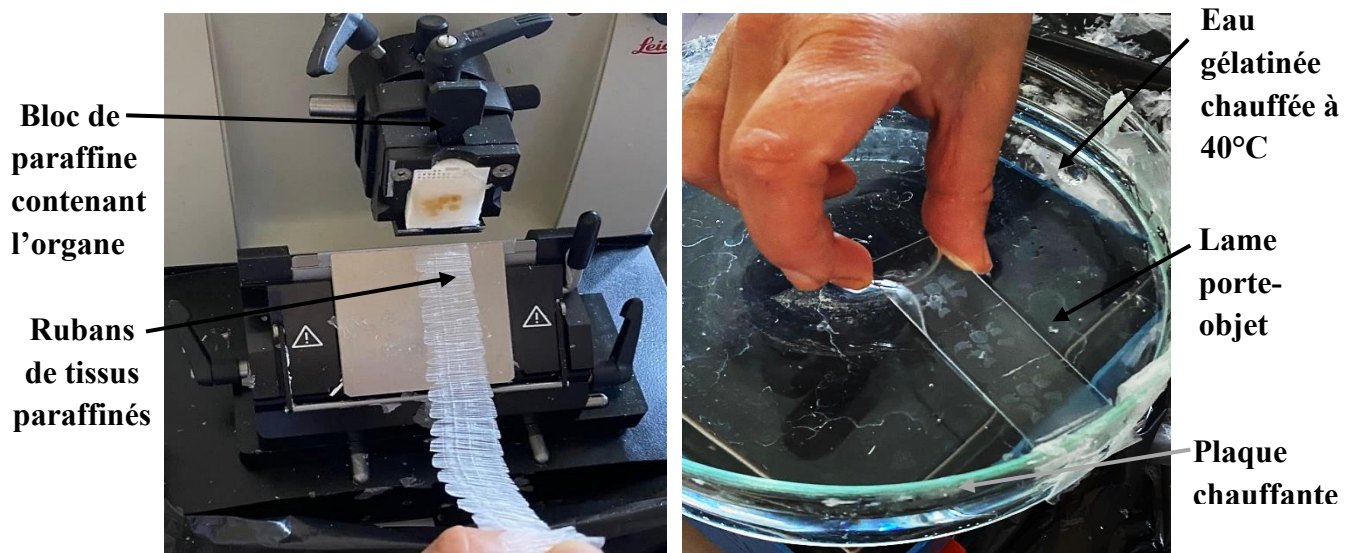


Figure 28 : Etapes de la réalisation des coupes avec microtome et récupération des rubans sur la lame (Original, 2025).

3.3.6 Déparaffinage et réhydratation

Le déparaffinage consiste à placer les lames dans une étuve à 60 °C pendant une heure afin de liquéfier la paraffine imprégnant les coupes tissulaires et d'en faciliter l'élimination, puis à les immerger dans un bain de xylène d'une durée de 15 minutes, cette étape est réalisée deux fois.

Une réhydratation progressive est effectuée pour réintroduire l'eau dans les tissus, ce processus inverse de la déshydratation, repose sur une immersion successive des lames dans des bains d'alcool à concentrations décroissantes (100°, 90°, 70°) pendant 10 à 15 minutes pour chaque bain (Figure 29).



Figure 29 : Etapes de réhydratation (Originale, 2025).

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

3.3.7 Coloration topographique et déshydratation

Pour la mise en évidence des structures tissulaires et cellulaires, nous avons eu recours à la coloration topographique au Trichrome de Masson, connue pour sa simplicité et rapidité d'exécution, sa résistance au lavage ainsi que la netteté des contrastes obtenus. Cette technique repose sur l'emploi séquentiel de plusieurs colorants permettant une différenciation précise des composants : le noyau apparaît en noir, le cytoplasme et le nucléole en rose, tandis que les muscles et les fibres de collagène se colorent respectivement en bleu (Figure 30).

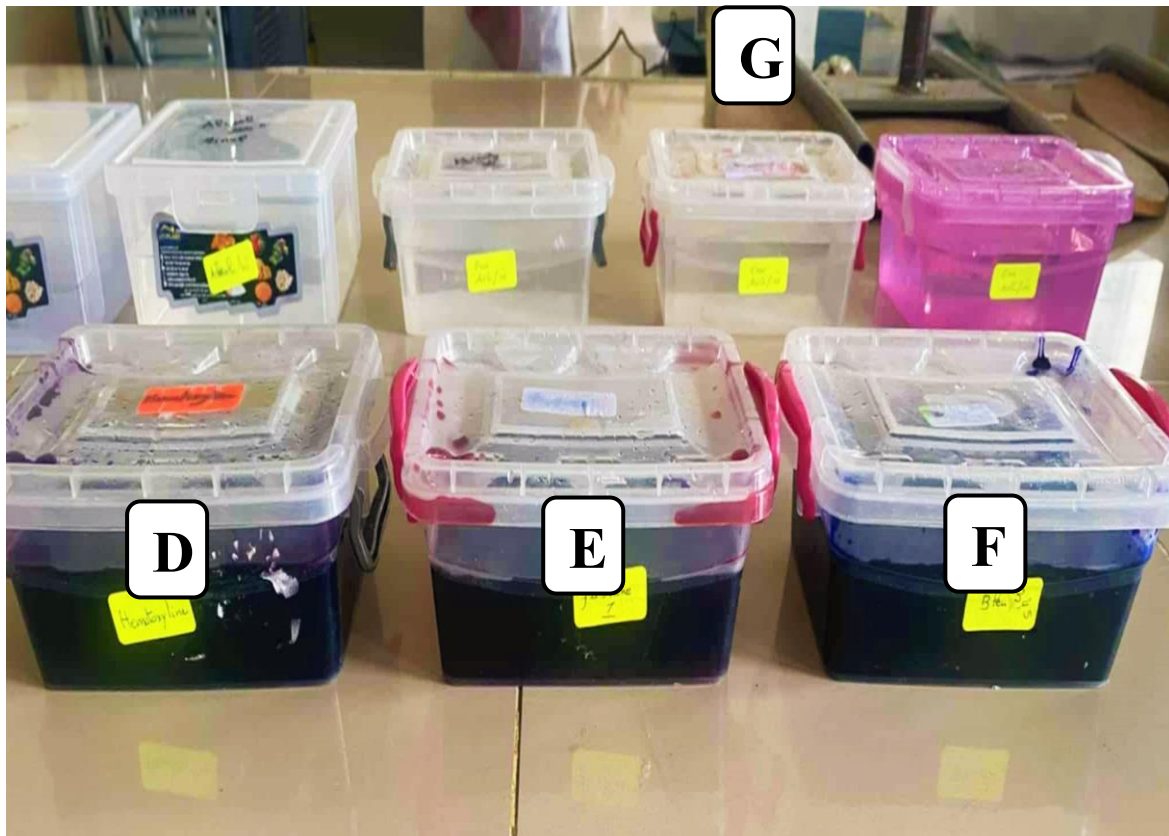


Figure 30 : Série d'une coloration topographique (Originale, 2025).

D : Hématoxyline ; **E** : Fushine Ponceau ; **F** : Bleu d'aniline ; **G** : Eau Acétifiée

Après la coloration, les lames subissent une déshydratation afin de préserver les tissus. Cette étape se réalise par immersion dans des bains d'alcool éthylique à concentrations croissantes (70°, 90°, 100°), suivie d'un bain de xylène de 15 min pour assurer une élimination complète de l'eau résiduelle.

3.2.8 Montage

Le montage consiste à fixer une lamelle de verre sur l'échantillon histologique à l'aide d'une goutte de résine de montage (Eukitt), assurant ainsi l'adhérence entre la lame et la lamelle. Une légère pression est appliquée pour éliminer les bulles d'air et garantir une couverture homogène de la coupe.

Une fois que les lames sont sèches, elles sont nettoyées avec du xylène afin d'éliminer les résidus et d'optimiser la transparence de l'échantillon, permettant ainsi une meilleure observation des structures histologiques au microscope optique.

3.3 Observation des lames

L'observation des lames c'est fait à l'aide d'un microscope photonique de type Optica qui permet d'observer toute variation ou modification des structures histologiques des gonades, des photographies sont prises grâce à un appareil photo numérique.

4. Etude statistique

L'analyse de la variance (ANOVA) a été utilisée pour évaluer les variations des variables notamment le poids vif, le poids des testicules total et relatif et le traitement des données statistiques a été fait par le logiciel R version 4.4.0 ainsi que la présentation graphique des résultats ont été réalisés à l'aide de Microsoft Office Excel 2019.

Pour chaque paramètre, la moyenne arithmétique des valeurs individuelles a été calculée, accompagnée de l'écart type et de l'erreur standard à la moyenne (ESM), permettant d'évaluer la dispersion des données.

L'interprétation statistique des résultats repose sur le seuil de signification suivant :

- $P < 0,001$: Différence hautement significative (***)
- $P < 0,01$: Différence très significative (**)
- $P < 0,05$: Différence significative (*)
- $P > 0,05$: Différence non significative

Chapitre IV

Résultats et discussion

Cette étude a pour but d'évaluer l'impact de l'huile essentielle de Lentisque pistachier à deux doses (400 μ l/Kg et 600 μ l/Kg), sur l'architecture histologique des testicules de lapins mâles prépubères, appartenant à la lignée synthétique et âgés de 50 jours.

Notre étude repose sur deux volets distincts : d'une part, une analyse macroscopique au cours de laquelle nous avons évalué diverses variables telles que le poids vif des sujets, la masse et le volume des testicules ; d'autre part, une analyse microscopique (histologique) portant sur les structures testiculaires des lapins.

1. Résultats de l'étude macroscopiques

Les lapins ont été pesés avant (J0) et après (J7) l'administration de l'huile essentielle de Lentisque pistachier à deux doses différentes ; dose 1 (400 μ l/kg) et dose 2 (600 μ l/kg). Ce qui a permis de suivre leur croissance pondérale.

Les valeurs obtenues pour tous les paramètres étudiés sont exprimées, sous forme de moyenne \pm erreur standard à la moyenne (ESM), afin de refléter la variabilité interindividuelle au sein de chaque groupe expérimental.

1.1 Evolution des poids corporels

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

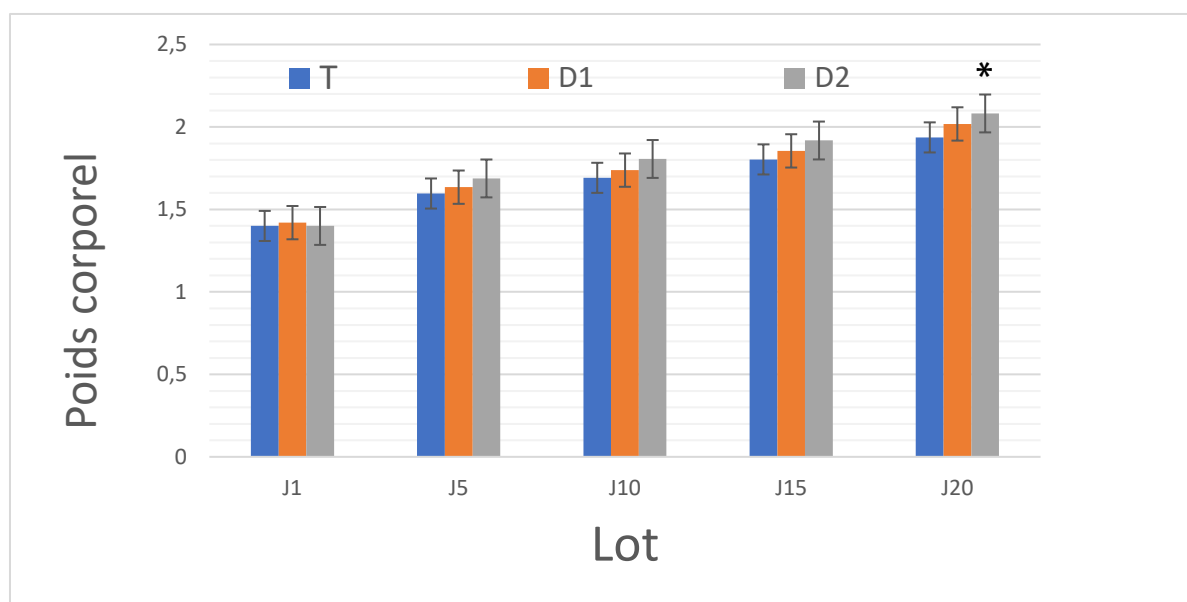


Figure 31 : Représentation graphique de l'évolution du poids corporel des lapins traité par l'huile essentielle de Lentisque pistachier

T : Témoin ; D1 : 400 μ l/kg ; D2 : 600 μ l/kg ; J0-J20 : La Période du traitement ;

* : Une différence significative

Nous avons constaté que le poids corporel chez tous les lapins augmente en fonction du temps jusqu'au jour 20.

Le poids corporel final des lapins témoins après le traitement final est de $1,94 \pm 0,09$ alors que chez ceux traités avec la dose 1 (400 $\mu\text{l/kg}$) est de $2,02 \pm 0,041\text{g}$, par contre chez ceux traités par la dose 2 (600 $\mu\text{l/kg}$) elle est de $2,08 \pm 0,03\text{g}$

Le graphique illustre clairement une progression des poids vifs des lapins mâles prépubères après la fin du traitement par l'huile essentielle de Lentisque pistachier, en soulignant que les valeurs moyennes du poids vif des lapins traités avec la deuxième dose (600 $\mu\text{l/kg}$) sont supérieures à celles des lapins traités avec la première dose (400 $\mu\text{l/kg}$), montrant ainsi une augmentation significative par rapport au lot des lapins témoins.

Anova a montré que les valeurs moyennes du poids corporel final sont significativement supérieures ($p\text{-value} < 0.05$) chez les lapins traités par la dose 2 par rapport aux autres lots, alors que ces valeurs étaient non significatives avant traitement ($p\text{-valeur} > 0.05$)

1.2 Evolution du poids gonadique

Le poids des testicules a été utilisé comme indicateur morphologique de l'activité gonadique. Cette mesure permet d'évaluer de manière globale le développement et l'état fonctionnel des glandes sexuelles des lapins mâles.

1.2.1 Poids des testicules droits et gauches

Le graphique ci-dessus (Figure 32) illustre la variation du poids moyens des testicules droits (PTD) et gauches (PTG), chez les lapins mâles prépubères répartis en trois lots en fonction de la dose administrée d'huile essentielle de Lentisque pistachier : témoin (T), D1 (400 $\mu\text{l/kg}$) et D2 (600 $\mu\text{l/kg}$)

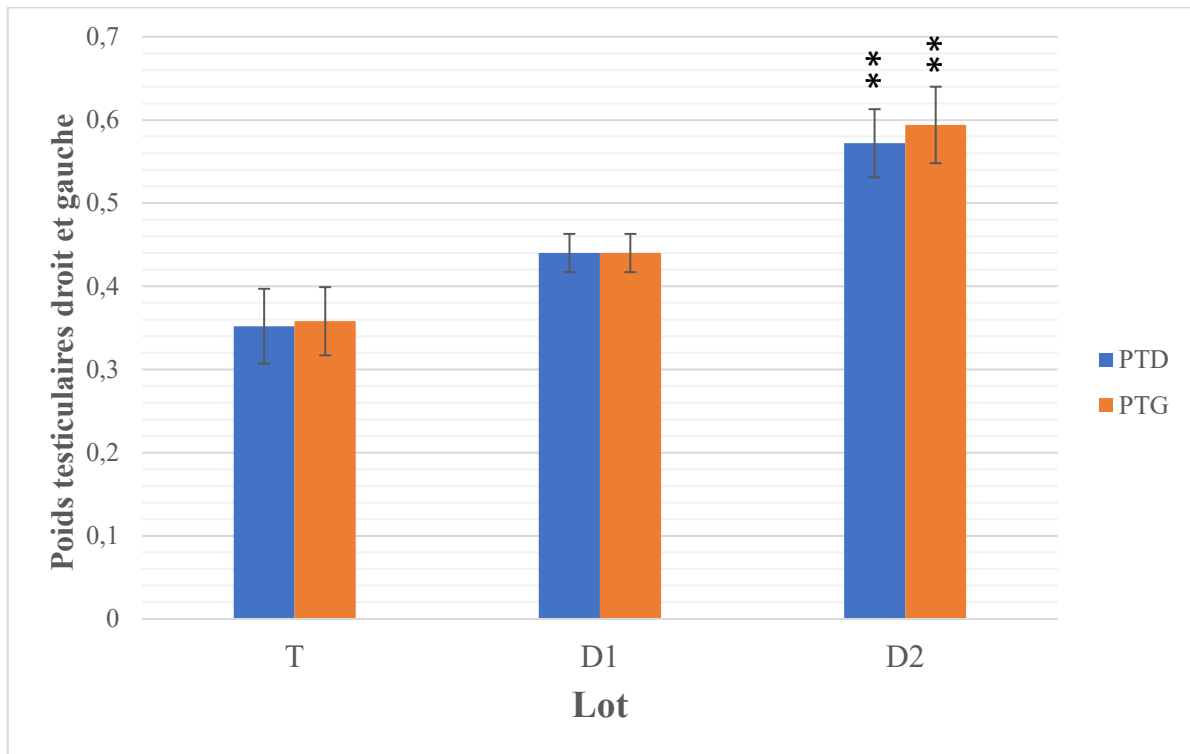


Figure 32 : Représentation graphique de l'évolution du poids moyen des testicules droits et gauches des lapins mâles prépubères traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier.

T : Témoin ; **D1 :** 400µl/kg ; **D2 :** 600µl/kg ; **PTD :** poids testiculaire droit ; **PTG :** poids testiculaire gauches.

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

Les valeurs moyennes des poids entre les testicules droits et gauches sont globalement similaires dans l'ensemble des lots avec une tendance à un poids légèrement supérieur du testicule gauche par rapport au droit, à la fois chez les lapins témoins et ceux traités à la dose D2. Néanmoins, l'écart entre les poids moyens de l'ensemble des testicules droit et gauche entre les différents lots met en évidence une augmentation dans le lot traité à la dose D2 par rapport aux autres lots, cette différence est statistiquement très significative avec des p-values respectives de ($p=0,00645$) pour le testicule droit et de ($p=0,00318$) pour le testicule gauche entre D2 et T.

1.2.2 Poids total des testicules

Le poids testiculaire total des lapins mâles prépubères traités par l'huile essentielle de Lentisque pistachier est représenté dans la Figure 33.

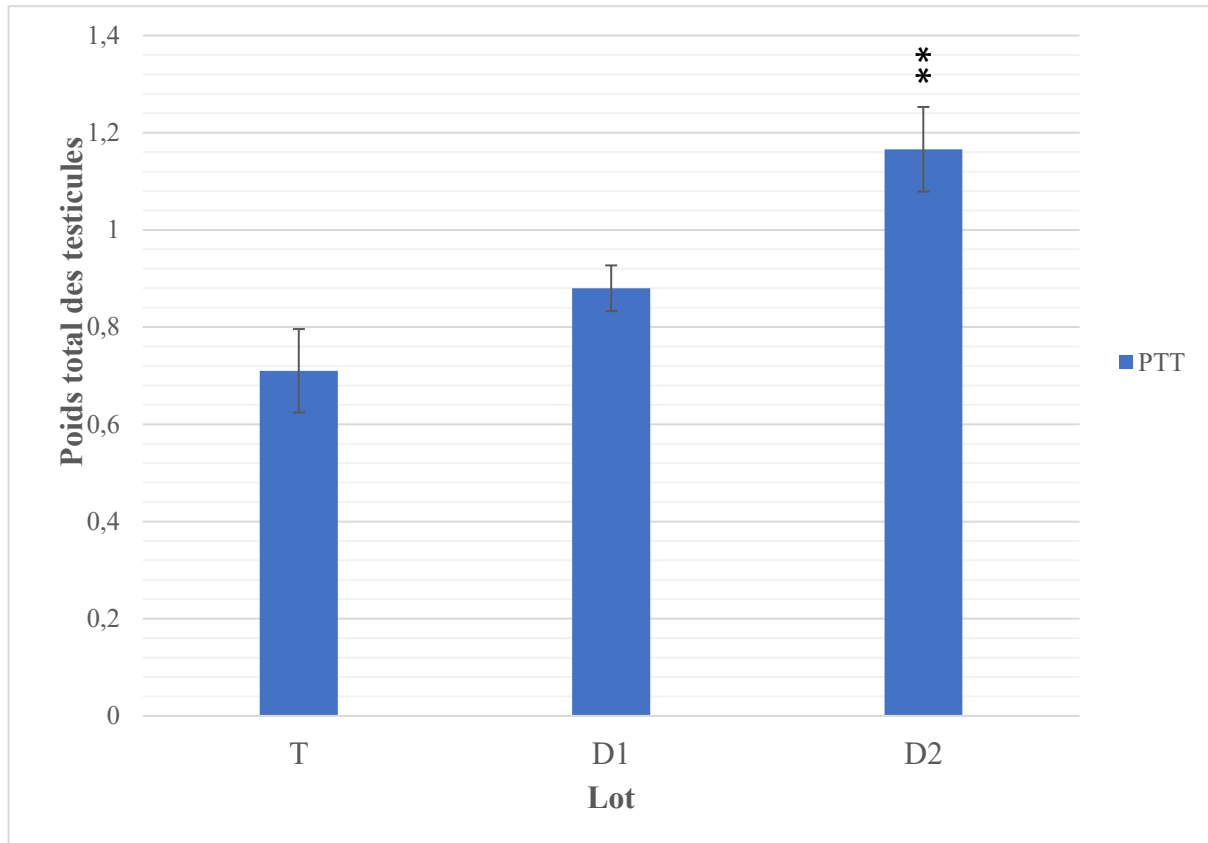


Figure 33 : Représentation graphique montrant l'évolution du poids total des testicules des lapins mâles prépubères administrés par l'huile essentielle de Lentisque pistachier.

T : Témoin ; **D1 :** 400µl/kg ; **D2 :** 600µl/kg ; **PTT :** poids testiculaires total.

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

L'administration de l'huile essentielle de Lentisque pistachier a induit une augmentation progressive du poids total des testicules chez les lapins mâles prépubères où le poids moyen observé passe de $0,71\pm 0,086$ g chez le lot témoin à $0,88\pm 0,047$ g dans le lot recevant 400 µl/kg (D1), pour atteindre $1,166\pm 0,087$ g chez le lot traité à 600 µl/kg (D2) ; cependant cette évolution met en évidence un effet dose-dépendant.

L'évaluation statistique des écarts entre les groupes a mis en évidence une différence très significative des poids testiculaires totaux ($P = 0,00392$), traduisant une amélioration progressive en fonction des doses administrées.

1.2.3 Poids relatifs des testicules

Le graphique suivant (figure34) présente les moyennes du poids relatif des testicules, exprimées pour 100 g de poids corporel, chez les lapins mâles prépubères soumis à deux doses différentes d'huile essentielle de lentisque pistachier.

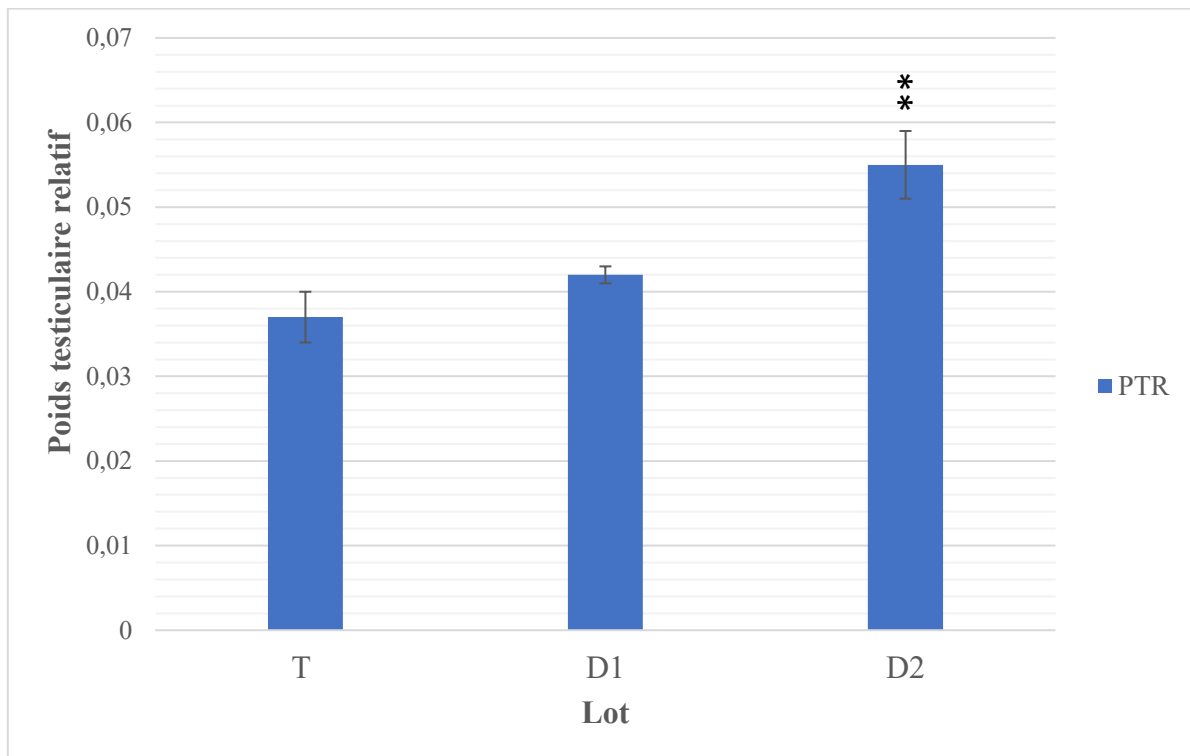


Figure 34 : Représentation graphique du poids relatif des testicules des lapins mâles prépubères traité par l'huile essentielle de Lentisque pistachier.

T : Témoin ; D1 : 400µl/kg ; D2 : 600µl/kg ; PTR : poids testiculaires relatifs.

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

Nous avons constaté une variation du poids relatif testiculaire en fonction des doses administrées d'huile essentielle de lentisque pistachier, le poids relatif moyen est plus faible dans le groupe témoin qui est de $0,037 \pm 0,003$ g, puis augmente progressivement avec les doses de traitement, où il atteint $0,042 \pm 0,01$ g au niveau du lot D1 (400 µl/kg) et culmine à $0,055 \pm 0,004$ g dans le lot D2 (600 µl/kg), cette progression traduit une influence notable des doses administrées sur le développement testiculaire.

Ces multiples comparaisons des variations des moyennes ont révélé une différence très significative ($p=0,00705$) entre D2 et T.

2. Résultats de l'étude microscopique

À la naissance, l'animal dispose d'un stock de cellules souches peu élaborées qui sont appelées les spermatogonies et le cycle spermatogénique représente l'ensemble des divisions et des différenciations cellulaires qui aboutissant à la formation des spermatozoïdes (Boussit, 1989).

La structure histologique des testicules révèle une variabilité entre les lapins de lot témoin et les lapins des lots traités par l'HE du Lentisque pistachier avec la dose 1 (400 µl/kg) et avec la dose 2 (600µl /kg).

2.1 Histologie des testicules des lapins témoins

L'observation microscopique révèle une organisation testiculaire des lapins mâles prépubères témoins au grossissement 100 et 400, caractérisés par des tubes séminifères bien individualisés, entourés d'une membrane basale distincte et présentant une lumière peu développée voire absente, traduisant une activité spermatogénique faible.

En effet, au fort grossissement 40x10, l'épithélium germinatif est primitif et donc apparaît comme un agencement cellulaire ordonné par des spermatogonies arrondies à chromatine clair, adhérents à la lame basale, des cellules de Sertoli, peu de spermatocytes I sont observés, localisés plus vers le centre des tubes et se distinguent par des noyaux volumineux.

L'espace interstitiel richement vascularisé contient des cellules de Leydig aux noyaux ronds, clairs et de grande taille (figure 35).

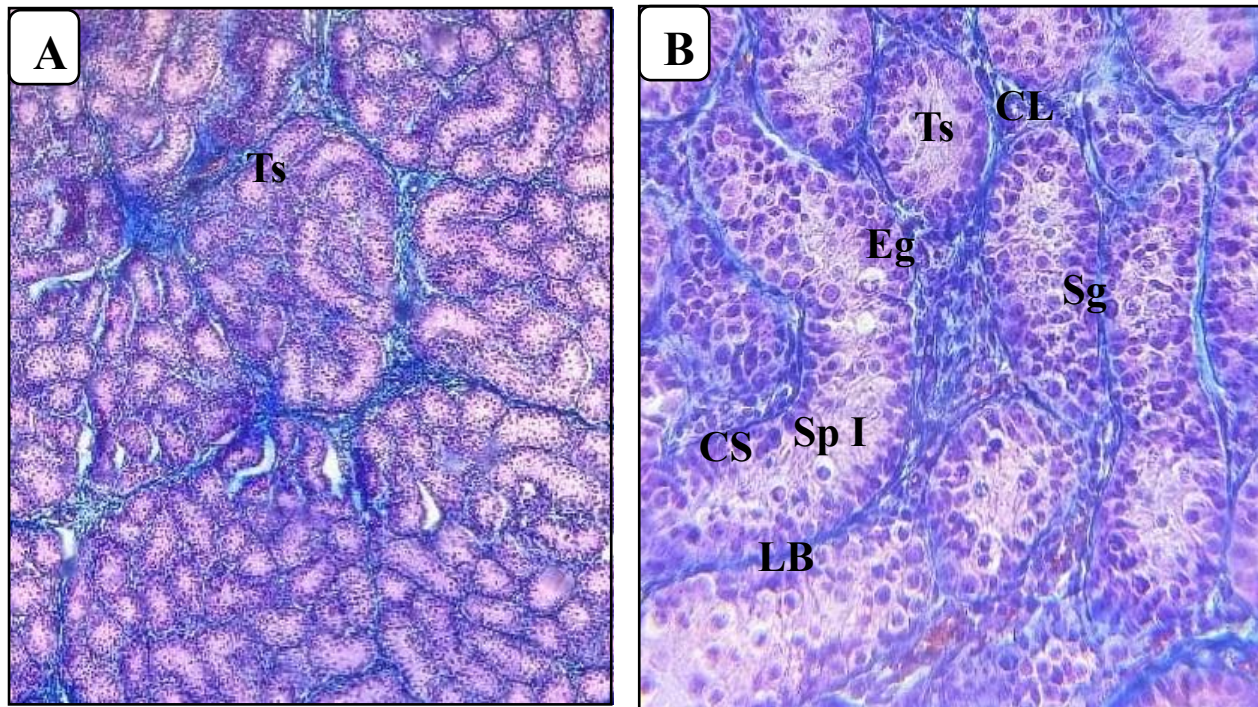


Figure 35 : Microscopie de coupe histologique au niveau du testicule des lapins mâles prépubères témoins au grossissement x10 et x40.

A : grossissement x10 ; **B** : grossissement x40 ; **LB** : Lamelle basale ; **Eg** : Epithélium germinatif ; **Ts** : Tube séminifère ; **Sg** : Spermatogonies ; **CS** : Cellule de Sertoli ; **CL** : Cellule de Leydig ;

Sp I : Spermatocyte I.

2.2 Histologie des testicules des lapins traités par l'huile essentielle de lentisque pistachier à la dose 1 (400 µl/kg) et à la dose 2 (600 µl/kg)

L'observation des coupes histologiques des testicules des lapins traités par l'huile essentielle de lentisque pistachier révèle une structure histologique de base similaire à celle des témoins. Cependant, chez les lapins ayant reçu la dose D1 (400 µl/kg), on note le début de la formation de la lumière dans certains tubes séminifères, accompagnée d'un diamètre tubulaire globalement plus important et un espace interstitiel plus marqué par rapport aux témoins. De plus, le nombre de spermatocytes I est plus élevé dans l'ensemble des tubes séminifères.

Alors que chez les lapins traités avec la dose D2 (600 µl/kg), la lumière des tubes séminifères est encore plus large, et le nombre de tubes séminifères contenant cette lumière augmente également, on observe une augmentation du nombre et la taille de spermatocytes I qui sont clairement en phase d'accroissement par rapport aux lots Témoin et D1 et qui sont disposés en périphérie de la lumière, de plus l'apparition de quelques spermatides qui se présentent avec une chromatine claire et des petits noyaux foncés ainsi qu'un tissu conjonctif

plus développé que dans les autres lots témoignant d'une activité plus marquée des tubes séminifères et d'une stimulation plus importante de la spermatogenèse (figure 36).

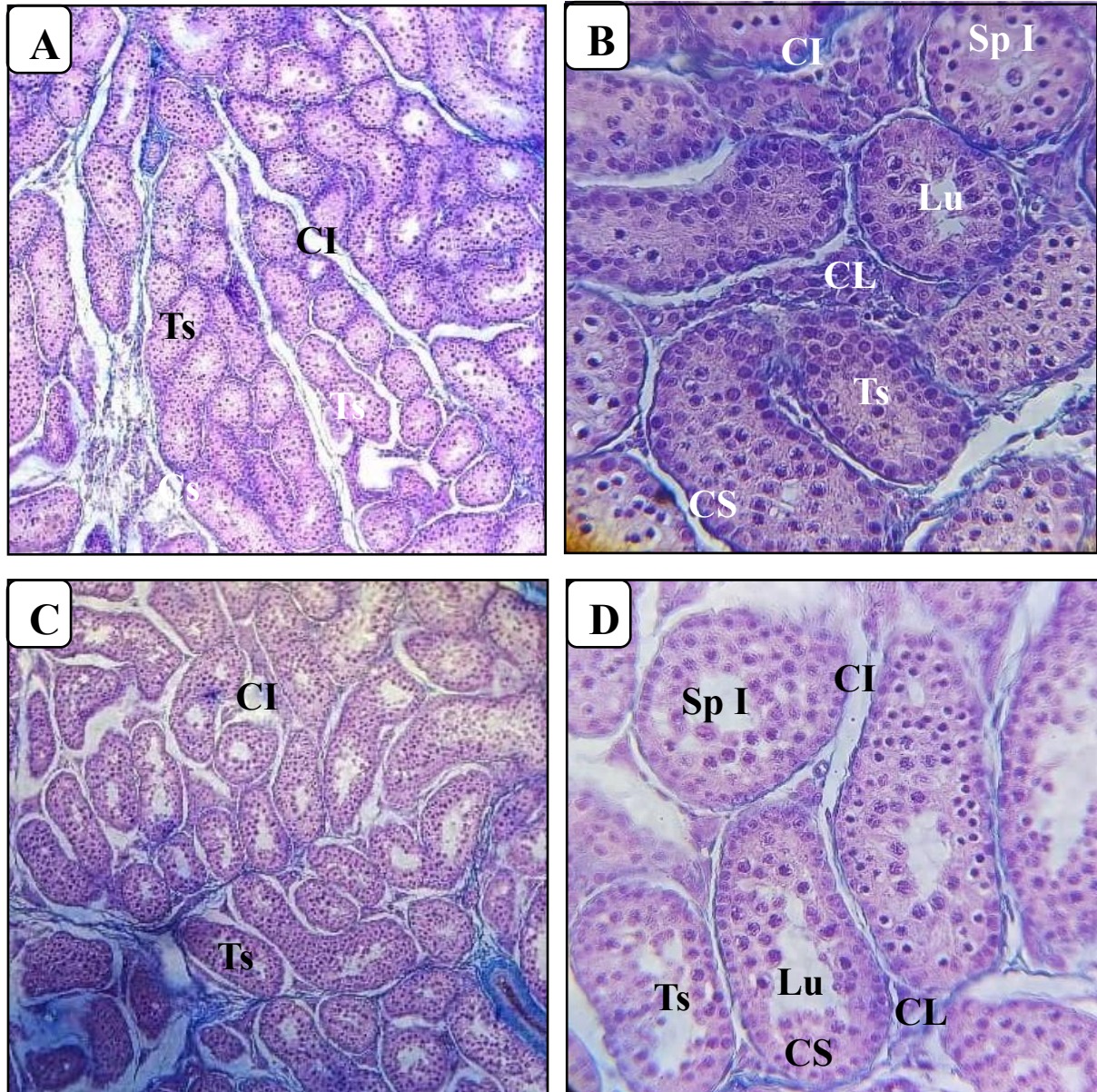


Figure 36 : Microscopie de coupe histologique au niveau de testicule des lapins mâles prépubères traités par l'huile essentielle de lentisque pistachier avec la dose1 (400 μ l/kg) et la dose 2 (600 μ l/kg) au grossissement x10 et x40.

A : D1 (400 μ l/kg) au grossissement x10 ; **B :** D2 (600 μ l/kg) au grossissement x40 ;

C : D1 (400 μ l/kg) au grossissement x10 ; **D :** D2 (600 μ l/kg) au grossissement x40 ;

Lu : Lumière ; **Ts :** Tube séminifère ; **Sp I :** Spermatocyte I ; **CI :** Compartiment Interstitiel ;

CS : Cellule de Sertoli ; **CL :** Cellule de Leydig.

3. Discussion des résultats

Les résultats parvenus dans cette étude mettent en évidence des modifications au niveau des poids corporel et des poids testiculaires, ainsi que des altérations au niveau des structures testiculaires des lapins prépubères traités par 2 doses différentes de l'huile essentielle de Lentisque pistachier.

3.1 Paramètres macroscopiques

D'une part nous avons constaté qu'il y a une augmentation importante en ce qui concerne les poids corporels vif chez les lapins traités par les deux doses de l'huile essentielle par rapport aux témoins. D'autre part, les lapins traités par la dose 2 de l'huile essentielle présentent une valeur plus importante par rapport à ceux traités par la dose 1 de l'huile en question.

Les effets de deux huiles (Romarin à Verbénone et Sauge Officinale) sur les paramètres macroscopiques (poids vif, poids totale et volume) sont plus élevés respectivement chez les lapins traités par huile essentielles dose 2 puis dose1 par rapport aux témoins, cependant l'huile essentielle romarin à verbénone présente des valeurs plus élevées que l'huile de sauge officinale. (Nessah et Zaatri ; 2018).

Le poids corporel et le poids et le volume des testicules des lapins âgés de 1 et 5 mois (pré pubères et pubères) sont plus élevés chez les lapins traités par la menthe poivrée et chez les lapins traités par la dose 2 par rapport aux lapins traités par la dose 1 (Ould Slimane et Hani ; 2018).

3.1.1 Poids corporels

Selon Piles et *al.* (2003), la croissance pondérale d'un animal est un caractère extrêmement variable en fonction des facteurs génétiques, alimentaire 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 (Vézinhet, 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).

Nos résultats qui montrent que l'augmentation de la dose est en corrélation avec l'augmentation du poids corporel, corroborent avec ceux obtenus par (Badaoui et Djera, 2019 ; Abdi et Meziani, 2019), sur les huiles essentielles de la Menthe poivrée et du Romarin à verbénone qui ont engendré une hausse des poids corporels.

Les recherches de Nantia et *al* (2007) ; Soy et *al* (2018), ont montré que le poids corporel des rats accroît avec le temps suite à un traitement par les extraits éthanolique des feuilles de *Mentha piperita* pendant 60 jours et méthanolique de la baselle appelée également épinard de Malabar « *Basella alba L* » à la dose de 80µl pendant 30 jours qui ont utilisés respectivement.

Kuçukyilmez et *al.* (2017) soulignent une augmentation du poids corporel de 47et 83g chez les oiseaux nourris avec 24et 48mg d'huile essentielle de lavande pendant 60 jours sans consommation d'aliments supplémentaires, cette huile pourrait être considérée comme un facteur de croissance.

3.1.2 Poids testiculaire

Les variables macroscopiques des testicules comme le poids, le volume ou la circonférence scrotale ont été considérées comme des marqueurs de la maturité sexuelle chez divers mammifères (Schinckel et *al.*, 1983 ; Salhab et *al.*, 2001 ; Mandal et *al.*, 2004).

L'augmentation du poids testiculaire serait due probablement à une prolifération cellulaire au niveau des tubes séminifères suite à une augmentation importante de la testostérone plasmatique (Garcia-Tomas et *al.*, 2007).

Selon Allrich et *al.* (1983), une augmentation de la taille des testicules est due à l'augmentation du diamètre et de la largeur du tubule séminifère et l'augmentation du nombre de cellules de Leydig

Nos résultats sur le développement du poids des testicules des lapins âgés de 50 jours sous l'effet de l'huile essentielle du Lentisque pistachier à deux doses différentes (400 µl/kg et 600 µl/kg), corroborent avec ceux obtenus par Haeri et *al.* (2006) sur l'effet de différentes huiles essentielles sur la fertilité des rats mâles comme l'huile essentielle de la sarriette (*Satureja khuzestanica*), cette huile essentielle a été administrée par voie orale à des doses de 75, 150 et 225 mg / kg / jour pendant 45 jours, une amélioration a été constatée dans tous les paramètres évalués tels que la puissance, la fécondité et l'indice de fertilité.

D'autres études ont été faites sur les effets modulateurs de la consommation journalière d'huile de *Nigella Sativa* à une dose de 0,4 ml sur la fertilité des rats mâles adultes à travers les mesures du poids des testicules, qui ne présente aucune différence significative en comparaison avec le groupe témoin (Shérif et *al.*, 2013).

2.2 Paramètres microscopiques

Les résultats de la présente étude ont montrés que la structure histologique des testicules des lapins traités par l'huile essentielle « menthe poivrée » révèlent à la dose de 400 µl /kg (D1), l'apparition des premiers spermatocytes (cellules arrondies volumineuses au noyau souvent en méiose) dans certains tubes séminifères par rapport au groupe témoins, tandis que la dose de 600 µl /kg a entraîné l'apparition des spermatocytes 2 et la mise en place de la lumière dans tous les tubes séminifères.

Selon Nassem et *al.* (1998), des extraits de graines de la margose appelée aussi melon amer « *Momordica charantia* » testés chez des rats pendant 35 jours ont montré une augmentation du poids épидидymaire, ce qui suggère que cet extrait possède des propriétés androgéniques. Par ailleurs, l'extrait aqueux de la graine de l'illipe nommée aussi arbre à beurre « *Madhuca latifolia* » a été administré à des rats albinos mâles à la dose de 2 g/kg pendant 21 jours. Le résultat a montré une réduction significative du poids des testicules, épидидyme, vésicule séminale et nombre de spermatozoïdes et le taux de testostérone. L'étude a révélé que cette graine est un puissant agent antispermatozoïque (Gopalkrishnan et Shimpi., 2011).

L'extrait de Menthe verte « *Mentha spicata* » (à la dose de 20 g /l pendant 35 jours) provoque une diminution significative du poids des testicules, épидидymes, vésicule séminale et prostate. Tandis qu'à la dose de 40g/l pendant 25jours, elle a causé une diminution significative de LH sérique, FSH, testostérone et taux des spermatozoïdes au niveaux de l'épididyme (Kumar et *al.*, 2000).

Une autre étude sur l'effet de l'extrait aqueux de *nigella sativa* sur la fertilité des rats mâles albinos a une dose de 300mg /kg qui a entraîné des effets tel qu'une augmentation du nombre des spermatocytes I et II et l'augmentation du nombre des cellules de Leydig ce qui reflète l'augmentation des taux d'androgènes (Mukhallad et *al.*, 2009).

En effet l'action combinée de la FSH et de la testostérone induite par la LH assure le bon déroulement de la spermatogenèse (Kerr, 1991). La LH stimule les cellules de Leydig afin de

secréter les androgènes en particulier la testostérone tandis que la FSH stimule les cellules de Sertoli pour sécréter l'ABP. La testostérone et l'ABP s'unissent dans les tubes séminifères pour stimuler le développement et la différenciation des cellules germinales (El Gaafary, 1994 ; Yaseer *et al.*, 2012).

L'activation des cellules de Sertoli par la FSH, qui sont des cellules reconnaissables grâce à leurs noyaux de formes irrégulières (forme conique, pyramidale, ou triangulaire), émettent des expansions qui se prolongent jusqu'au centre du tube séminifère et induit à la synthèse de nombreux facteurs tels que ; le facteur mitogène (SGF), stimulant la mitose des spermatogonies et l'IGF-1 qui simule la maturation des spermatocytes (Rey *et al.*, 1993).

Cependant l'augmentation des androgènes est confirmée par l'augmentation du nombre de spermatocytes (I et II) et des spermatides observées chez les groupes traités, car ces stades sont complètement dépendants des androgènes (Dym *et al.*, 1979).

Conclusion

Au terme de notre travail sur les effets de l'huile essentielle de Lentisque pistachier à deux doses différentes (400µl/kg et 600µl/kg) sur la structure testiculaire des lapins mâles prépubères de la souche synthétique.

En effet, le poids corporel, poids et volume 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 µl/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 dans les testicules on observe que le nombre et la taille des spermatocyte 1 (auxocytes) est plus grand chez les lapins traités à la dose 2, pareillement pour les spermatides rondes qui n'apparaissent que chez ces derniers.

Le Lentisque pistachier a donc induit un développement dans la structure testiculaire chez les lapins traités par la dose 2 (600µl/kg) mais aussi chez ceux traités par la dose 1 (400 µl/kg) mais qui devient plus importantes chez ceux traités par la plus grande dose.

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

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

Réaliser cette étude dans un temps plus large et des doses plus élevées sur un effectif plus grands ;

Réaliser une étude histomorphométrique afin d'étudier les effets de lentisque pistachier sur des paramètres microscopiques comme le diamètre des tubes séminifères, la hauteur des cellules épithéliales et le volume des tubes épидидymaires ;

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 ;

Suivre les variations hormonales comme le taux de testostérone, FSH et LH ainsi que le dosage des paramètres biochimiques pour appuyer les résultats obtenus.

Références bibliographiques

A.

Abdi T. et Meziani F. (2019). Effet de deux huiles essentielles ; Menthe Poivrée et Romarin à Verbénone à de doses différentes (300µl/kg ; 400µl/kg) sur les structures gonadiques (testicules et épидидymes) chez les lapins mâles infantiles. Mémoire de Master en Biologie et physiologie de la reproduction, Département de Biologie, UMMTO : 94p.

Abraham L. K. (2006). Histologie et biologie cellulaire : une introduction à l'anatomie pathologique. Boeck université rue du Minimes p.529.

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 bêta-hexosaminidase a deficiency. J. Androl. 20 : pp : 803-824

Aït Youssef M. (2006). Plantes médicinales de Kabylie Préface du docteur Jean-Philippe Brette Ibis Press Paris. 333-337 p

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 pp : 554-564.

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. Biology of Reproduction. Vol. 28. (4), 902-909

Alvarino M. R. (1993). Control de la reproduction en el Conejo. 1er éd., RYDA, Mund prensa Madrid, pp.137.

Alvarino J. M. R. (2000). Reproductive performance of male rabbits. In: Proc. 7th World Rabbit Congr., Valencia Jul., 2000, vol. A, 13-35.

Amann R. P. (1993). Physiology and Endocrinology. Physiology and Endocrinology. In: McKinnon AO, VOSS JL (eds), Equine Reproduction (1ed.), Lea & Febiger eds, Philadelphia: 1137-1154.

B.

Badaoui L. et Djera K. (2019). Étude préliminaire sur les effets des huiles essentielles de la Menthe poivrée et du Romarin à Verbénone à deux doses différentes (200µl/kg et 300µl/kg) sur

la structure des testicules et des épидидymes des lapins mâles infantiles de la population blanche. Mémoire de Master en Biologie et physiologie de la reproduction, Département de Biologie, UMMTO : 104p.

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.

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. From the Department of Anatomy and Cell Biology, McGill University, Montreal, Quebec, Canada. *Journal of Andrology*, Vol. 23, No. P 370

Barone R. (1978). Anatomie comparée des Mammifères domestiques : Tome 3 : Splanchnologie 2 : Appareil uro-génital, foetus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale. Paris : Vigot. -896p.

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

Bell, Diana. J. et Susan M. (1984). Effects of female urine on growth and sexual maturation in male rabbits. *Journal of Reproduction*.

Bellakhdar J. (1997). La Pharmacopecie Marocaine Traditionnelle : Medecine Arabe Et Savoirs Populaires. Editions Le Fennec, (Ed.) (Eds.), Ibis Press, Casablanca, Morocco : 764p

Benmehdi I. (2012). Contribution à une étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia lentiscus* du littoral de Honaine (Tlemcen, Algérie occidentale). Mémoire de Magister. Université ABOU BAKR BELKAID-TLEMCCEN.

Berger M., Jean-Faucher C.H., De-Turckheim M., Veysiere G., Blanc M.R., Poirier J.C. et Jean C. (1982). Testosterone, luteinizing hormone (LH) and follicle stimulating hormone (FSH) in plasma rabbit from birth to adulthood. Correlation with sexual and behavioural development. *Acta Endocrinol.* 99 : 459-465

Boerke, A., Dieleman, S.J. et Gadella, B.M. (2007). Un rôle possible de l'ARN du sperme dans le développement précoce de l'embryon. *Thériogénologie* 68 (Suppl. 1)

Bonnes G., Desclaude J., Desclaude J., Drogoul C., Gadoud R., Jussiau R., Le Loc'h A., Montémas L. et Robin G. (2005). Reproduction des animux d'élevage. 2ème Ed. Educagri: 407p.

Bonsignore, L., Cottiglia, F. et Loy, G. (1998). Activité antimicrobienne de la partie aérienne de *Pistacia lentiscus*. *Fitoterapia*, 69, 537-538.

Boussit D. (1989). Reproduction et insémination artificielle en cuniculture chez le lapin. Edité par l'association française de cuniculture ; Diffusion Lavoisier TEC et DOC : 240p.

C.

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

Chouder C et Drici O. (2019). Etude de l'activité insecticide des extraits du pistachier lentisque *Pistacia lentiscus* L. contre *Rhyzopertha dominica* Coloeoptera: Bostrichidae, Mémoire du master en sciences agronomiques, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B B-A, 46 p.

Christiansen P., Andersson A.M., Skakkebaek N.E. et Juul A. (2002). Serum inhibin B, FSH, LH and testosterone levels before and after human chorionic gonadotropin stimulation in prepubertal boys with cryptorchidism. *European Journal Endoc.*, vol. 147 : 95 101.

Clos J. et Muller Y. (1997). La reproduction (Gonades, gamètes et fécondation). Edition Nathan, Paris : 9-31.

Cooper, T. G. (1998). Interactions between epididymal secretions and spermatozoa. *J Reprod Fertil Suppl* 53 : 119-136.

Cornwall G.A., and Hsia N. (2003). A new subgroup of the family 2 cystatins. *Mol CellEndocrinol.*, vol. 200 : 1-8 p.

Cornwall G.A. (2009). New insights into epididymal biology and function. *Hum. Reprod. Upd.* 15 : 213-227.

D.

Da Silva N., Cortez-Retamozo V., Reinecker HC., Wildgruber M., Hill E., Brown D, Swirski FK., Pittet M.J. et Breton S. (2011). A dense Network of dendritic cells populates the murine epididymis *Reproduction* 141(5): 653-663.

Dadoune J.P., Hadjiisky P., Siffroi J.P. et Vendrely E. (1990). Histologie. Edition Médecinescience Flammarion, Paris : pp 333-348.

Dadoune J. (1992). « Le transit epididymo-deferentiel ». *Andrologie* 2 (2) : 44-47.
<https://doi.org/10.1007/BF03034213>

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

Dadoune J.P. et Demoulin A. (2001). Structure et fonction du testicule in Thibault C. et Levasseur M.C. (2001). La reproduction chez les mammifères et chez l'homme. Edition INRA, Paris : 256-289.

Dym M.R., Raj H.G.M., Lin Y.C., Chemes H.E., Kotitie N.J., Nayfeh S.N., et French F.S. (1979). Is FSH required for maintenance of spermatogenesis in adult rats. *J. Reprod. Fertil.*, vol. 1. (26), 175-181.

E.

El-Gaafary M.N. et Marai F.M. (1994). Artificial insemination in rabbits. Options Méditerranéennes. Série A. pp : 95-107.

Ewoula E.O. et Equnike G.N. (2010). Effects of dietary fumonisin B1 on the onset of puberty, semen quality, fertility rates and testicular morphology in male rabbits. *Reproduction.*, vol. 139 :439-45.

F.

Fawcette D D.W. et Burgos M.H. (1956). Observation on the cutomophosis of the germinal and interstitial cells of the human testes in: Ciba fondation colloquium on Agein, vol.2, p86.

Fennane M., Ibn Tattou M., Ouyahya A. et Oualidi J. (2007). Flore Pratique du Maroc : Manuel de Détermination des Plantes Vasculaires. Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, série botanique : Vol. 2, No. 38. p 250.

Flück C. E. et Pandey A. V. (2014). Steroidogenesis of the testis *Annales d'Endocrinologie*, 75(2), 40-47.

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

Fortun-Lamothe, L., Gidenne, T., Lebas, F., Savietto, D., Dorchies, P., Duperray, J. et Davoust, C. (2015). Nutrition et alimentation. Le lapin. De la biologie à l'élevage, 152-196.

Franchomme P. (2015). La science des huiles essentielles médicinales. Guy Trédaniel, Paris. P. 580

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

G.

Gacem M., Zerrouki N. et Lebas F. (2009). Comparaison des performances de production d'une Souche synthétique de lapin avec deux populations locales disponible en Algérie. 13^{ème} journée de la recherche Cunicole, 17-18 novembre. France.

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

García-Tomás, M., J. Sánchez, et M. Piles. (2009). Postnatal sexual development of testis and epididymis in the rabbit: Growth and maturity patterns of macroscopic and microscopic markers. *Theriogenology*, vol.71 : 292-301.

Gardeli C., P. Vassiliki, M. Athanasios, T. Kibouris. et M. Komaitis. (2008) "Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts," *Food Chemistry*, vol. 107, no. 3, pp. 1120–1130.

Garreau Hervet, Michèle T.C. et Thierry. G. (2015). Anatomie, taxonomie, origine, évolution et domestication In book : Le lapin : de la biologie à l'élevage. (p p.14-37) : Quae Editions

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

Gianinetti M. (1984). L'élevage rentable des lapins. Paris : De Vecchi Editions. 191 p.

Girouard J. (2009). Rôle des domaines membranaires rafts dans le transfert et la compartimentation des protéines impliquées dans la maturation épидидymaire des spermatozoïdes bovins. 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: 39-50.

Gopalkrishnan B. et Shimpi N.S. (2011). Effet anti-fécondité de l'extrait de graine de machridure de *Madhuca latifolla* (Roxb.). *Revue internationale de biologie appliquée et de technologie pharmaceutique.* 2 (4) : 49-53.

Grassé P. P. (1949). *Traité de zoologie Anatomie, Systématique, Biologie.* Ed. Masson et Cie, Paris : 979 p.

Grassé P.P. (1995). *Traité de Zoologie, anatomie, systématique, biologie : mammifères. Les ordres : anatomie, éthologie systématique Tome 17 fascicule2.* Paris : Masson et Cie. - 1170 p.

H.

Haeri S., Minaie B., Gholamreza A., Shekoufeh N., Khorasani R., Esmaily H., Salehnia A., et Adbollahi M. (2006). Effect of *Satureja khuzestanica* essential oil on male rat fertility. Elsevier, *Fitoterapia*, 77, 495-499.

Hamilton D.W. (1990). Anatomy of mammalian male accessory reproductive organs. In *Marshall's Physiology of Reproduction, reproductive in the Male.* Ed. GE Lamming. Churchill Livingstone, Edinburgh. 2 : 691-746

Hamon R., Thepot N. et Salaun G. (1999). *Biologie de la reproduction des mammifères d'élevage.* Editions Educagri : 132 p.

Heffner L. J. (2003). *Reproduction humaine.* Editions De Boeck Supérieur. P. 123

Hermo L., Adamali HI., Somani IH., Huang JQ., Mahuran D., Gravel RA, et Trasler JM. (2000). Iabnormalities in cells of the testis, efferent ducts and epididymis in juvenile and adult mice with bêta-hexosaminidase A and B deficiency. *J androl* 20,779-802.

Hermo L. et Robaire B. (2002). Epididymal cell types and their functions. In: Robaire B., Hinton B.T. The epididymes: From Molecules to Clinical Practice. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York: 81-102.

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) : 731-745.

Hochereau De Reviers M. H. Tet Royere D. (1996). Anatomie fonctionnelle du testicule adulte. In : Drosdowsky M.A, Belaich J. et Vermeulen A. : *Endocrinologie masculine*. Editions Doin, Paris : 35-46

Hoffer A.P., Hamilton D.W. et Fawcett D.W. (1973). The ultrastructure of the principal cells and intraepithelial leucocytes in the initial segment of the rat epididymis. *Anat. Rec.* 175 : 169-201.

Holtz W. et Foote H. (1978). The anatomy of the reproduction system in male dutchrabbits (*Oryctolagus cuniculus*) with special emphasis on the accessory sex glands. *J. Morphology.* 158 :1-20.

I.

Iauk L., Ragusa S., Rapisarda A., Franco, S. et Nicolosi V.M. (1996). In Vitro Antimicrobial Activity of *Pistacia lentiscus* L. Extracts: Preliminary Report. *Journal of Chemotherapy* 8, 207–209.

J.

Jardin A. et De Fourmestraux N. (1984). Anatomie de l'appareil genital masculin. In : Mauvais-Jarvis P., Schaison G., Bouchard P., Mahoudeau J. et Larbie F., Edition *Médecine de la reproduction masculine*, Flammarion Medecine/science, Montreal : 15-17.

Jégou B., Rolland A. et Albert O. (2014). Le testicule. In : saint-dizier m et chasant maillards. Editions quae. P752.

John K., Amory, and William J. et Bremner. (2003). Regulation of testicular function in men: implications for male hormonal contraceptive development. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, vol. 85 : 357-361.

Jones R., James P.S., Howes L., Bruckbauer A. et Klenerman D. (2007). Supramolecular organization of the sperm plasma membrane during maturation and capacitation. *Asian J. Androl.*, vol. 9 : 438–444.

Johnson, Martin H., et Everrit B. J. (2002). Mammifères, reproduction , physiologie In book : *Essential reproduction*. Oxford ; Boston : Blackwell Scientific Publications ; St. Louis : Distributeurs, États-Unis, Blackwell Mosby Book Distributors. P.54

Jordano P. (1989). Pre-dispersal biology of *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae): cumulative effects on seed removal by birds. Published By : Wiley. Vol. 55, No. 3 , pp. 375-386

Junqueira L.C. et Carneiro J. (2007). Basic histology Text et Atlas. Édition : 14^e. Éditeur : McGraw-Hill Medical. P 439-460

K.

Kerr J.B. (1991). Ultrastructure of the seminiferous epithelium and intertubular tissue of the human testis. *J. Electron. Microsc. Tech.* 19 : 215-240.

Klinfelter G. (2002). Actions of Toxicants on the structure and Function of the epididymis. In the epididymis From Molecule to Medical Practice. Edited by Robaire B and Hinton BT. New York: Kluwer Academic/olenum :353-369.

KORDALI S., ÇAKIR A., ZENGİN H. et DURU M. (2003). Antifungal activities of the leaves of three *Pistacia* species grown in Turkey. *Filoterapia*, 74 : 164-167.

Kuçukyılmaz K., Kigma Z., Akgag A., Çetinkaya M., Atalay H., ATEŞ A., Gursel F. E. et Bozkurt M. (2017). Effet of lavender (*Lavandula Stoechas*) essential oil on growt animal (47) No2 :178-186.

Kumar V., Kural MR., Pereira BMJ. Et Roy P. (2008). Spearmint induced hypothalamic oxidative stress and testicular anti-androgenicity in male rats – altered

L.

Lakabi L. (2017). Etude développement postnatal des structures gonadiques et qualité de la semence du lapin mâle de la population blanche. Thèse de doctorat en science biologiques, UMMTO, Algérie : 148 p

Lebas F., Coudert P., Rouvier R. et De Rochambeau H. (1984). Le lapin : élevage et pathologie. Ed. F. A.O., Rome : 298 p.

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. (2010). Biologie du lapin <http://www.cuniculture.info/Docs/indexbiol.htm>.

Leesson T.S. et Leeson R.C. (1976). Histologie. Masson. Barcelone Milan pages : 388-403.luminal content. Biol Reprod 61, 705-714.

Little T.V. et Holyoak Gr. (1992). Reproductive anatomy and physiology of the stallion. Vet Clin North Am Equine Pract, 8 (1), pp. 1 -29.

M.

Macari M. et Machado C. R. (1978). Sexual maturity in rabbits defined by the physical and chemical characteristics of semen. Labo. Anim. 12 : 37-39

Machline M., Bernard V., Marie K., Serge C. et René H. (1999). GnRH et récepteur du GnRH dans les gonades du rat : expression et régulation de leurs ARN messagers chez les fœtus et chez le mâle adulte, Thèse de doctorat, Endocrinologie et interactions cellulaires Université de Paris-Sud. Faculté de médecine (Le Kremlin-Bisêtre, Val-de-Mane) : 121-154.

Mandal D. K., Singh K. et Tyagi S. (2004). Age related changes in body size and gonadal development of growing Frieswal bulls. Indian J. Anim. Sci. 74 (1) : 31-34.

Mandon M. (2015). Isolement des cellules basales épидидymaires et caractérisation de nouvelles fonctions. Thèse de doctorat à Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique : 232p.

Mann T. et Parsons U. (1950). Studies on the metabolism of semen. 6. Role of hormones. Effect of castration, hypophysectomy and diabetes. Relation between blood glucose and seminal fructose. Biochemical Journal, vol. 46 (4) : 440-450.

- Marieb N.E. (2006).** Anatomie et physiologie humaines. 6ème éd. Renouveau pédagogique : 1096.
- Marthin H. J. et Barry J. E. (2001).** Reproduction. De Boeck, Paris : 298 p
- Martinet L. (1973).** Quelques aspects de la physiologie de la reproduction du lapin. Conférence, Session ITAVI Toulouse, sept : 1973.
- Martinet T. (1978).** Physiologie de la reproduction du lapin. Journée d'études CNRSINRA, Orléans, France.
- Martinez-Garcia F., Regadera J.Cobo P. Palacios J. Paniagua R, et Nistal M. (1995).** The apical mitochondria-rich cells of the mammalian epididymis. *Andrologia*. 27 :195-206.
- Martini D. (2003).** The isolation and characterisation of antibacterial compounds from *Combretum erythrophyllum* (Burch.) Sond. (Dissertation). University of Pretoria
- Martoja R. et Martoja M. (1967).** Initiation aux techniques de l'histologie animale. Eds Masson et cie, Paris, 343p.
- Micol D., Robelin J. et Geay Y. (1993).** Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscles chez les bovins en croissance et a l'engrais. *INRA Production Animale*. Vol 6 (1):6169.
- Migaud M., Dardente H., Keller M., Batallier M., Meurisse M., Pillon D., PRC., CNRS., IFCE.et INRA. (2016).** Contrôle neuroendocrinien de la reproduction chez les mammifères. Université de Tours, 37380, Nouzilly, France.
- Mitchell B. et Sharma R. (2005).** Embryologie. Editions Elsevier. Pp85.
- Moore H.P. et Kelly R.B. (1985).** Secretory protein targeting in a pituitary cell line: differential transport of foreign secretory proteins to distinct secretory pathways.*J. Cell. Biol.*,vol. 101 :1773 1781
- More D. and White J. (2005).** Encyclopédie des Arbres : Plus de 1800 Espèces et Variétés du monde, (Ed.), Flammarion : 18-24. Kurt R. and Nguyen DT, 1971. Chromatographie Sur couches Minces. Gauthier-villars.
- Mukhallad A., Mohamad A. et Hatham D. (2009).** Effects of Black Seeds (*Nigella Saitva*) on Spermatogenesis and fertility of Male Albino Rats. *Res J Med Med Sci*, 4 (2), 386-390.

Muller Y. et Clos J. (1997). La reproduction (Gonades, gamètes et fécondation). Edition Nathan, Paris : 9-31.

N.

Nantia E.A., Moundipa P.F., Beboy N.S., Mouses 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 u rat male. *Journal of andrologie*, N02 :129-133.

Nessah S. et Zaatri S. (2018). Etude des effets des deux huiles essentielles (Sauge Officinale et Romarin à verbénone) sur les structures gonadiques (testiculaire et épидидymaires) les lapins males pubère et pré pubère. Université Mouloud Mammeri ; Tizi-Ouzou. Algérie.

Nassem MZ., Patil SR. et Patil SB. (1998). Antispermatic and androgenic activities of *Momordica charantia* (Karela) in albinos rats. *Journal of ethnopharmacology*. Vol 61: 9-16.

Nguyen V. et Ferry N. (2007). La reproduction des vertébrés. Edition de boeck Université, pages 1-6, 55-63

Nguyen S.Y. et Bourouina R. (2008). Manuel d'anatomie et de physiologie (paris) :410- 458. Editions Lamarre.

O.

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

Ould Slimane. D et Hani S. (2018). Etude des effets de l'huile essentielle la menthe poivre sur les structure gonadiques (testiculaire et epididymaire) des lapins males infantile et pubère ; université Mouloud Mammeri ; Tizi-Ouzou ; Algérie.

Ouhayoun J. (1984). La composition corporelle du lapin : Facteurs de variation. *Productions Animales*, 2 (3), pp.215-226.

Oney A. et Jeffree C.E. (2000). Somatic Embryogenesis in Pistachio (*Pistacia Vera L.*), in: Jain, S.M., Gupta, P.K., Newton, R.J. (Eds.), *Somatic Embryogenesis in Woody Plants: Volume 6, Forestry Sciences.* Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 361–390. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3030-3_11

P.

Palacio, S., Milla, R. et Montserrat-Martí, G. (2005). A phenological hypothesis on the thermophilous distribution of *Pistacia lentiscus L.* *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 200, 527–534. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2005.06.004>

Piles M., Gianola D., Varona L. ET Blasco A. (2003). Bayesian inference about parameters of a longitudinal trajectory when selection operates on a correlated trait. *J. Anim. Sci.* 81, 2714–24.

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

Q.

Quezel, P. et Santa S. (1962). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.* Tome I, 1962. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.

Quezel P. et Santa S. (1963). *Nouvelle Flore de l'Algérie et des Région Désertiques Méridionales.* Paris C.N.R.S., 2 volumes, 1170p.

R.

Ramé., Alain., Sylvie T. et Héron N. (2007). *Anatomie et physiologie.* Elsevier Masson SAS, paris : 592 p.

Rey RA., Campo SM., Bedecarras P., Nagle CA. et Chemes H. E. (1993). Is infancy a quiescent period of testicular development Histology Cal, morphometric, and functional study of the somniferous tubules of the cebus monkey from birth to the end of: uberty. *J Clin Endocrinol Metab*; 76, 325-31.

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 and Neil. Raven Press, New-York.

Robaire B., Hinto B.T. et Orgebin-Cris M.C. (2006). The epididymis. In: Neill J.D. (ed *physiol of Reprod* third Edition. New York : Elsevier : 1071-1148.

Robaire B & Hinton BT. (2015). The epididymis. In *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction* (eds TM Plant & AJ Zeleznik), pp. 691– 771. Elsevier/Academic Press, Massachusetts.

Robert C. et Vincent P. (1995). *Biologie Physiologie Humaine*. Edition Vuibert, Paris : 700 p.

Roger T. (2002) *Anatomie comparée des animaux de laboratoire*. Lyon : ENV.p20.

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- 196.

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.

S.

Saez J. M. (1995). Leydig cells : endocrine, paracrine, and autocrine regulation. *Endocr* :547-626.

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. Pp 113.

Saint-Dizier Marie., Chastant-Maillard Sylvie. (2014). *La reproduction animale et humaine* 2.1.1 p.185.

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, body weight and parental size in growing ram lambs. *Small Ruminant Res.* 40 : 187-191.

Scanlon, V. C., et Sanders, T. (2007). Essentials of anatomy and physiology (5^a éd.). FA DAVIS. 624 P

Schinckel A., Johnson R. K., Pumfrey R. A. et Zimmerman D. R. (1983). Testicular growth in boars of different genetic lines and its relationship to reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 56 (5):1065–76.

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

Sens-Olive G. (1979). Les huiles essentielles - généralités et définitions », dans *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie*, éd. Maloine. P 101

Serre V. et Robaire B. (1999). Distribution of immune cells in the epididymis of the aging Brown Norway rat is segment-specific and related to the luminal content. *Biol. Reprod.* 61 : 705-714.

Setchell B.P., Maddocks S. et Brooks D.E. (1994). Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. *The physiology of reproduction* : 1063-1175

Shérif M., Sibghatullah S., Sree H., 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.

Shum W.W., Ruan Y.C. et Da Silva N. (2011). Establishment of cell-cell cross talk in the epididymis: control of luminal acidification. *J. Androl.* 32 :576-586.

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). *J. Reprod. Fert.* 14 : 151-154.

Smail-Saadoun N. (2002). Types stomatiques du genre *Pistacia* : *Pistacia atlantica* Desf.ssp. *Atlantica* et *Pistacia lentiscus* L. *Revue des sciences fondamentales et appliquées* 12. P. 369.

Soltner D. (1989). La reproduction des animaux d'élevage : 281. Edition Sciences et techniques agricoles

Soranzo L., Dadoune J.P. et Fain-Maurel M. A. (1982). Segmentation of the epididymal duct in mouse: an ultrastructural study. *Reprod. Nutr. Dev.* 22 : 999-1012.

Soy A., Sahu R. K. et Rath S. (2018). A histomorphological study of the effect of mint on the testes of albino rats. *Journal of the Anatomical Society of India*, vol. 67 : 35.

Suckow M, Stevens K, Wilson R. (2012). The laboratory Rabbit, Guinea pig, Hamster, and other Rodents. 1st Edition. P. 1268

Sullivan R. (2004). Male fertility markers, myth or reality. *Anim. Reprod. Sci.*,83 : 341-347p.

T.

Tegegne A., Entwistle K.W. et Mukasamugerwa E. (1991). A quantitative histological study of testicular and epididymal development in boran and boran-x Friesian bulls in Ethiopia. *Theriogenology* ; 35 (5) : 991-1000.

Thibault C. et Levasseur M.C. (2001). La reproduction chez les mammifères et l'homme. Nouvelle édition, éd. Ellipses (Paris) : page 258-260-276.

Thomas McCracken O. et Kainer R. A. (2008). Color atlas of small animal anatomy. library of congress cataloging-in publication Data. 2ème édition. P 160.

Tortora G. J., Grabowski S. R. et Parent J.C. (1995). Biologie humaine Cytogénétique régulation-reproduction. Edition CEC, collégial et universitaire, 311- 322 p

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

Tortora A. et Gerard J. (2007). Principe d'anatomie et de physiologie. Edition de Boeck. Canada 11^{ème} Ed. 1341p.

Trasler J.M., Hermo L. et Robaire B. (1988). Morphological changes in the testis and epididymis of rats treated with cyclophosphamide: a quantitative approach. *Biol. Reprod.*, 38 : 463-479.

Turner R.M. (2003). Tales from the tail: what do we really know about sperm motility. *J Androl.*, vol. 24(6) :790-803.

V.

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

Van Praag E. (2002). Appareil reproducteur mâle du lapin et orchidectomie (castration chirurgicale)., http://www.medirabbit.Com/FR/skin/fusobacterium_fr.pdf (page consulté le 26/03/2014).

Vasquez B., Disol M. (2009). Estereolia comparativa entre as glandulas del complejo prostático del conejo *Oryctolagus*. International journal morphology.27 : 205-210.

Vézinhet A. (1968). Effets de l'hypophysectomie sur la croissance pondérale du lapin. Acad Sci Ser. Vol 266 : 2348-2351.

Viguera-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. Histochemica.* : 9.

W.

Wang P. et Duan Y. G. (2016). The role of dendritic cells in male reproductive tract. Am J. Reprod. Immunol., vol. 76 (3) :186-192.

Wargo M.J. et Smith E. F. (2003). Asymmetry of the central apparatus defines the location of active microtubule sliding in Chlamydomonas flagella. Proc Natl Acad Sci USA, 100(1) : 137-142.

Wrobel K.H. (1990). Male reproduction system. 2^{ème} Ed In: Textbook of Veter. Histo., France: 665 p.

Y.

Yasser A.A., Mahmoud M.A.E. et Gamal K.M.A. (2012). Histologica and histomorphometric changes of rabbit testis during postnatal development. Res. J. Vet. Sci. 5(2) : 42-5

Z.

Zohary M., 1952. A monographical study of the genus Pistacia, Palest, J. Bot4 187-228.

Zrira, S., Elamrani, A. et Benjilali, B. (2003). Chemical composition of the essential oil of Pistacia lentiscus L. from Morocco a seasonal variation. Flavour Fragr. J. 18, 475– 480.
<https://doi.org/10.1002/ffj.1221>

Résumé

Notre étude porte sur l'effet de l'administration orale d'huile essentielle de *pistacia lentiscus* sur les paramètres macroscopiques, notamment la croissance pondérale et le développement testiculaire, ainsi que sur la structure histologique des testicules chez des lapins mâles prépubères appartenant à la souche synthétique. 17 lapins sont répartis en trois lots : un lot témoin et deux lots traités respectivement par l'huile essentielle de *pistacia lentiscus* aux doses de 400 µl/kg et 600 µl/kg pendant 20 jours, ils ont été pesés régulièrement puis sacrifiés par saignement, à la fin de la période expérimentale, les testicules ont été prélevés, dégraissés, pesés, puis fixés dans le formol avant d'être soumis à plusieurs étapes de préparation histologique pour l'analyse microscopique. En comparaison avec le groupe témoin, les résultats montrent une augmentation significative du poids corporel et testiculaire chez les lapins traités, avec des effets plus marqués dans le groupe ayant reçu la dose la plus élevée. Au niveau microscopique, l'huile essentielle stimule la spermatogenèse, caractérisée par l'apparition de la lumière et une augmentation du diamètre des tubes séminifères et du nombre des spermatoocytes, indiquant un effet dose-dépendant favorable au développement testiculaire et à la maturation spermatique ; ces résultats suggèrent que l'huile essentielle de lentisque pistachier pourrait avoir un effet bénéfique sur la fertilité des lapins mâles.

Mots clés : Lapin, testicules, huile essentielle, pistachier lentisque, poids corporel, poids testiculaire

Abstract

Our study focuses on the effect of oral administration of essential oil from *Pistacia lentiscus* on macroscopic parameters, including weight growth and testicular development, as well as on the histological structure of the testicles in prepubescent male rabbits belonging to the synthetic strain. There are 17 rabbits and they are divided into three lots: a control lot and two lots treated respectively with the essential oil of *Pistacia lentiscus* at doses of 400 µl/kg and 600 µl/kg, lasting 20 days, they were weighed regularly and then sacrificed by bleeding. At the end of the experimental period, the testicles were collected, defatted, weighed and then fixed in formalin before being subjected to several stages of histological preparation for microscopic analysis. Compared with the control group, the results show a significant increase in body and testicular weight in treated rabbits, with more pronounced effects in the group receiving the highest dose. At the microscopic level, the essential oil stimulates spermatogenesis, characterized by the appearance of light and an increase in the diameter of seminiferous tubes and the number of spermatoocytes 1, indicating a dose-effect favorable for testicular development and spermatocytic maturation; these results suggest that pistachio lentil essential oil may have a beneficial effect on the fertility of male rabbit.

Key Words: Rabbit, testes, essential oil, pistachio lentils, body weight, testicular weight

