

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques
Département de Biologie



Mémoire de Fin d'Etude

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 d'*Eucalyptus globulus* à deux doses différentes sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins mâles prépubères (3 mois) de la population locale.

Présenté par

Melle Medjeber Messaad

Melle Nait Slimani Assia

Soutenu devant le jury composé par :

Présidente : Mme MEDJDOUB BENSAAAD F. Professeur UMMTO

Promotrice : Mme LAKABI L. M.C.A UMMTO

Co-Promotrice : Mme MEHALI N. Doctorante UMMTO

Examinatrice : Mme AKDADER S. MCB UMMTO

2020-2021



Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier dieu tout puissant qui nous a armées de courage, de volonté, de patience et qui nous a guidées afin de mener ce travail à terme.

Nous tenons à exprimer notre grande reconnaissance et profonde gratitude à Madame LAKABI L. Ep. AHMANACHE Maitre de Conférence A à la faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques au sein de l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou qui nous a fait l'honneur d'accepter d'être notre promotrice, et qui nous a encadrées et guider tout le long de notre travail. Nos sincères remerciements.

Nous tenons à remercier Madame MEHALI N. d'avoir accepté d'être notre Copromotrice et le temps qu'elle nous a consacré. Nos sincères remerciements.

Nous tenons également à remercier Madame MEDJDOUB-BENSAAD F. Professeur à l'Université Mouloud Mammeri d'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury et d'évaluer notre travail, et de nous avoir ouvert les portes de son laboratoire afin d'accomplir notre travail. Hommage respectueux et sincères remerciements.

Nous tenons aussi à exprimer notre reconnaissance et remerciements à Madame AKDADER S. Maitre de Conférence B à la faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques au sein de l'université de Tizi-Ouzou d'avoir accepté d'examiner notre modeste travail. Sincères remerciements.

Nous tenons également à remercier du fond du cœur le propriétaire d'élevage de lapins à Djebba M. Brahim.

Nous tenons avec immense gratitude à remercier tous ceux qui ont aidés de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire et toute l'équipe de laboratoire de recherche d'écologie des invertébrés

terrestres au sein de l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.





Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de mon cher grand-père disparu trop tôt que j'aurais bien voulu voir à mes côtés en un tel événement marquant de ma vie, et qui a toujours voulu y assister à cet instant. Il m'a toujours offert du savoir, du soutien infailible et plein d'amour et d'affection. Là où il est j'espère qu'il apprécie cet humble geste de la part de sa petite fille qui ne cesse de prier pour que son âme repose en paix,

A mes chers parents, qu'aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce qu'ils méritent, pour tous les sacrifices qu'ils ont fait pour m'offrir tout ce que je désire, pour leur bienveillance, prière, soutien et encouragement dans chaque pas. Puisse dieu le tout puissant les préserve et leur accorde une bonne santé et une longue vie. Sans eux je n'aurais jamais pu avancer. Leur fille qui vous aime énormément.

A mes deux frères Mounir et Cherif qui ont toujours étaient un bras droit pour moi, merci pour l'appui, l'encouragement, le soutien infailible durant tout mon parcours et d'avoir été toujours compréhensibles et respectueux envers mes décisions. Que dieu leur accorde la réussite et tout ce que leur âme désire.

A toute ma famille qui m'ont toujours tout offert de soutenir, de l'amour et de l'encouragement pour y aller de l'avant, spécialement mes tantes Hamida et Djamila je ne saurais jamais les remercier autant qu'elles le méritent.

A mes deux anges Lyna et Massetina.

A ma chère binôme Assia avec qui j'ai eu le plaisir de partager ce travail, ainsi qu'à tous mes chers camarades (Abdeslam, Meriem, Sakina, Naima, Ouiza, Souhila, Naoual, Thiziri, Fouad, Kamilia, Cylia, Khedoudja) que la réussite soit leur compagnon.

*A mes cher(e)s ami(e)s qui ont été toujours là pour moi spécialement :
Zaina, Dida, Zakia, Anis, Hadi, Massi et Aghiles.*

M.Messaad





Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*Pour ma chère grand-mère Yemma Saâdia que Dieu
l'accueille dans son vaste paradis.*

*A ma mère, tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tous ce
que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te
porte. En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes
sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entouré.*

*A mon père, l'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus
digne de mon estime et de mon respect. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mes
sentiments, que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie.*

*A mes chères sœurs Taous, Djedjiiga, Saâdia, Nassima ; à mon cher et unique
frère Mohammed et ma chère belle-sœur Aziza et khalti Nora merci pour votre
soutien et vos encouragements.*

*A mes neveux Akli, Youcef, Aghiles, Adem et mes nièces Sarah, Imene, Thiziri,
Aldjeia Puisse dieu vous garder*

*À ma binôme Messaad avec qui j'ai partagé ce travail dans la joie et la bonne
humeur.*

Que dieu puisse réaliser tes rêves les plus fous.

A mes chères amies : Ouerdia, Sara et Taous qui n'ont cessé de m'encourager

A mes amis : Ibrahim et Mohammed

Ames chers camarades de la section BPR 2020/2021

A Tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réussite de ce travail.

N.S.Assia





**Listes des figures
et tableaux**

Figure 1 : Appareil génital du lapin mâle (Barone et <i>al.</i> , 1973).....	3
Figure 2 : Organisation interne du testicule d’après (Senger, 2012).....	5
Figure 3 :Détail d’une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007).....	6
Figure 4 :Structure de la cellule de Sertoli (Russell J et Griswold, 1993).	7
Figure 5 :l’organisation des tubes séminifères des mammifères. (Le Moigne et Foucrier, 2009).....	8
Figure 6 : Schéma du spermatozoïde de mammifère (Ruiz , 2006).	10
Figure 7 : Schéma d'un épидидyme (Glover et Nicander, 1971 ; Hamilton, 1990).....	12
Figure 8 : Représentation schématique de l’épithélium épидидymaire (Girouard, 2009).	14
Figure 9 : Développement chronologique de la différenciation de l’appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000)	19
Figure 10 : Évolution du poids des testicules chez le jeune mâle entre 20 et 180 jours (Prud’hon, 1973 cité par Lebas, 2009).	20
Figure 11 : Différentes étapes de la spermatogenèse (Marieb, 2006).	22
Figure 12 : Les étapes de la spermiogénèse (Gayrard, 2007).....	23
Figure 13 : La stéroïdogenèse dans les cellules de Leydig	25
Figure 14 :Représentation schématique de l’épithélium sécrétoire épидидymaire (Rejraji et Drevet, 2004).....	28
Figure 15 : Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (Marie Saint-Dizier et al., 2014)..	30
Figure 16 : Représentation schématique de l’organisation cellulaire de l’épithélium épидидymaire de rat en coupe transversale et des différentes voies de régulation des fonctions épидидymaire (modifié d’après Robaire et <i>al.</i> 234).....	31
Figure 17 : Lapin pré-pubère de souche locale âgé de 3mois (Originale, 2021).....	35
Figure 18 : A : Arbre d’Eucalyptus globulus B : Feuilles d’Eucalyptus globulus(Koziol, 2015)	36
Figure 19 : Technique d’extraction de l’huile essentielle d’Eucalyptus globulus par entraînement à la vapeur d’eau.....	37
Figure 20 : Pesée des lapins (Originale, 2021).....	39
Figure 21 : Administration de l’huile essentielle par voie orale (Originale, 2021).....	40
Figure 22 :A : Sacrifice et récupération du sang. B : Prélèvement et dégraissement des organes génitaux. C : Pesée des testicules. D : Mesure de volume de l’épидидyme. (Originale, 2021)	41
Figure 23 :Le fixateur Bouin Hollande (Originale, 2021).....	42
Figure 24 : Fixation des organes dans du Bouin Hollande (Originale, 2021)	42

Figure 25 : Les bains d'alcool croissants (Originale, 2021).....	43
Figure 26 : Les deux bains de xylène (Originale, 2021)	43
Figure 27 : Imprégnation des échantillons dans l'étuve (Originale, 2021).....	43
Figure 28 : Formation des blocs avec des organes recevant de la paraffine	44
Figure 29 : Photographie d'un microtome.....	45
Figure 30 : Photographie des bains d'alcool et de xylène de la circulation	45
Figure 31 : Photographie d'une série de coloration topographique	46
Figure 32 : Représentation graphique des valeurs moyennes du poids corporel des lapins prépubères traités par l'huile essentielle de l'Eucalyptus globulus.....	48
Figure 33 : Représentation graphique des valeurs moyennes de poids testiculaire gauche et droit des lapins prépubères traités par l'Eucalyptus globulus	49
Figure 34 : Représentation graphique des valeurs du poids testiculaire total chez les lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de l'Eucalyptus globulus.....	50
Figure 35 : Représentation graphique des valeurs du poids testiculaire relatif à 100g de poids corporel chez les lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de l'Eucalyptus globulus	51
Figure 36 : Représentation graphique des valeurs du volume testiculaire gauche et droit chez les lapins prépubères traités par l'huile essentielle de l'Eucalyptus globulus.....	52
Figure 37 : Représentation graphique des valeurs du volume testiculaire total chez les lapins de 3 mois traités l'huile essentielle de par de l'Eucalyptus globulus.....	53
Figure 38 : Représentation graphique des valeurs du volume épидидymaire gauche et droit chez les lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de l'Eucalyptus globulus	54
Figure 39 : Représentation graphique des valeurs du poids épидидymaire total chez les lapins prépubères traités par l'huile essentielle de l'Eucalyptus globulus.....	55
Figure 40 : Représentation graphique des valeurs du poids épидидymaire relatif à 100g du poids corporel chez les lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle l'Eucalyptus globulus	56
Figure 41 : Représentation graphique des valeurs du volume épидидymaire gauche et droit chez les lapins de prépubères traités par l'huile essentielle de l'Eucalyptus globulus.....	57
Figure 42 : Représentation graphique des valeurs du volume épидидymaire total chez les lapins de 3 mois traités par l'eucalyptus globulus	58
Figure 43 : Microscopie de coupe histologique au niveau du testicule des lapins prépubères après coloration de trichrome de Masson au grossissement (400)	60

Figure44: Microscopie de coupe histologique au niveau de l'épididyme des lapins de 3 mois d'âge après coloration de trichrome de Masson au grossissement (400).....62

Les tableaux

Tableau 1 : Constituants principaux de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* (Kozioł, 2015)38

A decorative horizontal scroll-like border with a brown outline. The left and right ends are rolled up, and the top and bottom edges are straight. The word "Abréviations" is centered within this border.

Abréviations

AFNOR	Association française de normalisation
ABP	Androgène Binding Hormone
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
EP	Epididyme
FSH	Hormone folliculostimulante
FSHR	Récepteurs spécifiques de FSH
GnRh	Gonadotropin Releasing Hormone
ONAB	Office National de l'Aliment de Bétail
LH	Luteinising Hormone
LT	lymphocyte T
Mo	Monocyte
N	Noyau
REL	Réticulum endoplasmique lisse
R-GnRH	Récepteurs membranaires spécifiques
Sp Ad	Spermatogonies à chromatine sombre
Sp B	Spermatogonies B
Sp I	Spermatocytes de premier ordre
Sp II	Spermatocytes de deuxième ordre
Sp	Spermatogonies
SpAp	Spermatogonies à chromatine claire
Spz	Spermatozoïdes
TS	Testicule
J0	Jour avant le traitement
J7	Jour après le traitement
D1	Première dose (200µl/kg)
D2	Deuxième dose (400µl/kg)
µl/kg	Microlitre par kilogramme



Sommaire

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre 1

1. Appareil génital mâle	3
2. Testicule	4
a. Anatomie	4
b.1 Tube séminifère	5
b.2. Tissu interstitiel	10
3. Epididyme	11
a. Anatomie	11
b. Histologie	12
b.1. Lumière du canal épидидymaire	13
b.2. Epithélium épидидymaire	13
4. Canal déférent	15
5. Urètre	16
6. Glandes annexes	16
a. Vésicule séminale	16
b. Glande vésiculaire (pro prostate ou prostate craniale)	16
c. Prostate	16
d. Glandes para prostatiques	16
e. Glande de Cowper	17
7. Pénis	17

Chapitre 2

1. Développement des gonades et puberté	18
2. Développement pondéral	19
3. Développement comportemental	20
4. Maturation sexuelle	20
4.1. Phase infantile	20
4.2. Phase pré-pubère	21
4.3. Puberté	21
4.4. Maturité sexuelle	21
5. Fonctions physiologiques du testicule.	21
5.1. Spermatogenèse	22
5.1.1. Spermatocytogenèse	22
5.1.2. Méiose	23
5.1.3. Spermioγένèse	23

5.2. Stéroïdogénèse	24
6. Fonctions physiologiques de l'épididyme	25
6.1. Maturation des spermatozoïdes.....	25
6.2. Acquisition de la motilité.....	26
6.3. Protection.....	26
6.4. Stockage.....	26
7. Mode de sécrétion de l'épididyme :.....	27
7.1 Sécrétion mérocrine	27
7.2 Sécrétion apocrine.....	27
8. Régulation endocrinienne de la fonction de reproduction chez les lapins.....	28
8.1. Axe hypothalamo-hypophysio-gonadique.....	28
8.1.1 Au niveau hypothalamique	28
8.1.2 Au niveau hypophysaire	28
8.1.3 Au niveau gonadique	29
8.2. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule	29
9. Régulation des fonctions de l'épithélium épididymaire	30
10. influence des facteurs de l'environnement sur la reproduction des lapins.....	31
10.1. Température	31
10.2. Saison.....	32
10.3. Eclairage	32
10.4. Humidité (l'hygrométrie)	32
10.5. Alimentation	33
10.6. Age.....	33
10.7. Etat sanitaire.....	33
10.8. Effet des huiles essentielles :	33

Chapitre 3

1. Lieu d'expérimentation	34
2. Matériel et méthode.....	34
2.2 Modèle végétal	35
2.2.1 Description de la plante d' <i>Eucalyptus globulus</i>	35
2.2.2 Description de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i>	36
3. Constitution des lots	39
3.1. Pesée et administration des huiles	39
3.2. Sacrifice et prélèvement	40
4. Etude histologique	41

4.1. Fixation des échantillons	41
4.2 Déshydratation.....	42
4.3.Imprégnation	43
4.4. Inclusion	44
4.5. Confection des coupes histologiques	44
4.6. Déparaffinage	45
4.7. Réhydratation	45
4.8. Coloration topographique	46
4.9. Montage.....	46
4.10. Observation des lames.....	46
5. Étude statistique	47

Chapitre 4

1. Résultats.....	48
1.1. Résultats de l'étude macroscopique.....	48
1.1.1. Poids corporel.....	48
1.1.2.Poids testiculaires	49
1.1.3. Poids testiculaire relatif à 100 g de poids corporel	50
1.1.4. Volume testiculaires.....	51
1.1.4.1. Volume testiculaire gauche et droit	51
1.1.4.2. Volume total testiculaire	52
1.1.5. Poids épидидymaire	53
1.1.6.Poids relatif	55
1.1.7. Volume épидидymaire.....	56
1.1.7.1. Volume epидидymaire gauche et droit	56
1.1.7.2. Volume épидидymaire total des lapins traités par la	57
2. Résultats de l'étude microscopique.....	59
2.1. Etude histologique testiculaire	59
2.1.1. Etude histologique des testicules des lapins témoins.....	59
2.1.2. Etude histologique des testicules des lapins traités par l'huile essentielle de <i>Eucalyptus globulus</i>	59
2.2. Etude histologique épидидymaire	61
2.2.1. Etude histologique des épидидymes des lapins témoins	61
2.2.2. Etude histologique des épидидymes des lapins traités par l'huile essentielle de <i>Eucalyptus globulus</i>	61
3.Discussion.....	63
Conclusion	66

Références bibliographiques	67
--	-----------



Introduction

Introduction

Le lapin est une espèce considérée un important modèle de recherche vu qu'il présente plusieurs caractéristiques biologiques intéressantes concernant sa productivité et reproductivité. La viande de lapin possède des avantages non négligeables, au plan nutritionnel et diététique. Il présente des caractéristiques nutritionnelles de premier plan (lipides peu abondants mais riches en acide gras essentiels, faible taux de cholestérol (< 50 mg / 100g) (Ouhayoun, 1990).

Le lapin présente un grand avantage au profit des recherches scientifiques du fait que c'est une espèce polytoque avec en moyenne une productivité numérique de 8 à 9 lapereaux par portée (Legrand et *al.*, 1993 ; Quinton et Egron, 2001) et doté d'un court intervalle entre les générations (cycle biologique court) (Joly et Theau Clément, 2000).

La fonction de reproduction fait intervenir plusieurs processus tel que la différenciation des gonades (testicules chez le mâle) et le contrôle exercé par l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique.

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

L'épididyme, organe du tractus génital mâle qui se présente en un long canal contourné accolé à la face postérieure du testicule (Barone, 1978), et joue plusieurs rôles essentiels pour la fertilité mâle, de ce fait, il est impliqué dans le transport, la concentration, la maturation et le stockage des spermatozoïdes (Hinton et Turner, 1988).

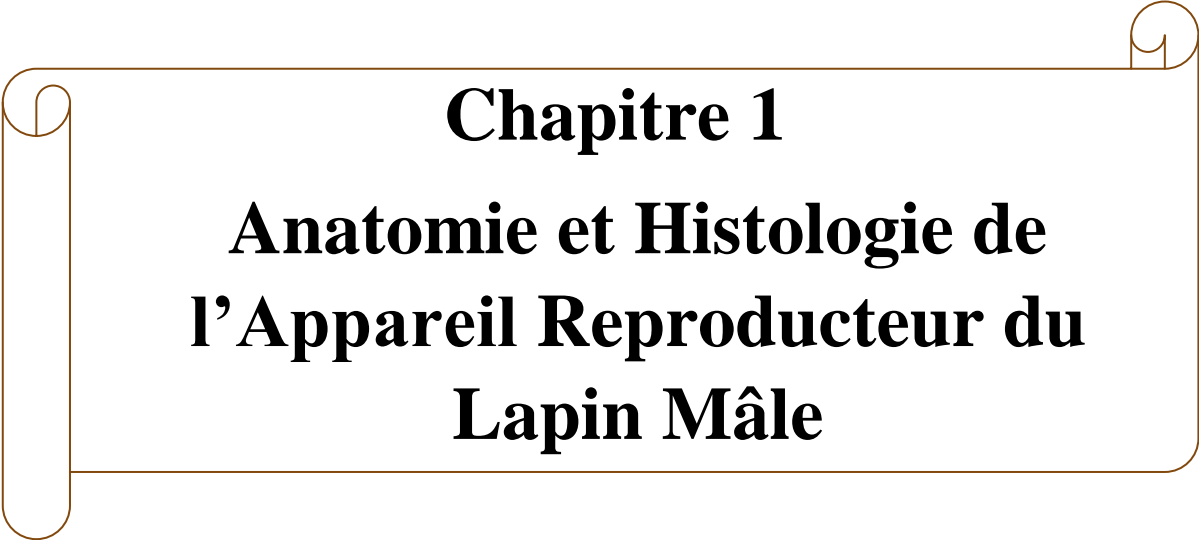
Les lapins font partis des espèces dont la fonction de reproduction peut être influencée par divers facteurs ; environnementaux qu'ils soient (température, saison, humidité, éclairage...) ou non (âge, alimentation, état sanitaire...).Récemment, plusieurs études menées sur les huiles essentielles ont montré qu'elles sont susceptibles de modifier le processus physiologique de la reproduction soit en l'améliorant ou en le perturbant (El Kalamouni, 2010).

Une huile essentielle est un liquide aromatique riches en phyto-oestrogènes dont l'innocuité n'est pas totalement prouvée, elle est issue de plantes riches en essences odorantes on l'extrait de certains organes – fleur, feuille, écorce, racine, graine ...

Introduction

De ce fait le but de notre étude est la détermination des effets de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* administrée à deux doses différentes sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins mâles pré-pubères (3mois), en tenant compte de certains critères : poids gonadique, poids corporel et la structure histologique des testicules et d'épididymes.

Notre étude sera présentée en quatre chapitres, le premier sera consacré à une étude bibliographique portant sur l'anatomie et l'histologie de l'appareil reproducteur mâle du lapin ; le deuxième portera sur la physiologie de la reproduction, le troisième chapitre sera consacré à l'étude expérimentale au cours de laquelle on présentera les méthodes et les matériels utilisées dans notre expérimentation, suivit d'un quatrième chapitre où on exposera et discutera les résultats finaux et on clôturera notre présente étude par une conclusion qui ouvrira la porte à d'autres perspectives au profit de futures recherches scientifiques.

A decorative border in a light brown color, resembling a scroll, frames the text. It has rounded corners and small scroll-like details at the top and bottom edges.

Chapitre 1

**Anatomie et Histologie de
l'Appareil Reproducteur du
Lapin Mâle**

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

1. Appareil génital mâle

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

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

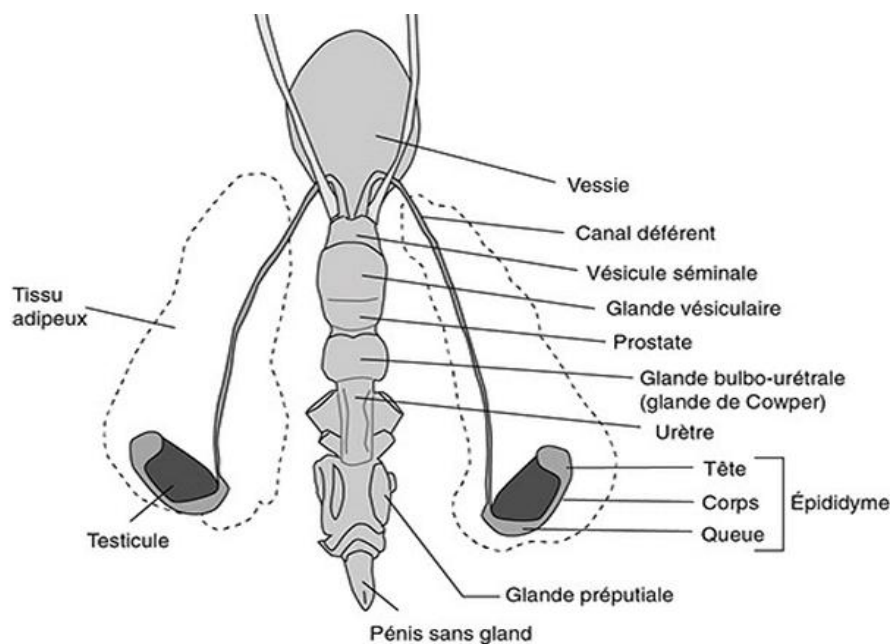


Figure 1: Appareil génital du lapin mâle (Barone et *al.*, 1973).

2. Testicule

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

a. Anatomie

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

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

b. Histologie

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

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

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

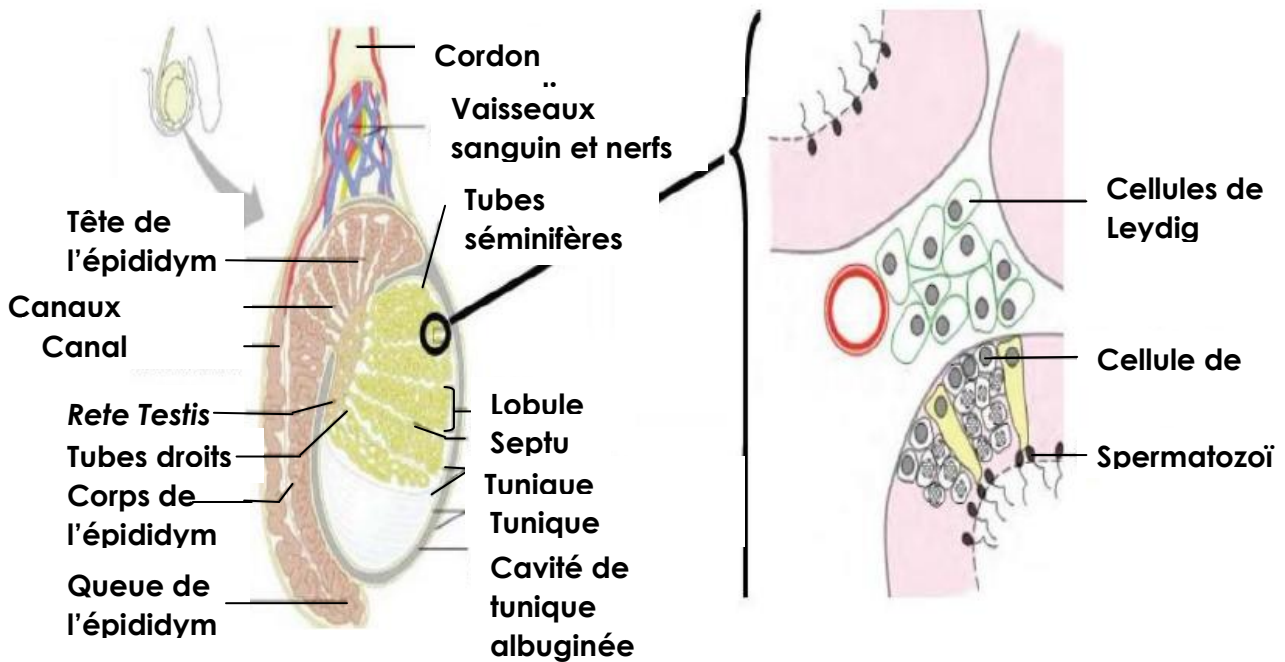


Figure 2: Organisation interne du testicule d'après (Senger, 2012)

b.1 Tube séminifère

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

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

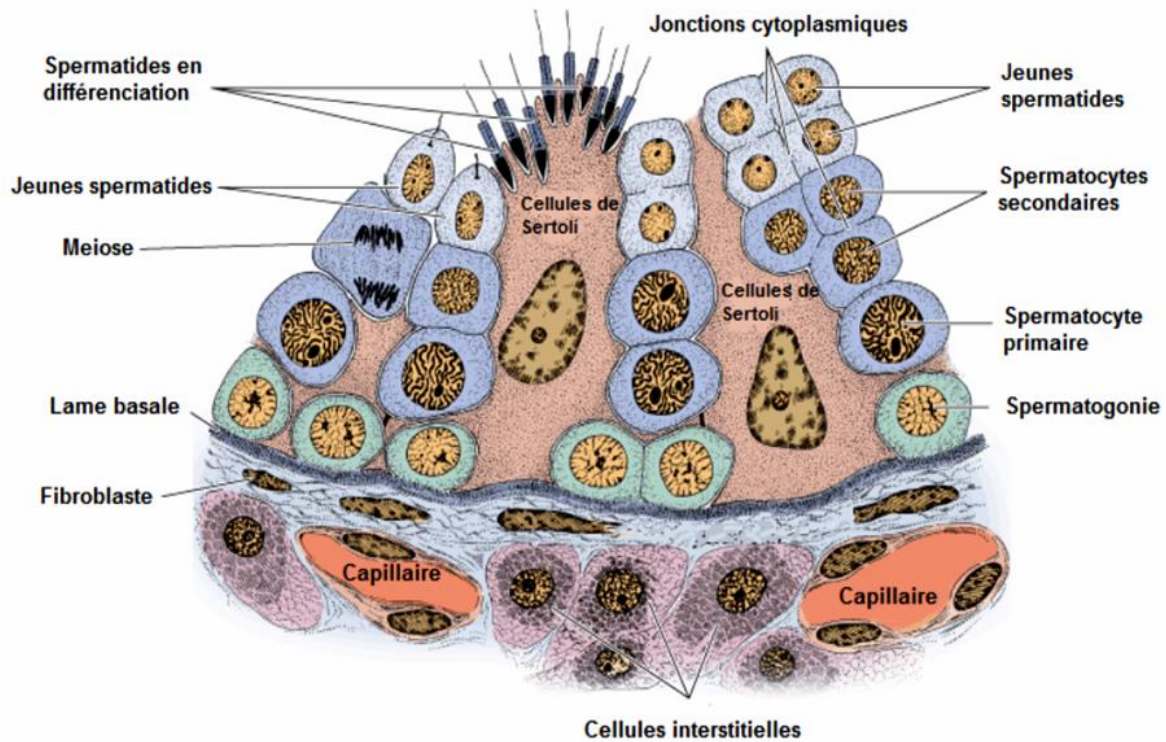


Figure 3: Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007).

b.1.1. Cellules de Sertoli

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

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

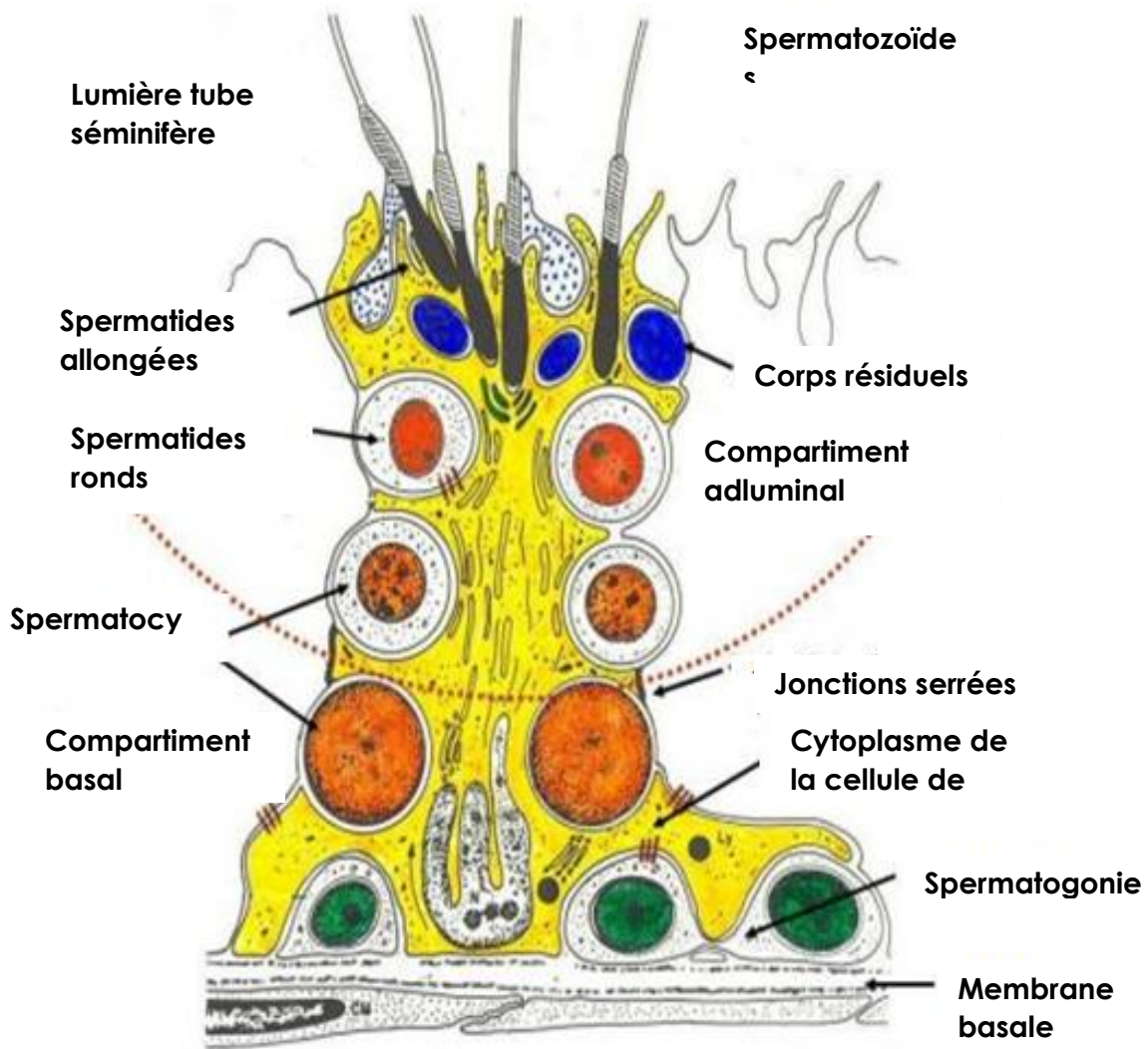


Figure 4: Structure de la cellule de Sertoli (Russell J et Griswold, 1993)

b.1.2. Cellules Germinales

Tous les types de cellules germinales se présentent et s'organisent en plusieurs assises au niveau de l'épithélium séminifère, à savoir ; les spermatogonies, les spermatocytes de premier ordre ou spermatocytes I, les spermatocytes de deuxième ordre ou spermatocytes II, les spermatides et les spermatozoïdes (Figure 5) (Siffroi, 2001 ; Vacheret, 1999).

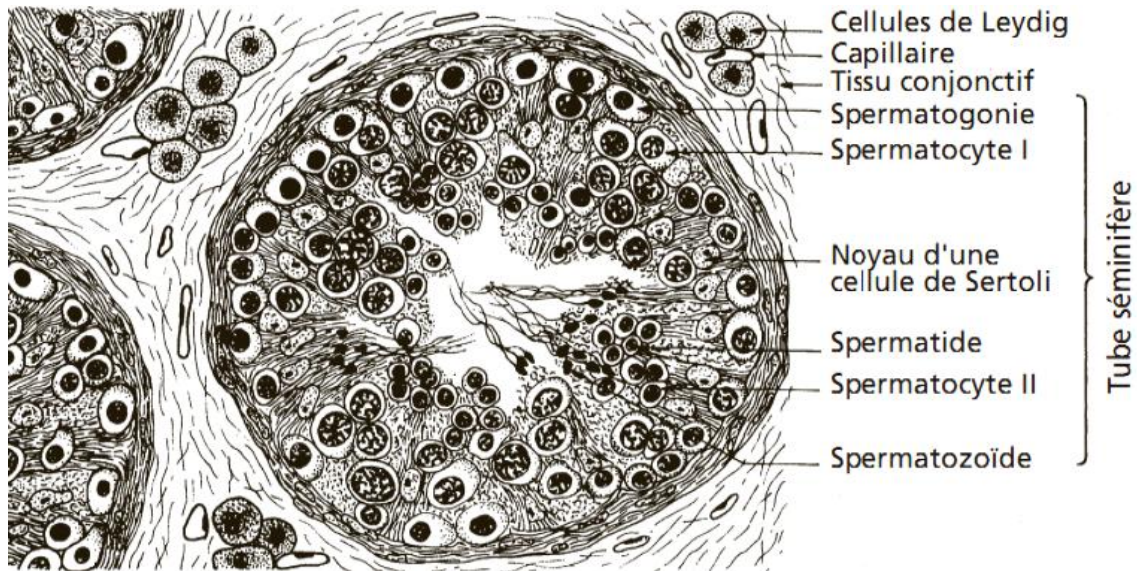


Figure 5: L'organisation des tubes séminifères des mammifères. (Le Moigne et Foucrier, 2009).

b.1.2.1. Spermatogonies

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

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

b.1.2.2. Spermatocytes

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

b.1.2.3. Spermatozoïdes

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

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

b.1.2.4. Spermatozoïdes

Les spermatozoïdes, résultat final de la spermatogénèse, disposés en bouquet à l'apex des cellules de Sertoli, sont des cellules très petites dotées d'une motilité flagellaire et d'une forme filiforme constitués de trois parties distinctes la tête, la pièce intermédiaire et flagelle (Figure 6). Le spermatozoïde mûr est une cellule allongée de 55 à 57µm de longueur chez le lapin (Robert et Vincent, 1995).

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

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

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

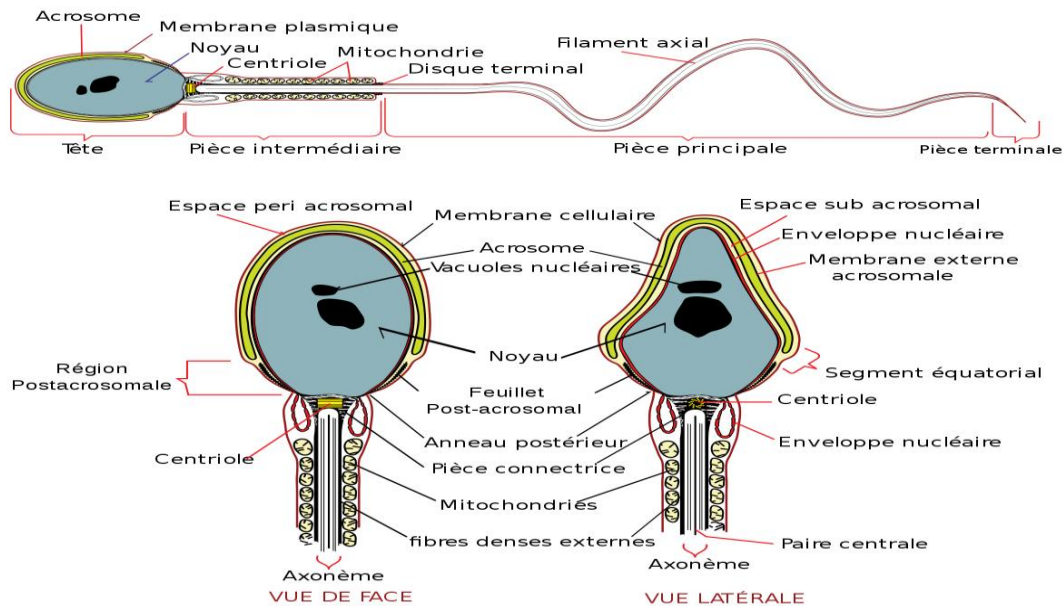


Figure 6: Schéma du spermatozoïde de mammifère (Ruiz , 2006).

b.2. Tissu interstitiel

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

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

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

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

3.Epididyme

a. Anatomie

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

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

Ces régions sont également subdivisées en plusieurs segments (Figure 7)(Abe et *al.*, 1983 ; Abou-Haila et Fain-Maurel, 1984 ; Johnston et *al.*, 2005), chacun d'entre eux étant délimité par des cloisons conjonctives ou *septa*. Cette subdivision repose sur des analyses ultra structurales, ainsi que sur l'étude des activités enzymatiques et transrationnelles de l'organe (Takano, 1980).

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

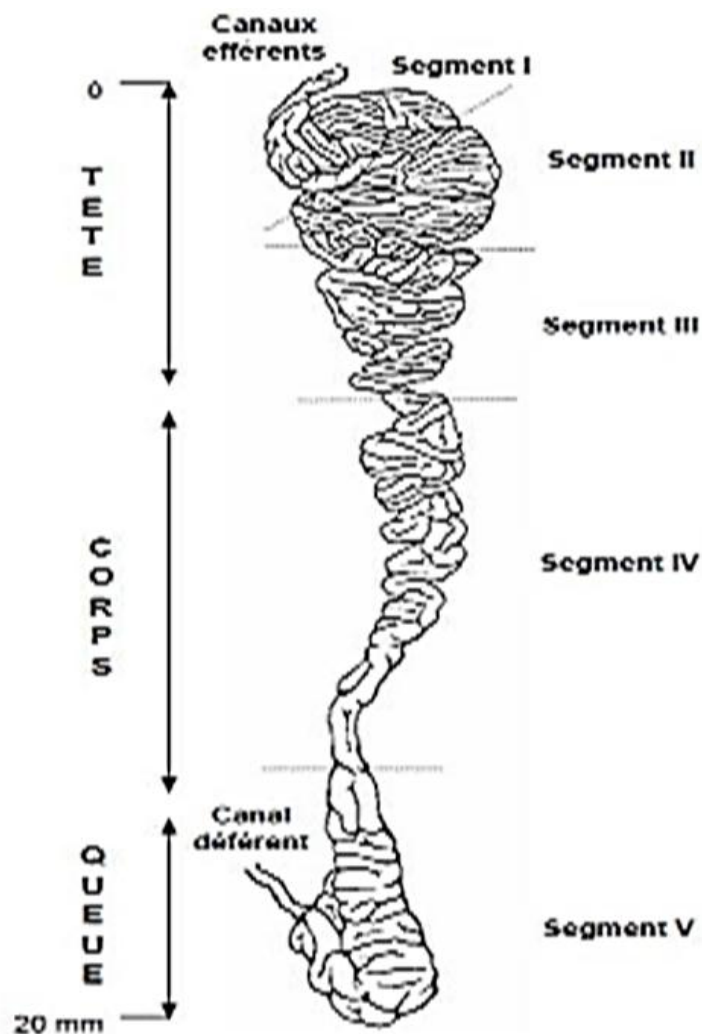


Figure 7: Schéma d'un épидидyme (Glover et Nicander, 1971 ; Hamilton, 1990).

b. Histologie

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

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

b.1. Lumière du canal épидидymaire

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

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

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

b.2. Epithélium épидидymaire

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

b.2.1. Cellules principales

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

Ces cellules présentent des caractéristique structurales variables d'un segment à l'autre de l'épididyme, elles sont reliées entre elles par des jonctions serrées et des desmosomes. En effet, leur hauteur est plus élevée dans la tête que dans la queue, tout comme la longueur des microvillosités qui tapissent leur pôles apical (Figure 8) (Flickinger et *al.*, 1978 ; Jones et *al.*, 1979 ; Ramos et Dym, 1977).

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

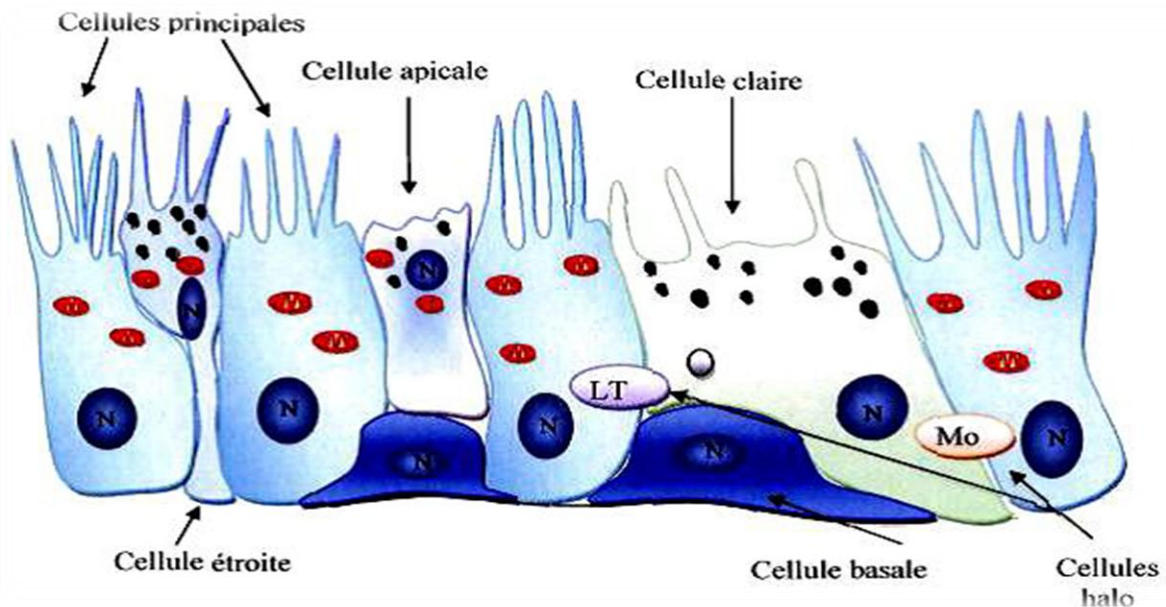


Figure 8 : Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009).

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

b.2.2. Cellules basales

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

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

b.2.3. Cellules en halos

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

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

b.2.4. Cellules claires

Ces grandes cellules prismatiques sont présentes essentiellement dans le corps et la queue de l'épididyme (Soranzo et *al.*, 1982). Elles sont caractérisées par la présence de vésicules claires en position apicale, de lysosomes en partie médiane et de nombreuses inclusions lipidiques en position basale (Figure 8) (Robaire et Hermo, 1988).

D'après Olson et Hinton (1985), elles joueraient un rôle dans l'absorption de certains composants du fluide épидидymaire.

b.2.5. Cellules apicales

Qualifiées ainsi en raison de la localisation de leur noyau au pôle apical de l'épithélium, elles présentent un cytoplasme dense très riche en mitochondries, se trouvent principalement dans le segment initial où elles représentent 10% de la population cellulaire totale de l'épididyme, leur nombre diminue tout au long de l'organe pour ne représenter que 1% des cellules dans la queue de l'épididyme (Adamali et Hermo, 1996).

Elles participent à l'acidification du fluide épидидymaire ; grâce à la production d'anhydrase carbonique qui permet la sécrétion des ions H⁺ et la réabsorption des bicarbonates (HCO₃⁻) (Hermo et *al.*, 2005 ; Martínez-García et *al.*, 1995) et sont aussi capables d'endocyter des substances présentes dans la lumière (Robaire et Hermo, 2002).

b.2.6. Cellules étroites

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

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

4. Canal déférent

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

Ce canal pénètre dans la cavité abdominale et atteint la face dorsale de la vessie formant un très léger renflement pelvien avant de se jeter dans l'urètre. Le canal déférent assure le

transit jusqu'à l'urètre grâce à un péristaltisme basal, additionné d'une motricité brusque lors de l'éjaculat (Barone, 1978 ; Bonnes et *al.*, 2005).

5. Urètre

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

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

6. Glandes annexes

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

a. Vésicule séminale

Chez le lapin, la vésicule séminale est impaire mais bilobée à son extrémité, avec une longueur d'environ 2,5 cm et un aspect ajouré (Abraham et Kierzembaum, 2002 ; Welsh, 2002), qui débouche dans le conduit déférent (Roger, 2002).

Sa partie caudale fusionne avec les canaux déférents pour former un canal éjaculateur impair qui s'ouvre dorsalement dans l'urètre au niveau de *calliculus seminalis* (Barone, 1984).

b. Glande vésiculaire (pro prostate ou prostate craniale)

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

c. Prostate

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

d. Glandes para prostatiques

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

e. Glande de Cowper

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

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

7. Pénis

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

A decorative border in a brownish-gold color, shaped like a scroll. It has a vertical strip on the left side and a horizontal strip at the top, with rounded ends and small loops at the corners.

Chapitre 2

Physiologie de la Reproduction

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

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

1. Développement des gonades et puberté

La différenciation des organes reproducteurs du lapin mâle a lieu pendant la vie fœtale (Figure 9) avec formation de l'albuginée entre le 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). Les canaux de Müller régressent à partir du 20^{ème} jour, la formation de la prostate commence le 21^{ème} jour et au 24^{ème} jour le développement des canaux de Wolf et la régression des canaux de Müller sont bien établis. Entre le 21^{ème} et 30^{ème} jours de gestation, la testostérone est présente au niveau des testicules de fœtus mâle (Skinner, 1967). A la naissance, les testicules se trouvent en position abdominale et la descente de ces derniers dans les sacs scrotaux coïncide avec la puberté (Alvarino, 1993).

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

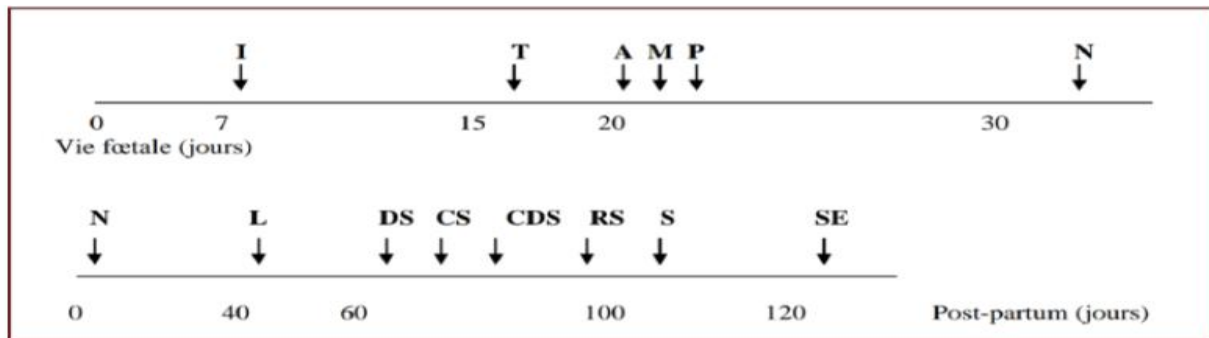


Figure 9: Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000).

I= implantation ; **N**= naissance ; **L**= maturation des cellules de Leydig ; **A**= sécrétion d'androgènes ; **T**= différenciation des testicules ; **CDS**= développement complet de la spermatogénèse ; **P**= croissance de la prostate ; **RS**= premiers rapports sexuels.

CS= premier comportement sexuels ; **S**= apparition du premier spermatozoïde ; **M**= dégénérescence des canaux de Müller ; **DS**= début de la spermatogénèse ; **SE**= apparition des premiers spermatozoïdes dans l'épididyme.

2. Développement pondéral

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

Le développement pondéral testiculaire est très long par rapport au développement du poids corporel du lapin jusqu'à l'âge de 5 mois. Le rapport entre le poids du testicule et le poids corporel augmente pour atteindre 2.86 après les 5 semaines d'âge, l'évolution de poids des testicules en fonction de l'âge montre une accélération de croissance testiculaire, entre 70 et 110 jours environs (figure10) (Alvarino, 2000 ; Lebas, 2009).

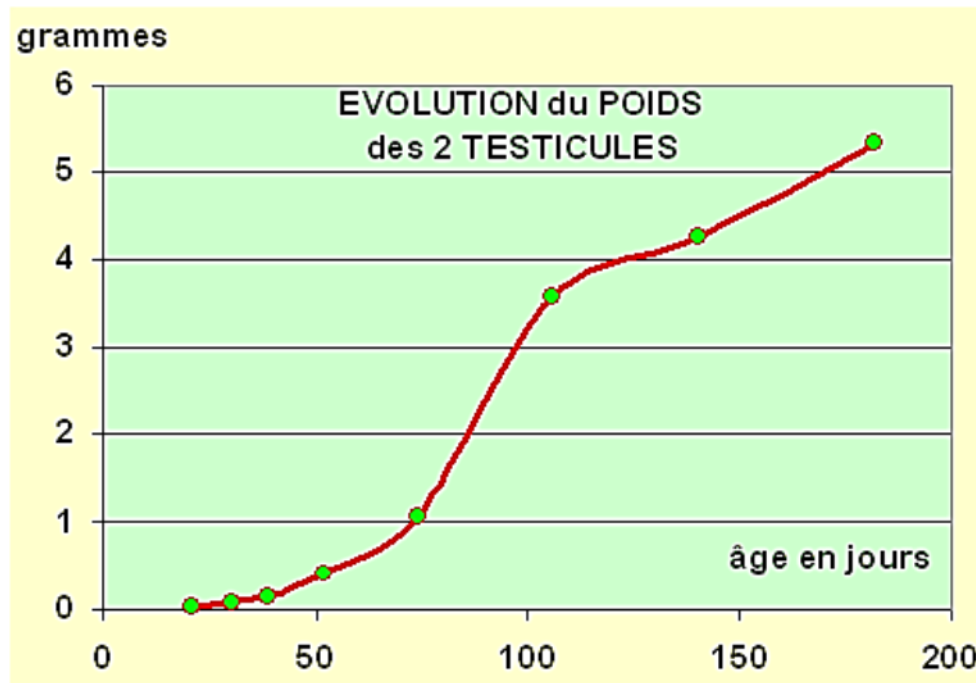


Figure 10: Évolution du poids des testicules chez le jeune mâle entre 20 et 180 jours (Prud'hon, 1973 cité par Lebas, 2009).

3. Développement comportemental

Les premières manifestations de comportement sexuel apparaissent vers 60-70 jours: le jeune lapin commence alors à faire des tentatives de chevauchement. A partir de la 12^{ème} semaine d'âge, les jeunes lapins montraient un certain nombre de manifestations sexuelles (reniflement de la région ano-génitale de la femelle, agressivité et tentatives de monte) (Berger *et al.*, 1982 ; Bell et Mitchell, 1984).

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

4. Maturation sexuelle

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

4.1. Phase infantile

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

4.2. Phase pré-pubère

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

4.3. Puberté

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

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

4.4. Maturité sexuelle

La maturité sexuelle, définie comme le moment où la production quotidienne de sperme n'augmente plus, est atteinte à 32 semaines chez la race Néo-Zélandaise en climat tempéré. En effet, la production quotidienne de sperme qui est dépendante de nombreux facteurs, est de l'ordre de 2.107 spermatozoïdes (Fortun et *al.*, 2015).

Il a été démontré qu'à l'âge de 20 semaines, les mesures testiculaires et le pourcentage des tubes séminifères qui contiennent des spermatozoïdes ne représentent que 70% de leur valeur par rapport à l'âge adulte (33 semaines d'âge) et qu'entre 20^{ème} et 33^{ème} semaines l'évolution du volume de l'éjaculat et la motilité individuelle des spermatozoïdes augmentent considérablement (Garcia-Thomas et *al.*, 2009).

5. Fonctions physiologiques du testicule.

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

5.1. Spermatogenèse

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

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

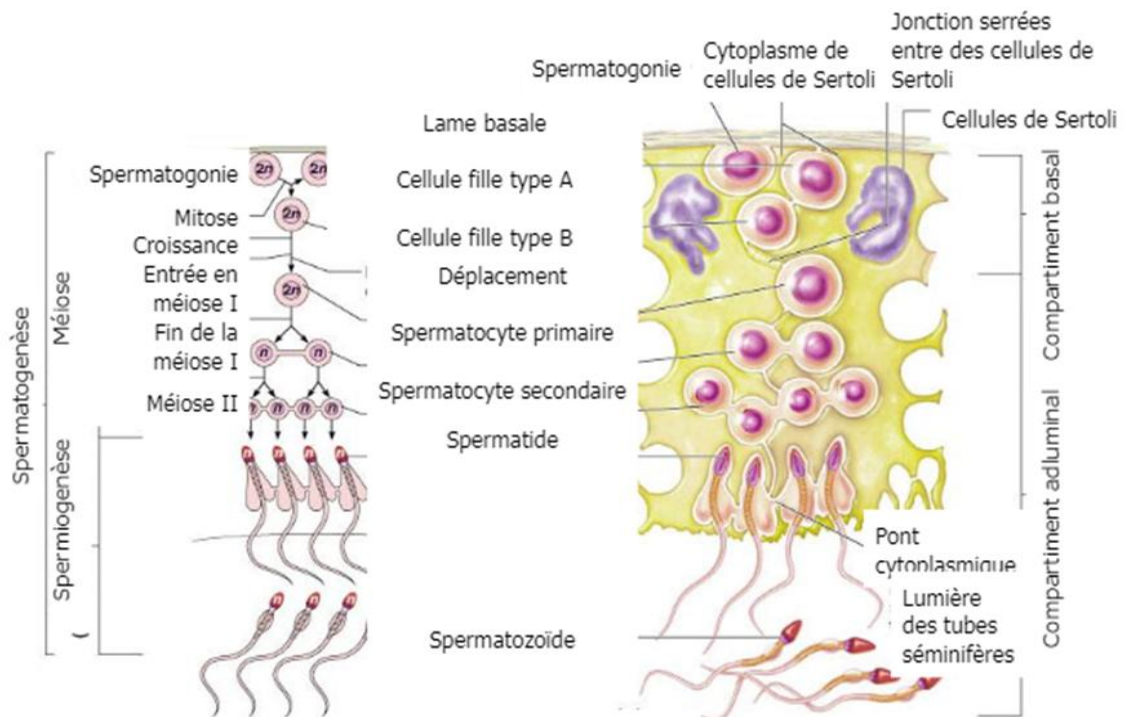


Figure 11: Différentes étapes de la spermatogenèse (Marieb, 2006).

5.1.1. Spermatocytogenèse

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

nécessaires au maintien d'un nombre suffisant de cellules souches (Little et Holyoak, 1992 ; Barone, 2001).

5.1.2. Méiose

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

5.1.3. Spermiogénèse

C'est l'étape où les spermatides subissent une série remarquable de modifications qui aboutissent à la libération de spermatozoïdes mûrs (figure12) (Barone, 2001). A partir de ce stade il n'y a plus de divisions cellulaires, mais on observe surtout des métamorphoses extrêmement complexes à l'échelle moléculaire et cellulaire (Schulz et *al.*, 2005).

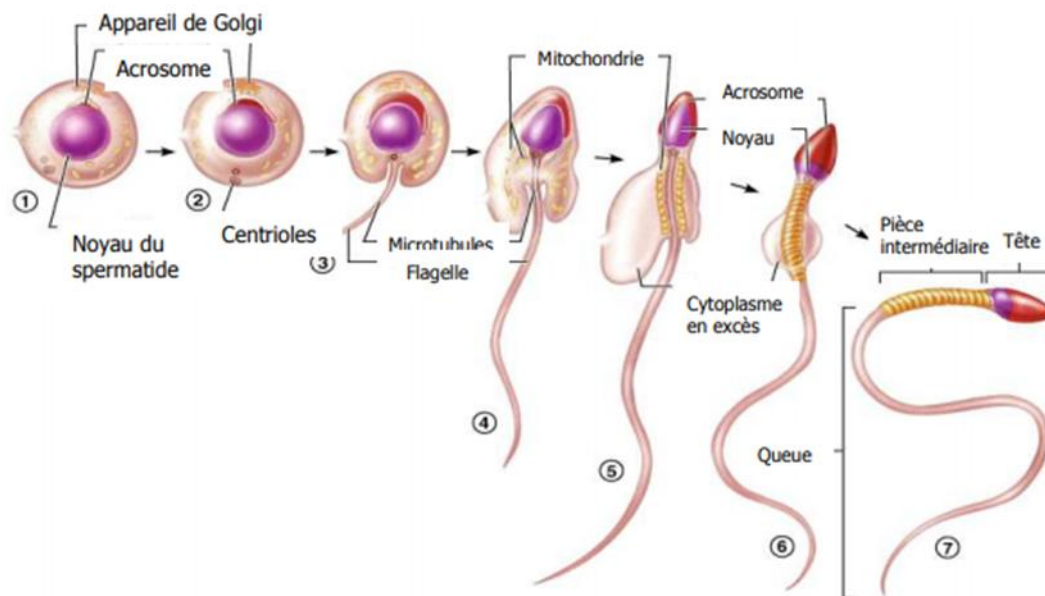


Figure 12: Les étapes de la spermiogénèse (Gayrard, 2007).

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

- La condensation du noyau et la déshydratation de la chromatine.
- La formation de l'acrosome au départ d'une vésicule golgienne.
- Le développement de l'appareil flagellaire à partir du centriole distal.

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

5.2. Stéroïdogénèse

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

La biosynthèse des androgènes nécessite l'intervention d'un certain nombre d'enzymes agissant en cascade à partir d'un précurseur commun à tous les stéroïdes, le cholestérol (Saez, 1994). Au niveau de la cellule de Leydig la LH se lie à son récepteur (LHR) à sept domaines transmembranaires couplés aux protéines G, et stimule l'activité de l'adénylate cyclase entraînant ainsi une augmentation de l'adénosine monophosphate cyclique (AMPc). L'AMPc va stimuler la protéine kinase dépendante de l'AMPc (PKA) qui phosphoryle et active l'expression de différentes protéines telles que STAR importante pour l'entrée du cholestérol dans la mitochondrie. Une fois dans la mitochondrie, le cholestérol est transformé par différentes enzymes au prégnénolone et poursuit sa transformation au niveau de réticulum endoplasmique selon deux voies ($\Delta 4$ en orange et $\Delta 5$ en vert) pour aboutir à la testostérone. Le passage de la voie $\Delta 5$ à la voie $\Delta 4$ se fait par le biais de l'enzyme 3β HSD (Figure13) (Annick, 2014).

En association avec la FSH, la testostérone est essentielle pour l'initiation et le maintien de la spermatogénèse. Elle agit sur les cellules de Sertoli et sur les cellules péri tubulaires, via des récepteurs spécifiques, stimulant indirectement la spermiogénèse par une voie paracrine (Wosnitzer et Paduch, 2013).

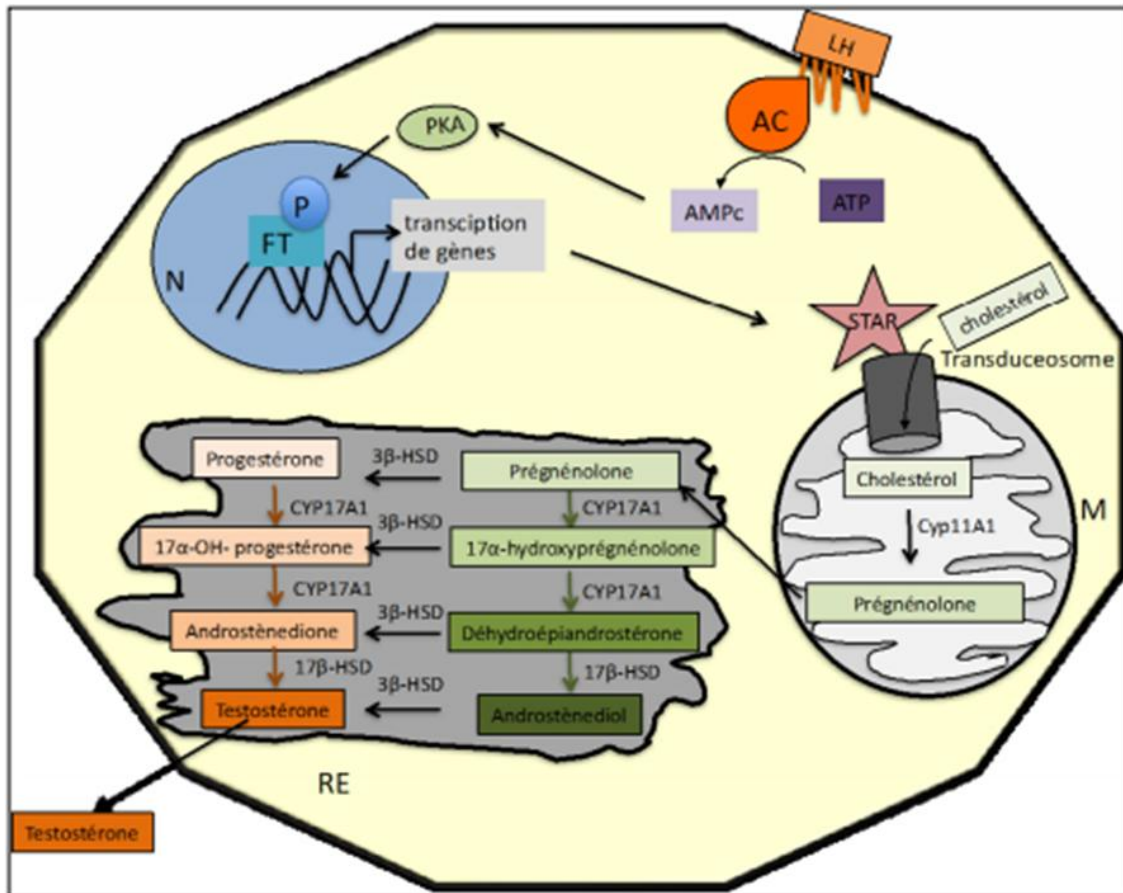


Figure 13: La stéroïdogénèse dans les cellules de Leydig (Annick, 2014).

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

6. Fonctions physiologiques de l'épididyme

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

6.1. Maturation des spermatozoïdes

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

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

6.2. Acquisition de la motilité

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

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

6.3. Protection

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

6.4. Stockage

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

7. Mode de sécrétion de l'épididyme :

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

7.1 Sécrétion mérocrine

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

7.2 Sécrétion apocrine

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

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

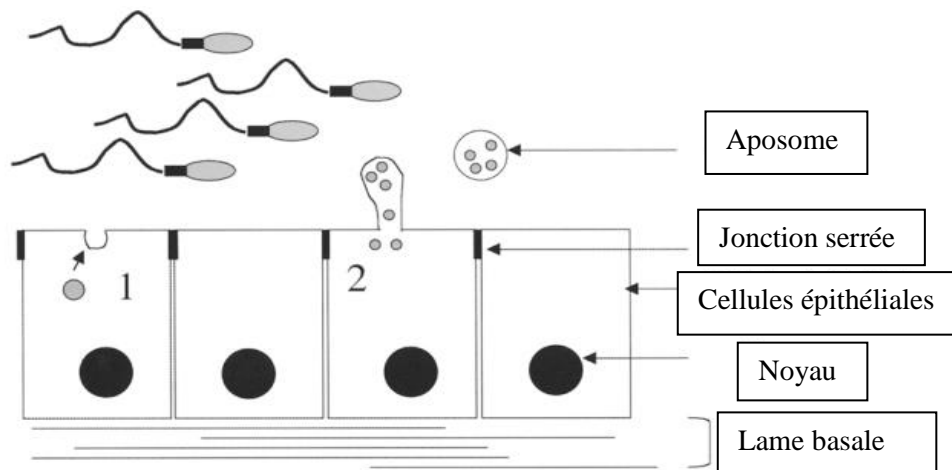


Figure 14: Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Rejraji et Drevet, 2004)

1-sécrétion mérocrine, 2- sécrétion apocrine.

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

La fonction de reproduction chez les lapins mâles est sous le contrôle d'un système hormonal complexe ceci par l'intervention de l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique (Figure 15).

8.1. Axe hypothalamo-hypophysio-gonadique

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

8.1.1 Au niveau hypothalamique

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

8.1.2 Au niveau hypophysaire

La GnRH, libérée dans l'antéhypophyse via la circulation portale hypophysaire, se lie à un récepteur spécifique (GnRH) exprimé par les cellules gonadotropes de l'hypophyse. Cette liaison déclenche la production et la sécrétion des deux gonadotrophines, la LH (Luteinizing Hormone) et la FSH (Follicule Stimulating Hormone) (Migaud *et al.*, 2016).

8.1.3 Au niveau gonadique

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

8.2. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule

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

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

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

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

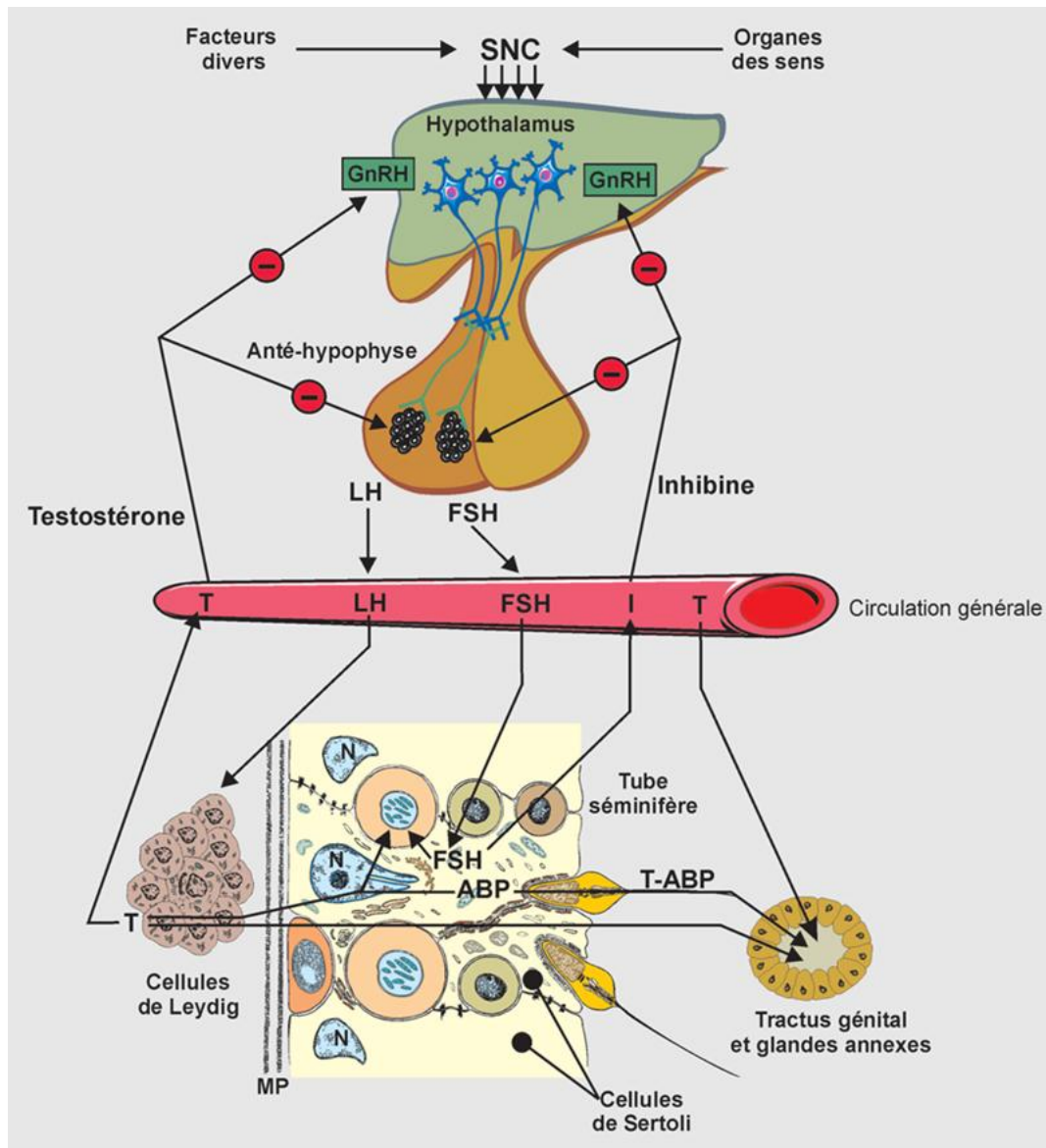


Figure 15: Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (Marie Saint-Dizier et al., 2014).

SNC : système nerveux central ; T : testostérone ; I : inhibine ; ABP : Androgen Bindin Protein ;

MP : membrane plasmique

9. Régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire

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

et enfin, des facteurs paracrines et/ou autocrines produits par les cellules avoisinantes ou les cellules elles-mêmes (Figure 16). (Britan et Drevet, 2016).

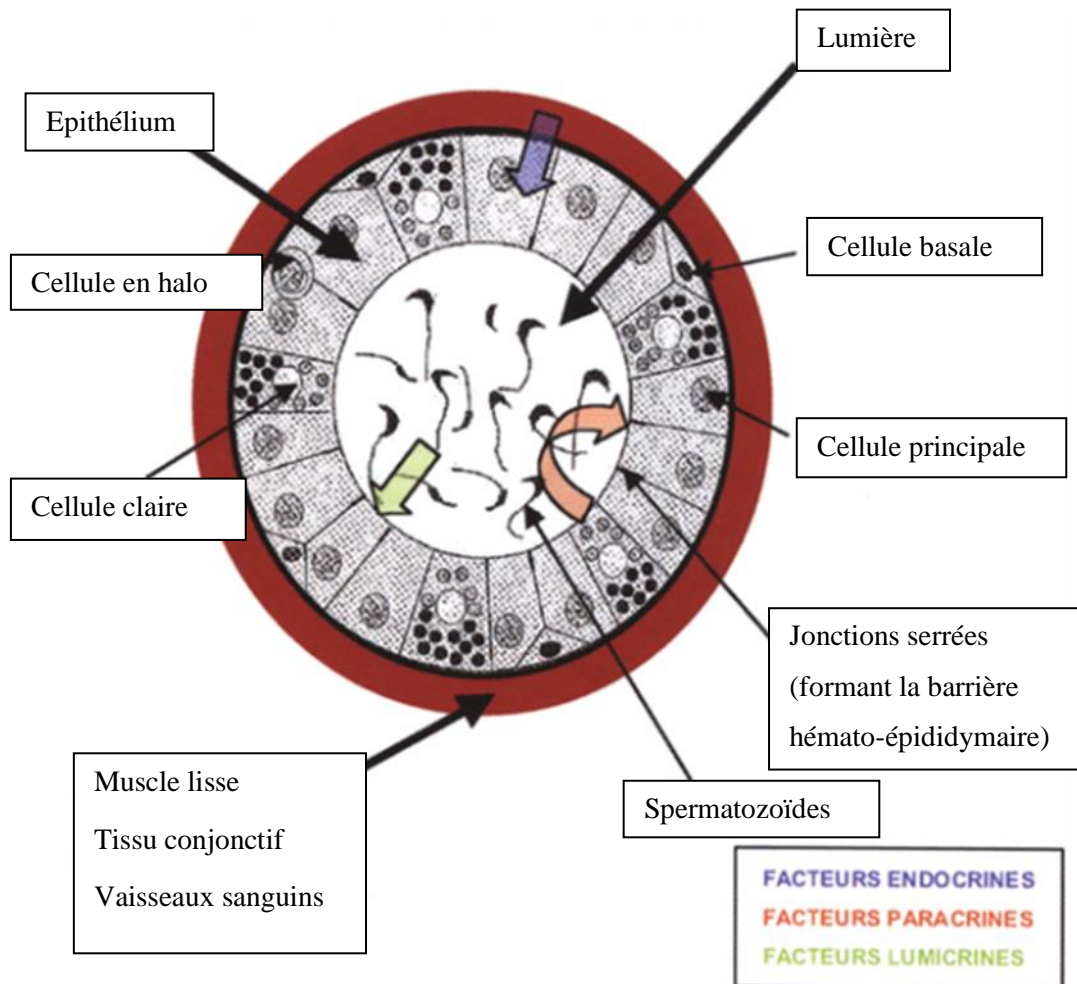


Figure 16: Représentation schématique de l'organisation cellulaire de l'épithélium épидидymaire de rat en coupe transversale et des différentes voies de régulation des fonctions épидидymaire (modifié d'après Robaire et *al.*, 234)

10. influence des facteurs de l'environnement sur la reproduction des lapins

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

10.1 Température

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

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

La température favorable pour la reproduction se situe entre 15 et 18°C, avec une humidité relative maintenue entre 55 et 80% (Lebas, 2009).

10.2 Saison

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

10.3 Eclairage

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

10.4. Humidité (l'hygrométrie)

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

10.5. Alimentation

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

10.6. Age

L'âge des mâles influence significativement sur la concentration et le nombre des spermatozoïdes motiles obtenus par éjaculat. En effet les mâles adultes de 9 à 12 mois ont une semence de concentration et un nombre de spermatozoïdes motiles plus élevé que celle des mâles jeunes de 4 à 5 mois (Panella et Castellini, 1990).

10.7. Etat sanitaire

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

10.8. Effet des huiles essentielles :

Récemment, pleins d'études ont porté objet la démonstration des effets des huiles essentielles sur la fonction reproductrice des mâles. Les résultats des expérimentations ont démontré que ces huiles essentielles peuvent avoir selon la plante utilisée une toxicité plus ou moins importante chez les lapins et rongeurs de compagnie. Les paramètres qui peuvent être affectés par ces dernières sont : le poids corporel et le poids et le volume des gonades mâles (testicules et épидидymes), l'infertilité de sujet en question, le développement du fœtus par les effets tératogènes (Kammerer et *al.*, 2012).

A decorative border in a dark brown color, resembling a scroll or a ribbon, frames the text. It has rounded corners and small circular motifs at the top and bottom edges.

Chapitre 3

Matériels et Méthodes

Notre étude figure parmi les activités de recherche de Dr. Lakabi, portant sur le développement gonadique (testicule et épидидyme) et la maturité sexuelle des lapins de la population locale. Cette étude, a pour objectif la détermination des effets de l'huile essentielle *Eucalyptus globulus* administrée à deux doses différentes sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins pré-pubères (3mois) (figure 17), en tenant compte de certains critères : poids gonadique, poids corporel et la structure histologique des testicules et d'épididymes.

1. Lieu d'expérimentation

L'étude a été conduite conjointement au niveau de la station d'élevage privée de Djebba, daïra de OUAGUENOUN située à 20 Km au Nord-Est de Tizi-Ouzou où les sacrifices et la dissection des lapins ont été effectués, pour que la suite des études histologiques se poursuivent au niveau du laboratoire de recherche d'écologie des invertébrés terrestres au sein de l'université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, durant la période allant de la fin de mois d'avril au mois de juillet.

2. Matériel et méthode

2.1 Modèle animal

Le lapin est un modèle essentiel en recherche scientifique vu sa phylogénétique plus proche de l'homme, la facilité de sa manipulation, et sa taille qui permet facilement l'obtention des échantillons tissulaires et sanguins. De plus, son taux de reproduction élevé et l'intervalle de génération relativement court (Houdebine, 1998).

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

- Nom scientifique: *Oryctolagus cuniculus*
- Règne: Animalia
- Embranchement: Vertebrata
- Classe: Mammalia
- Superordre: Glire
- Ordre: Lagomorpha
- Famille: Leporidae
- Sous-famille : Leporinae
- Genre: *Oryctolagus*

- Espèce: : *Oryctolagus cuniculus*



Figure 17: Lapin pré-pubère de souche locale âgé de 3mois (Originale, 2021)

2.2 Modèle végétal

2.2.1 Description de la plante d'*Eucalyptus globulus*

Eucalyptus globulus, appelé aussi Gommier bleu (Figure 18) fait partie de la famille des Myrtacées, il a été découvert en 1792. C'est un arbre originaire de Tasmanie (Australie) mesurant 30 à 60 mètres de haut et peut atteindre jusqu'à 100 mètres dans certains cas. Son tronc est lisse et sa couleur varie du blanc au gris, dont l'écorce se détache facilement en longues bandes. Les jeunes feuilles sont cireuses, ovales, claires, opposées et sessiles. Mais ce sont les feuilles poussant sur les vieilles branches qui sont officinales car ce sont les seules à posséder des poches à essences sur la face inférieure. Ces feuilles (Figure 18) peuvent atteindre 25centimètres de long. Elles sont falciformes, alternes, pétiolées, de couleur gris-vert. Les feuilles ont une nervure principale surtout distincte sur la face inférieure. La plante coupée est reconnaissable par la présence de nombreuses poches sécrétrices sur la face inférieure de la feuille.

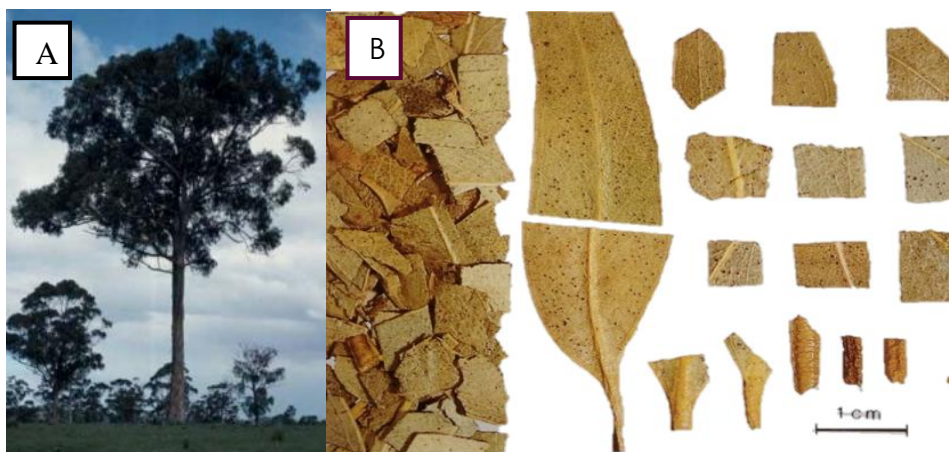


Figure 18:A : Arbre d'*Eucalyptus globulus* B : Feuilles d'*Eucalyptus globulus* (Koziol, 2015).

De point de vue taxonomique l'*Eucalyptus globulus* est classé comme suit :

- Embranchement : Spermatophytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones vraies (ou Eudicotylédones ou Eudicots)
- Sous-classe : Rosidées
- Ordre : Myrtales
- Famille : Myrtacées
- Genre : *Eucalyptus*
- Espèce : *Eucalyptus globulus*

2.2.2 Description de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*

Selon AFNOR, il s'agit d'une huile essentielle obtenue par entraînement à la vapeur d'eau des feuilles et rameaux (Figure 19), broyés ou non, et récemment récoltés, d'*Eucalyptus globulus*. On distingue les huiles essentielles crues provenant d'un broyat et celles traditionnellement distillées en vrac dans l'alambic. Cependant, les produits commercialisés sous les appellations : 70% - 75% et 80% - 85% sont des huiles essentielles rectifiées sous vide pour obtenir une teneur en cinéole-1,8 respectivement supérieure à 70% et 80%. L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est liquide, de couleur jaune pâle et dégage une forte odeur de 1,8-cinéole.

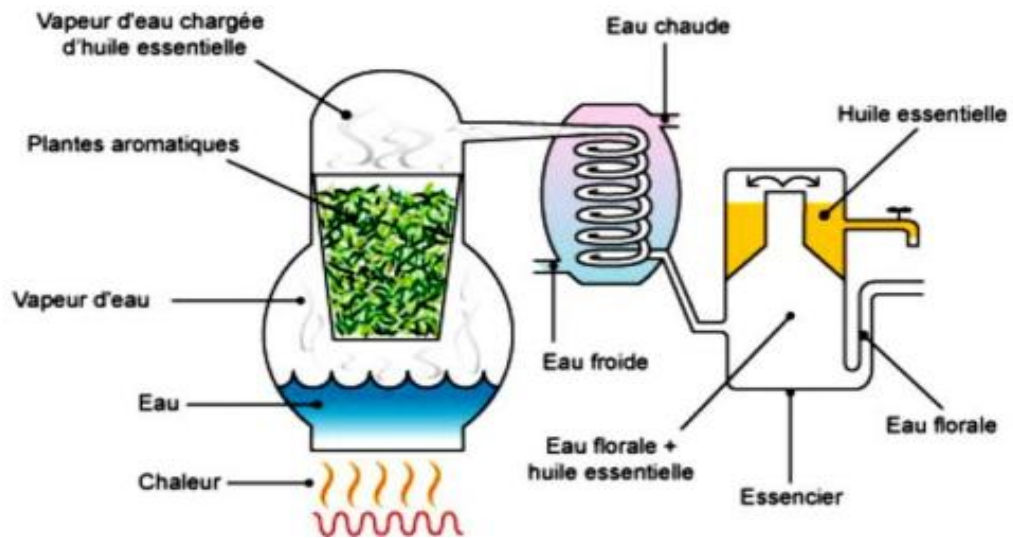


Figure 19: Technique d'extraction de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* par entraînement à la vapeur d'eau (Boutamani, 2013)

Les principaux constituants de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* ainsi leur pourcentage selon AFNOR sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Constituants principaux de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* (Koziol, 2015)

Constituants	Huile essentielle crue	
	Broyées en verts	Traditionnelles
Minimum%	10	10
α -pinène		
Maximum%	20	22
Minimum%	2	1
Limonène		
Maximum%	4	8
Cinéole-1.8	48	58
Minimum%	1	1
Para-cymène		
Maximum%	3	5
Minimum%	1	1
Trans-pinocarvéol		
Maximum%	4	5
Minimum%	6	1
Aromadendrène		
Maximum%	10	5
Minimum%	0.5	0.5
Globulol		
Maximum%	2.5	1.5

3. Constitution des lots

L'étude a été menée sur seize lapins âgés de trois mois dont le poids varie entre 1.72 et 2.49kg, répartis en trois lots, les deux premiers lots auxquels on a administré l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* l'un comprend sept lapins et l'autre comprend cinq lapins, le troisième lot contient les quatre lapins témoins (auxquels aucun traitement d'huile essentielle n'a été administré).

Lot 1 (première dose) : $D1=200\mu\text{l}/\text{kg}$

Lot 2 (deuxième dose) : $D2=400\mu\text{l}/\text{kg}$

Les lapins sont placés dans des cages exposés aux mêmes conditions de vie (température, lumière et humidité) qui sont celles de l'environnement ambiant durant une semaine pour l'adaptation et réduction d'effet de stress, et nourris avec un aliment sec granulé fabriqué et commercialisé par l'ONAB d'Alger (Office National de l'Aliment de Bétail. L'eau est distribuée en accès libre permanent par des pipettes individuelles.

3.1 Pesée et administration des huiles

Après une semaine d'adaptation, les lapins ont été pesés (Figure 20) afin de déterminer le volume de l'huile essentielle à administrer pour chaque lapin. Ce volume a été pipeté grâce à une micropipette, mélangé avec 0.5ml d'eau distillé et administré à prise unique par voie orale avec seringue (Figure 21).



Figure 20 : Pesée des lapins (Originale, 2021)



Figure 21: Administration de l'huile essentielle par voie orale (Originale, 2021)

3.2 Sacrifice et prélèvement

Une semaine après l'administration de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*, les lapins sont de nouveau pesés, puis sacrifiés la matinée entre 9h00 et 12h00 au niveau de la station d'élevage privée de Djebba. Le sang des lapins est recueilli dans des tubes sec, ensuite centrifugé grâce à une centrifugeuse ; le sérum est gardé dans des eppendorfs pour des dosages ultérieurs (Figure 22).

Après dissection, les testicules dégraissés sont pesés à l'aide d'une balance de précision (0.01g) puis fixés dans des cassettes soigneusement fermées émergées dans le fixateur (Figure 22).

Les épидидymes sont aussi prélevés, leur volume est mesuré par méthode de la mesure du volume d'eau déplacé à l'immersion de l'organe dans une éprouvette graduée contenant un volume d'eau initialement connu. Les épидидymes droits sont fixés au Bouin Hollande dans des cassettes soigneusement fermés étiquetés pour une étude histologique, alors que les épидидymes gauches sont placés dans des eppendorfs et congelés à -20° pour des études ultérieures (Figure 22).

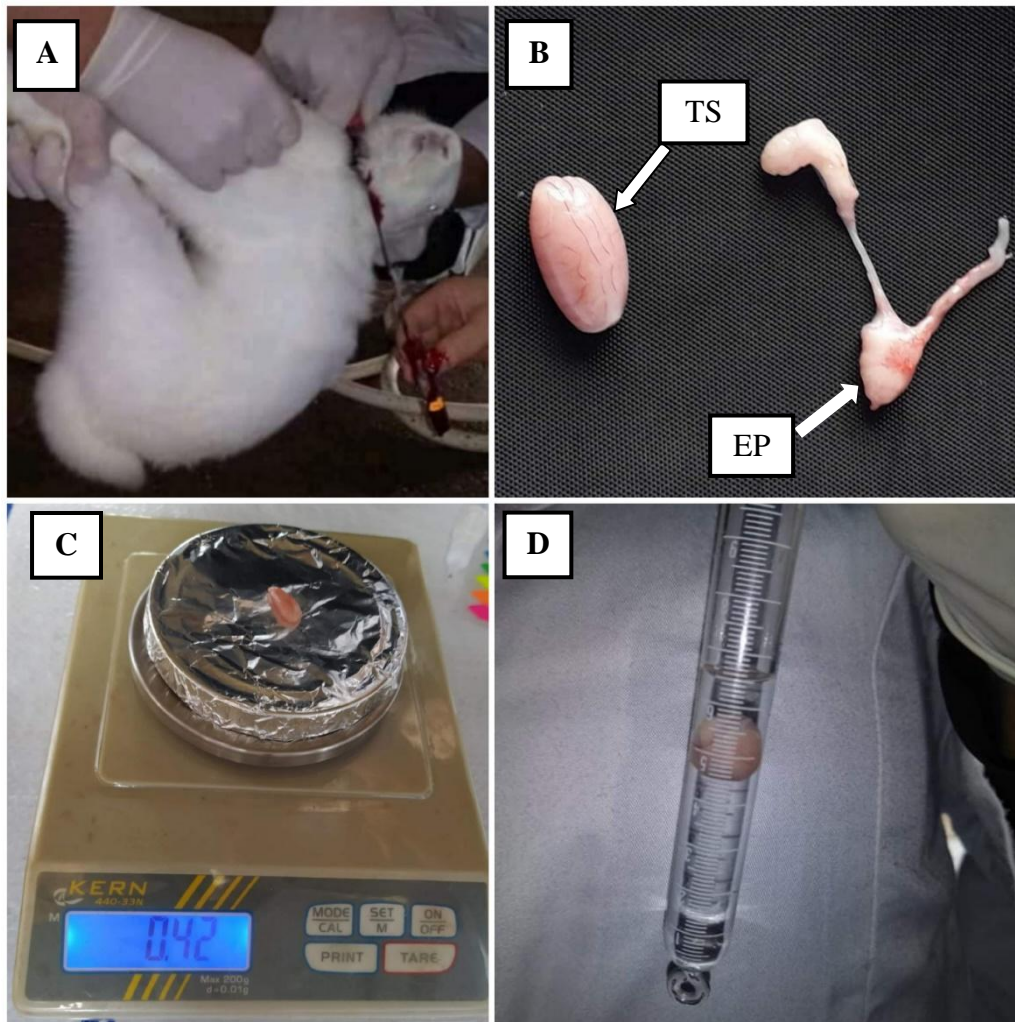


Figure 22:A : Sacrifice et récupération du sang. B : Prélèvement et dégraissage des organes génitaux. C : Pesée des testicules. D : Mesure de volume de l'épididyme. (Originale, 2021)

4. Etude histologique

L'étude histologique s'intéressera à la structure microscopique des tissus et cellules composants des organes prélevés. Afin d'aboutir à des coupes qui permettront cette étude on doit passer par une série d'étapes : fixation, déshydratation et éclaircissement, imprégnation, inclusion, réalisation des coupes, collage, déparaffinage, coloration topographique et enfin l'observation microscopique.

4.1. Fixation des échantillons

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

Elle doit se faire immédiatement après le prélèvement par immersion des organes dans un volume de fixateur trois fois supérieur à leur volume. Les fixateurs les plus utilisés sont le formol et le liquide de Bouin (Figure 23) ; ce dernier est une solution préparée au laboratoire sur la base d'un mélange de formol et d'acide picrique. Les organes sont plongés, séparément, dans des cassettes étiquetées, pendant 7 jours (Figure 24).



Figure 23: Le fixateur Bouin Hollande (Originale, 2021)

Figure 24: Fixation des organes dans du Bouin (Originale, 2021)

4.2. Déshydratation

C'est le passage de l'échantillon dans des bains d'alcool éthylique à degrés croissant (de l'alcool à dilué 50° 70° jusqu'à l'alcool absolu à 100°) (Figure 25) pendant 40 minutes pour chacun. Cette étape permet l'extraction d'eau intracellulaire pour pouvoir réaliser une coupe fine par la suite sans perdre la structure cellulaire initiale au moment de la rupture de la membrane plasmique (sortie d'eau brutale). En dernier ils sont transférés dans deux bains de xylène pendant 40min pour l'éclaircissement (Figure 26).

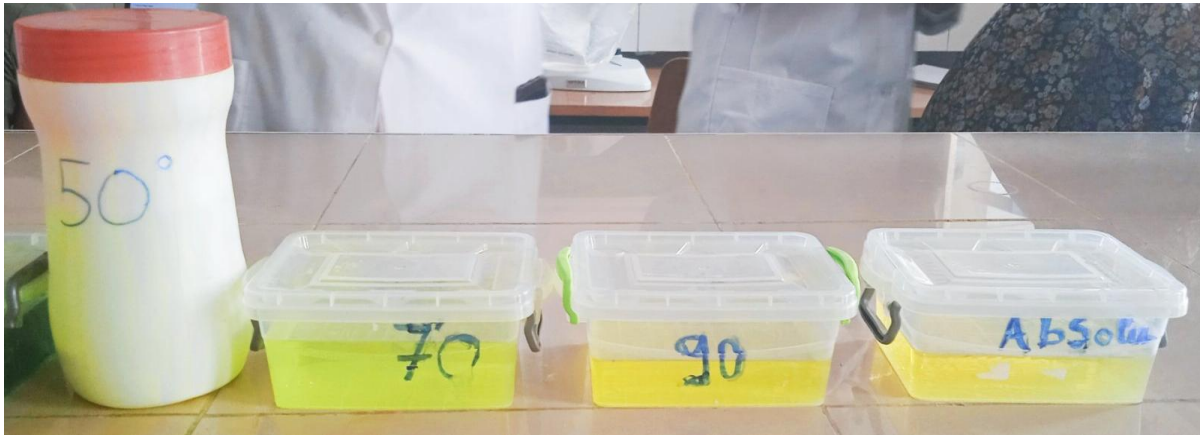


Figure 25: Les bains d'alcool croissants (Originale, 2021).



Figure 26: Les deux bains de xylène (Originale, 2021).

4.3. Imprégnation

L'imprégnation est effectuée dans une étuve à une température de 60°C, elle consiste à plonger les organes dans trois bains de paraffine successifs ; le premier bain contient une moitié paraffine et moitié xylène, tandis que les deux derniers contiennent de la paraffine pure (Figure 27).



Figure 27: Imprégnation des échantillons dans l'étuve (Originale, 2021).

4.4. Inclusion

L'inclusion a pour but de permettre la réalisation des coupes fines et régulières. Le milieu d'inclusion utilisé est la paraffine. L'échantillon donc sera coulé dans un moule contenant la paraffine fondue par chauffage et devenue liquide, qui infiltre alors toute la pièce. Ensuite, les moules sont placés sur une plaque refroidissante afin de les durcir. Après refroidissement, on se retrouve avec un bloc de paraffine dur à l'intérieur duquel l'organe prélevé est inclus (Figure 28).



Figure 28: Formation des blocs avec des organes recevant de la paraffine
(Originale, 2021).

4.5. Confection des coupes histologiques

La réalisation des coupes fines entre 2 à 5 μ m d'épaisseur sur les blocs d'organes est effectuée à l'aide d'un microtome à paraffine de type Leica au niveau de laboratoire d'anatomo-pathologie du CHU de Tizi-ouzou, permet de réaliser des sections de 2 à 5 μ m (Figure 29). Les coupes sont récupérées sur des lames porte-objet propres qui seront incubées toute une nuit à 38°C dans une étuve.



Figure 29: Photographie d'un microtome(Originale,2021)

4.6. Déparaffinage

Le déparaffinage consiste, comme son nom l'indique, à éliminer la paraffine, c'est-à-dire le milieu d'inclusion. Les lames sont placées sur une plaque chauffante (de 45 à 60°C) pendant 15min afin d'obtenir la liquéfaction et donc l'élimination de la paraffine périphérique puis plongées dans deux bains de xylène.

4.7. Réhydratation

La réhydratation permet l'élimination de l'eau intracellulaire, en immergeant les lames dans deux bains de xylène, puis des bains d'alcool éthylique (Figure 30) à de degrés décroissants (100°, 90°, 70°, 50°).



Figure 30: Photographie des bains d'alcool et de xylène de la circulation (Originale, 2021)

4.8. Coloration topographique

La coloration de tissu biologique est souvent nécessaire pour la mise en évidence et l'identification de cellules ou de la structure tissulaire. Certaines colorations nécessitent la fixation des tissus et la création de coupes histologiques.

La coloration topographique choisie pour nos échantillons est la coloration topographique de Trichrome de Masson. Cette coloration permet de mettre en évidence grâce aux colorants utilisés (Figure 31), le noyau en noir, le cytoplasme acidophile et le nucléole en rose, les sécrétions sont soit rouges soit vertes en fonction de leur nature, les muscles sont rouges et les fibres de collagènes sont vertes.



Figure 31: Photographie d'une série de coloration topographique (Originale, 2021)

A : Hématoxyline ; **B :** Fuschine Ponceau ; **C :** Eau Acétifiée ; **D :** Acide Phosphomolybdique ;

E : Eau Acétifiée ; **F :** Vert Lumière ; **G :** Eau Acétifiée

4.9. Montage

Le montage consiste à fixer à l'aide d'une goutte de l'Eukitt une lamelle de verre sur l'échantillon histologique ce qui permet l'adhérence entre la lame et la lamelle puis effectuer une légère pression sur la lamelle pour chasser les bulles d'air.

4.10. Observation des lames

L'observation des lames se fait à l'aide d'un microscope photonique de type Optica qui permet d'observer toute variation ou modification des structures histologiques des épидидymes et des testicules

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

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

G : Grossissement ; V_{obj} : Grossissement de l'objectif ; V_z : Facteur de zoom d'optovar =2.5

5. Étude statistique

Les variables poids vif, poids et volumes des épидидymes et des testicules obtenus dans cette étude ont été soumis à une analyse de variance « ANOVA ». Le traitement statistique des données et les présentations graphiques des résultats a été réalisé sous Microsoft Office Excel 2007. La moyenne arithmétique des valeurs individuelles est calculée pour chaque paramètre, elle est suivie par la valeur de l'erreur standard liée à la moyenne « ESM ». La validité statistique des différences entre les moyennes est évaluée d'après le test d'ANOVA réalisé à l'aide d'un logiciel informatique « Origin Lab » 2007 et la valeur des probabilités « P » est la suivante

- Si $P < 0.001$: La différence est très significative=****
- Si $P < 0.01$: La différences est très significative=***
- Si $P < 0.02$: la différence est significative=**
- Si $P < 0.05$: La différence est peu significative=*
- Si $p > 0.5$: La différence est non significative

Chapitre 4

Résultats et discussion

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

1. Résultats

Les résultats porteront sur les paramètres macroscopiques (poids corporel, poids et volume épидидymaire) et les paramètres microscopiques (histologie des structures épидидymaires).

1.1. Résultats de l'étude macroscopique

La prise du poids des lapins est effectuée deux fois durant l'expérimentation, avant (J0) et après l'administration de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* (J7), ce qui a permis de suivre l'évolution pondérale des lapins et de déterminer l'effet de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

1.1.1. Poids corporel

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

Le développement du poids corporel des lapins âgés de 3 mois avant et après administration de l'huile essentielle à deux doses différentes D1 (200 μ l/Kg) et D2 (400 μ l/Kg) est représenté dans la Figure (32).

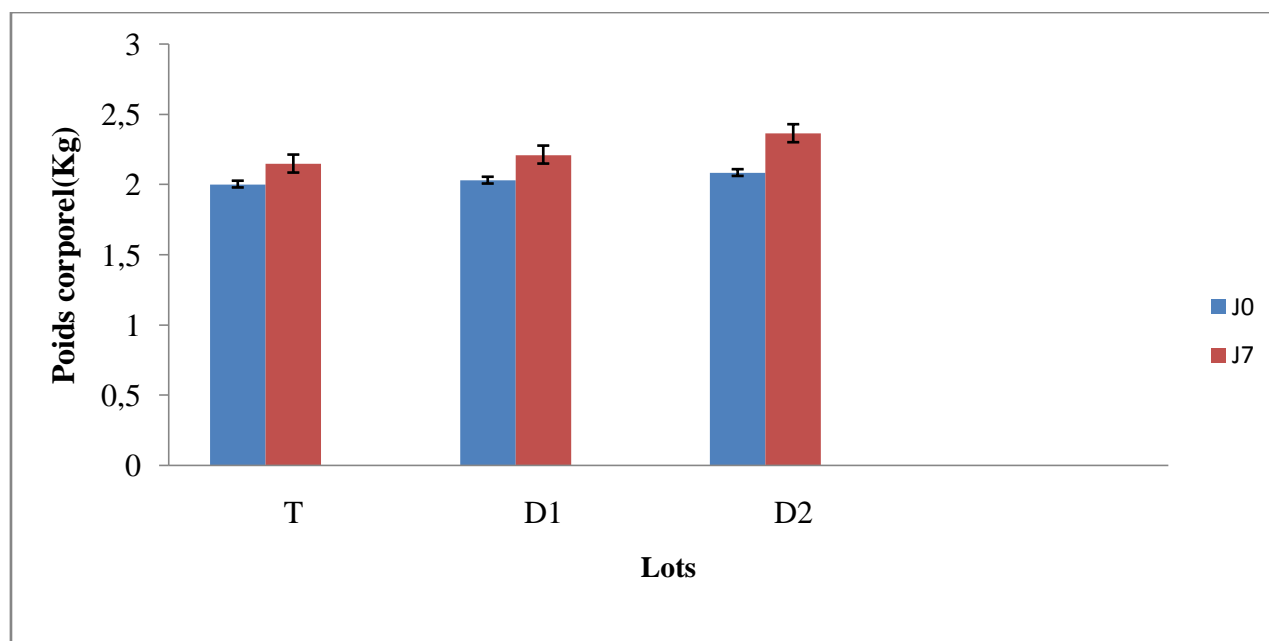


Figure 32: Représentation graphique des valeurs moyennes du poids corporel des lapins prépubères traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

T : Témoins ; **D1** : Traités par la dose 200 μ l/kg ; **D2** : Traités par la dose 400 μ l/kg.

Le poids corporel des lapins prépubères augmente entre J0 et J7 chez tous les lots avec un écart plus important chez les traités, particulièrement à la D2.

La comparaison de l'effet dose sur le poids a révélé que *l'Eucalyptus globulus* induit une augmentation plus importante du poids corporel à la D2 par rapport à la D1 dont les valeurs sont respectivement de 2,36Kg et de 2,12 Kg.

1.1.2. Poids testiculaires

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

Les poids des testicules gauches et droits des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de *l'Eucalyptus globulus* administrée est représenté dans la figure (33).

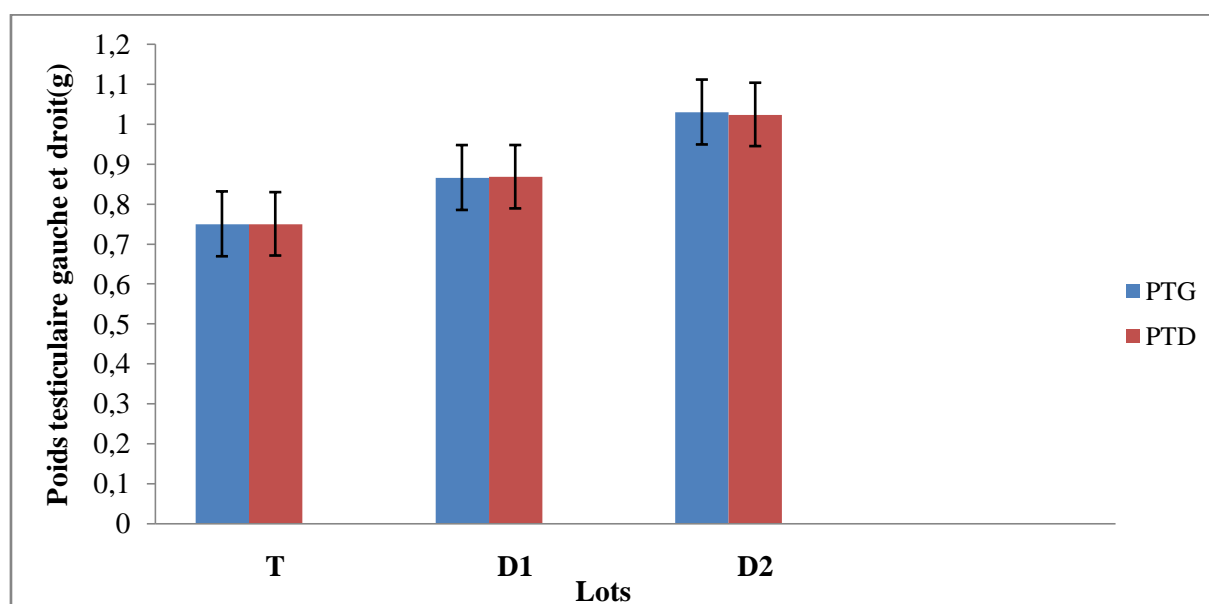


Figure 33: Représentation graphique des valeurs moyennes de poids testiculaire gauche et droit des lapins prépubères traités par *l'Eucalyptus globulus*.

T : Témoins ; **D1** : Traité par la dose 200µl/kg ; **D2** : Traité par la dose 400µl/kg ; **PTD** : Poids testiculaire droit ; **PTG** : Poids testiculaire gauche

Le poids testiculaire des lapins prépubères présente presque la même valeur au niveau des testicules gauches et testicules droits dans le lot des témoins et le lot la dose 1 et une valeur légèrement plus élevée au niveau des testicules gauches par rapport au testicules droits dans la D2 avec un écart plus important 0,32 g.

Le poids total de testicule des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de *l'Eucalyptus globulus* est représenté dans la figure (34).

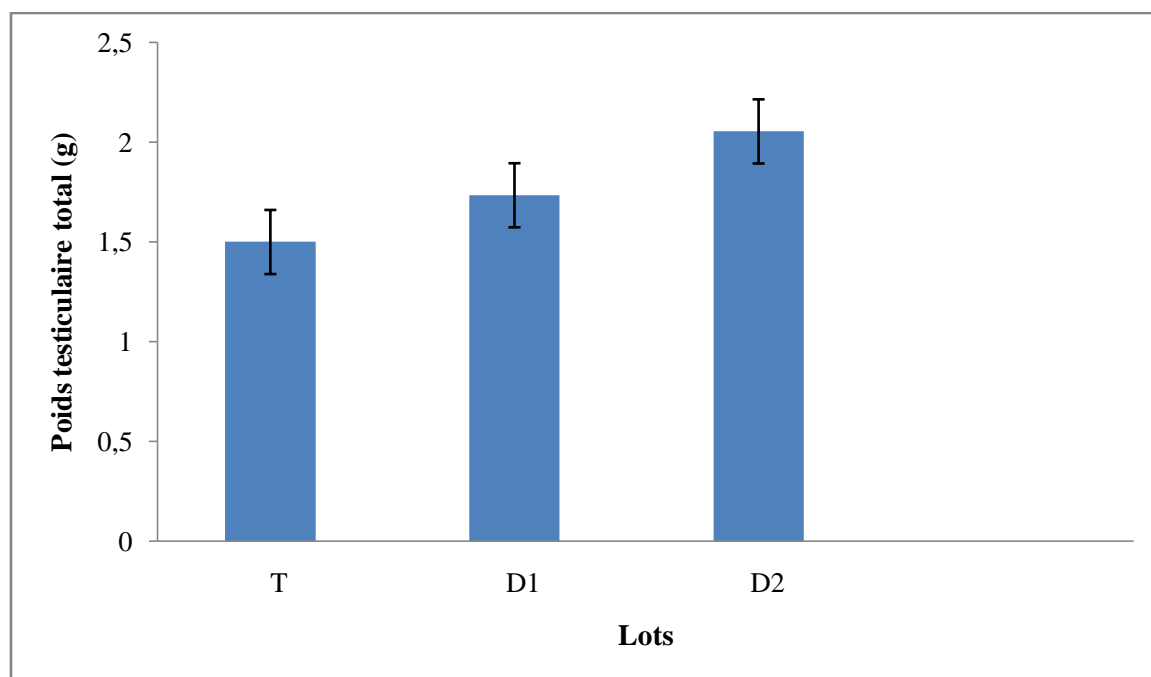


Figure 34: Représentation graphique des valeurs du poids testiculaire total chez les lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

T : témoins ; **D1** : traités par la dose 200µl/kg ; **D2** : traités par la dose 400µl/kg.

Les valeurs moyennes du poids du testicule total des lapins traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* à deux doses (200µl/kg et 400µl/kg) sont supérieures à celles des lapins témoins dont la valeur est de $1,5 \pm 0,27$ g.

Cependant les lapins traités par la dose2 ont une valeur plus élevée par rapport à la dose1 avec les valeurs respectives de $2,05 \pm 0,318$ g, $1,73 \pm 0,30$ g.

La comparaison de l'effet de la dose sur le poids testiculaire total montre que l'huile essentielle a un effet plus important à la dose 2 qu'à la dose1.

1.1.3. Poids testiculaire relatif à 100 g de poids corporel

Poids testiculaire relatif à 100g de poids corporel des lapins prépubère en fonction de la dose de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* est représenté dans la figure (35).

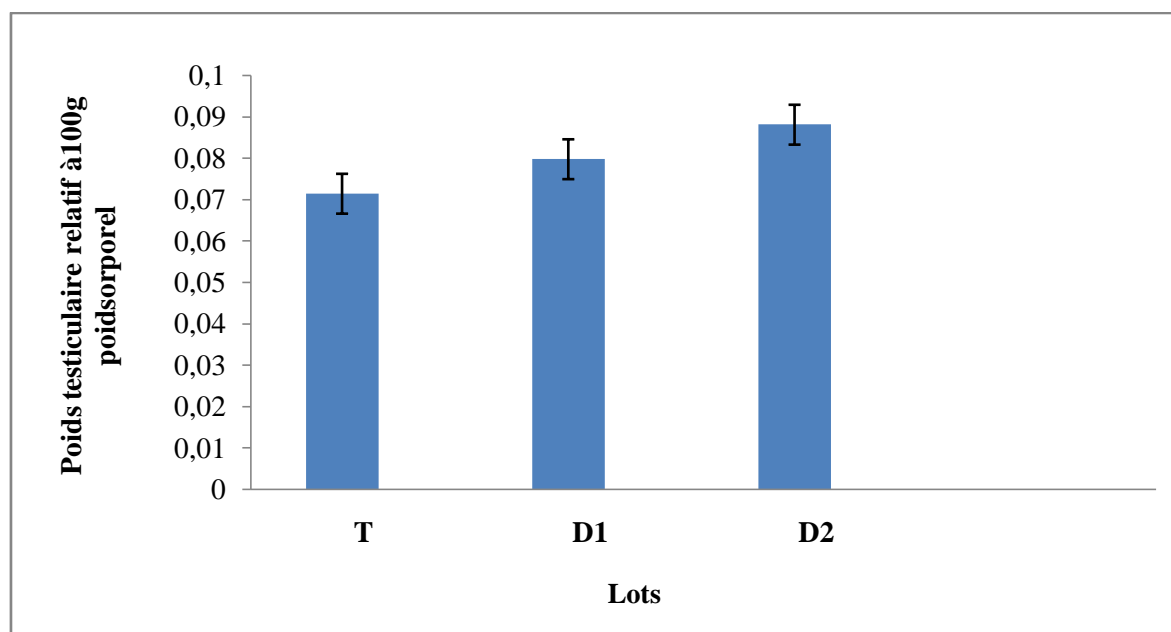


Figure 35: Représentation graphique des valeurs du poids testiculaire relatif à 100g de poids corporel chez les lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus*.

T : Témoins ; **D1** : Traités par la dose 200µl/kg ; **D2** : Traités par la dose 400µl/kg

Le poids testiculaire relatif à 100g du poids corporel des lapins prépubères traités par la dose 2 est plus élevée par rapport aux lapins témoins et les lapins traités par la dose 1, cependant les lapins traités par la D2 ont une valeur plus importante que ceux traités par la D1, d'où cette valeur augmente avec un écart de 0,01g.

1.1.4. Volume testiculaires

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

1.1.4.1. Volume testiculaire gauche et droit

Le volume des testicules gauches et droits des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus* administrée est représenté dans la figure (36).

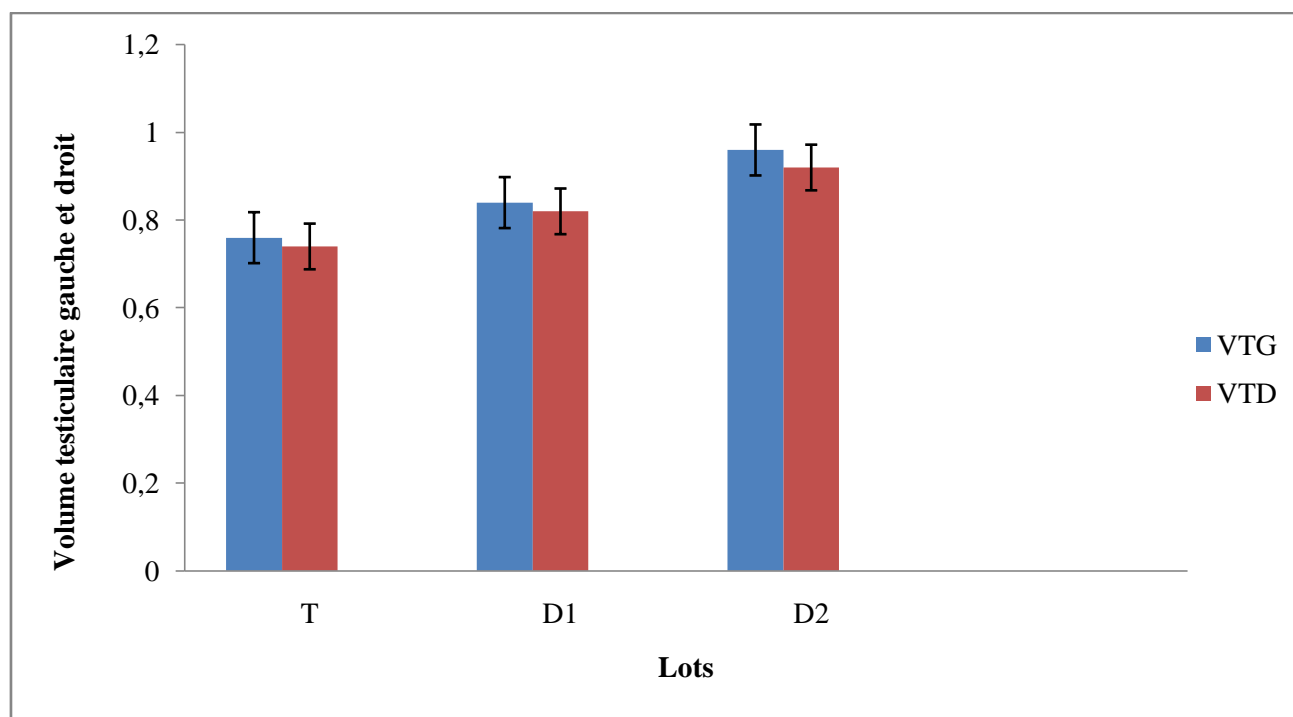


Figure 36: Représentation graphique des valeurs du volume testiculaire gauche et droit chez les lapins prépubères traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

T: témoin; **D1:** traités par la dose 1 (200µl/kg); **D2:** traités par la dose2 (400µ/kg); **VTD :** Poids testiculaire droit ; **VTG :** Poids testiculaire gauche

Le volume des lapins prépubères présente une valeur plus élevée au niveau des testicules gauches par rapport au testicules droits chez tous les lots. Néanmoins l'écart entre eux est plus important chez le lot traité par la dose 2 de *Eucalyptus globulus* qui est de 0,9ml.

1.1.4.2. Volume total testiculaire

Le volume total de testicule des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle administrée est présenté dans la figure (37).

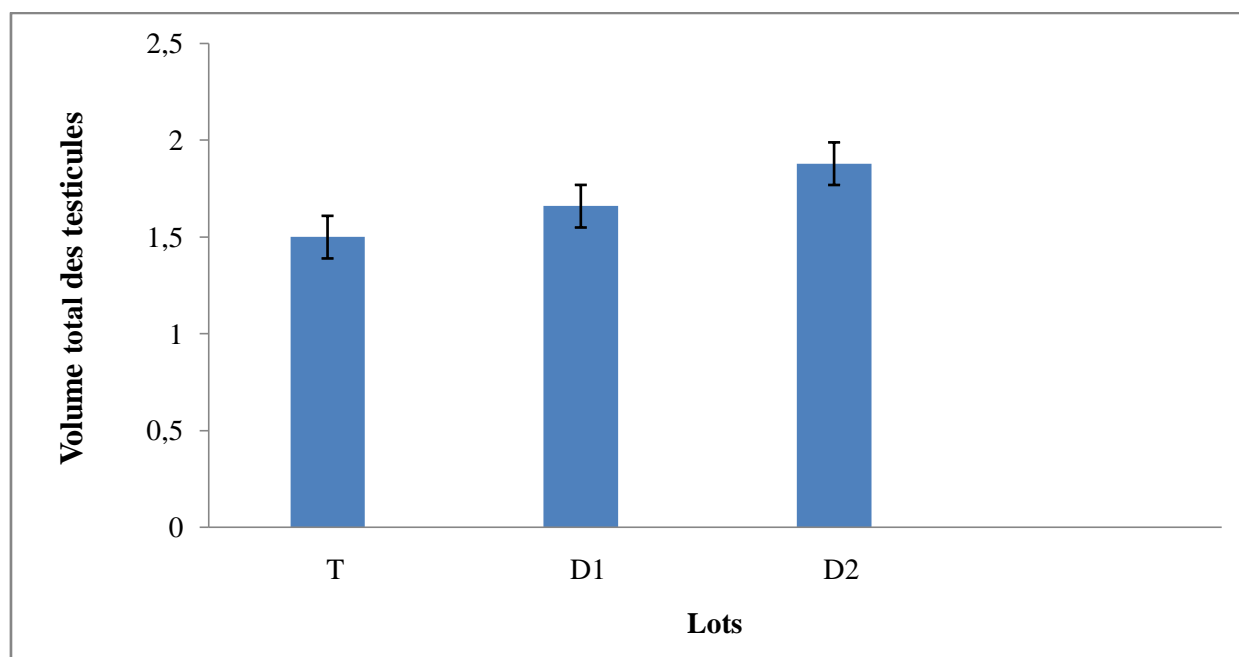


Figure 37: Représentation graphique des valeurs du volume testiculaire total chez les lapins de 3 mois traités par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus*.

T: témoin; D1: Traités par la dose 1(200µl/kg); D2: Traités par la dose2 (400µ/kg).

La valeur moyenne du volume total des testicules des lapins prépubères traités par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus* présente une augmentation progressive où les valeurs passent de $1,5 \pm 0,22$ g pour les lapins témoin (T), $1,66 \pm 0,28$ g pour les lapins traités par la dose 1, jusqu'à $1,88 \pm 0,33$ g pour les lapins traités par la dose 2. D'où nous avons constaté que cette valeur est plus élevée chez les traités par rapport au témoins et la D2 par rapport à la D1.

1.1.5. Poids épидидymaire

La figure (38) présente la variation des poids des épидидymes gauches et droits des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle administrée *Eucalyptus globulus*.

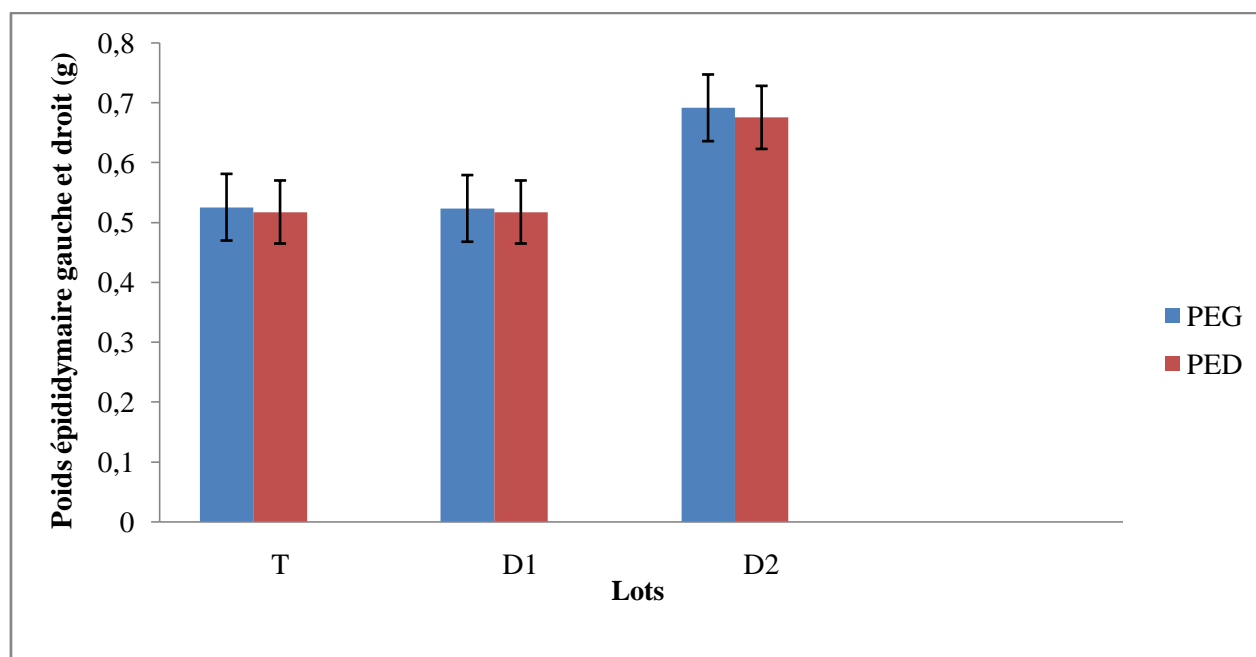


Figure 38: Représentation graphique des valeurs du poids épидидymaire gauche et droit chez les lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus*.

PEG: Poids épидидymaire gauche; **PED:** Poids épидидymaire droit; **T:** témoin; **D1:** traités par la dose 1 (200µl/kg) ; **D2:** traités par la dose2 (400µ/kg).

Chez tous les lots, le poids épидидymaire des lapins prépubères présente une valeur légèrement plus élevée au niveau des épидидymes gauches par rapport aux épидидymes droits, néanmoins l'écart entre eux est plus important à la dose2 qui est de 0,24g

Le poids total des épидидymes pour les lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle « *Eucalyptus globulus* » administrée est représenté dans la figure (39).

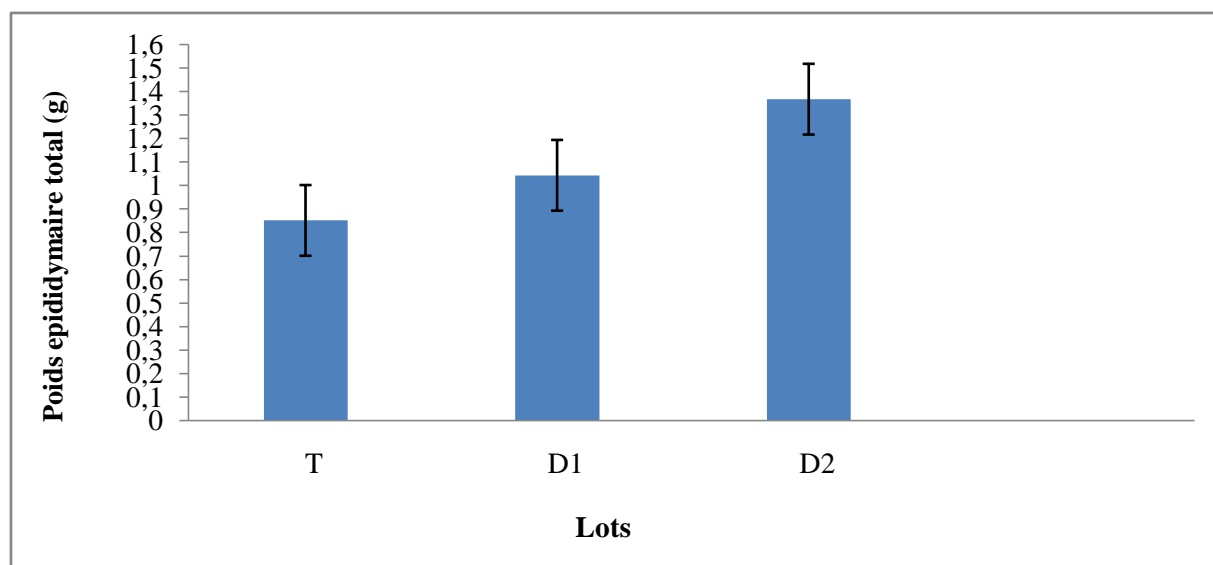


Figure 39: Représentation graphique des valeurs du poids épидидymaire total chez les lapins prépubères traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

T: Témoin; **D1:** Traités par la dose 1 (200µl/kg); **D2:** Traités par la dose2 (400µ/kg)

Les valeurs moyennes du poids épидидymaire totale des lapins traités par l'huile essentielle à deux doses (200µl/kg et 400µl/kg) sont supérieures à celles des lapins témoins dont la valeur est de $0,85 \pm 0,12$ g.

Cependant les lapins traités par la dose2 ont une valeur plus élevée par rapport à la dose1 avec les valeurs respectives $1,36 \pm 0,23$ g, $1,04 \pm 0,12$ g.

La comparaison de l'effet de la dose sur le poids épидидymaire total montre que l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* a un effet plus important à la dose 2 qu'à la dose1.

1.1.6. Poids relatif

Le poids relatif des épидидymes des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* est représenté dans la figure (40).

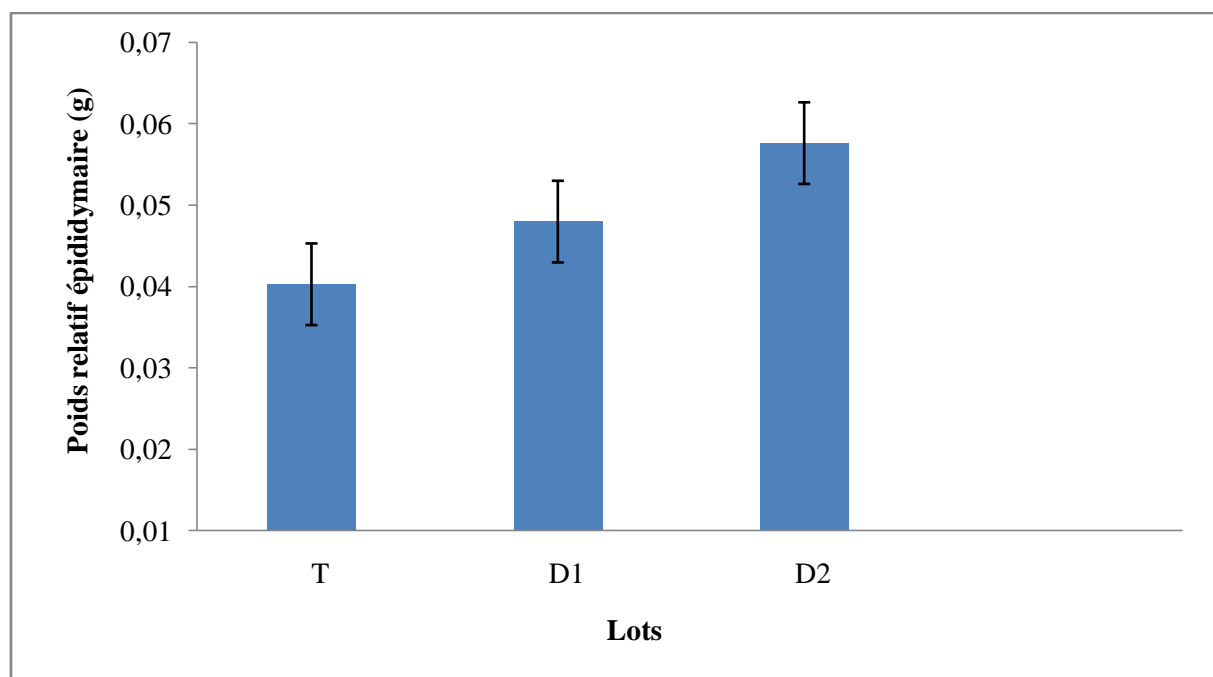


Figure 40: Représentation graphique des valeurs du poids épидидymaire relatif à 100g du poids corporel chez les lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle l'*Eucalyptus globulus*.

T: Témoin; **D1:** Traités par la dose 1 (200µl/kg); **D2:** Traités par dose2 (400µ/kg).

Les valeurs du poids épидидymaire relatif à 100g du poids corporel des lapins traités par la dose 2 de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* sont supérieures à celles des lapins traités par la dose 1 dans la même huile qui est à son tour supérieure au témoins, avec un écart de 0,002 entre les lapins témoins et ceux traité par la D1 et de 0,003 entre les lapins témoins et ceux traités par la dose2.

1.1.7. Volume épидидymaire

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

1.1.7.1. Volume epидидymaire gauche et droit

Le volume des épидидymes gauches et droits des lapins de prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* administrée est représenté dans la figure (41).

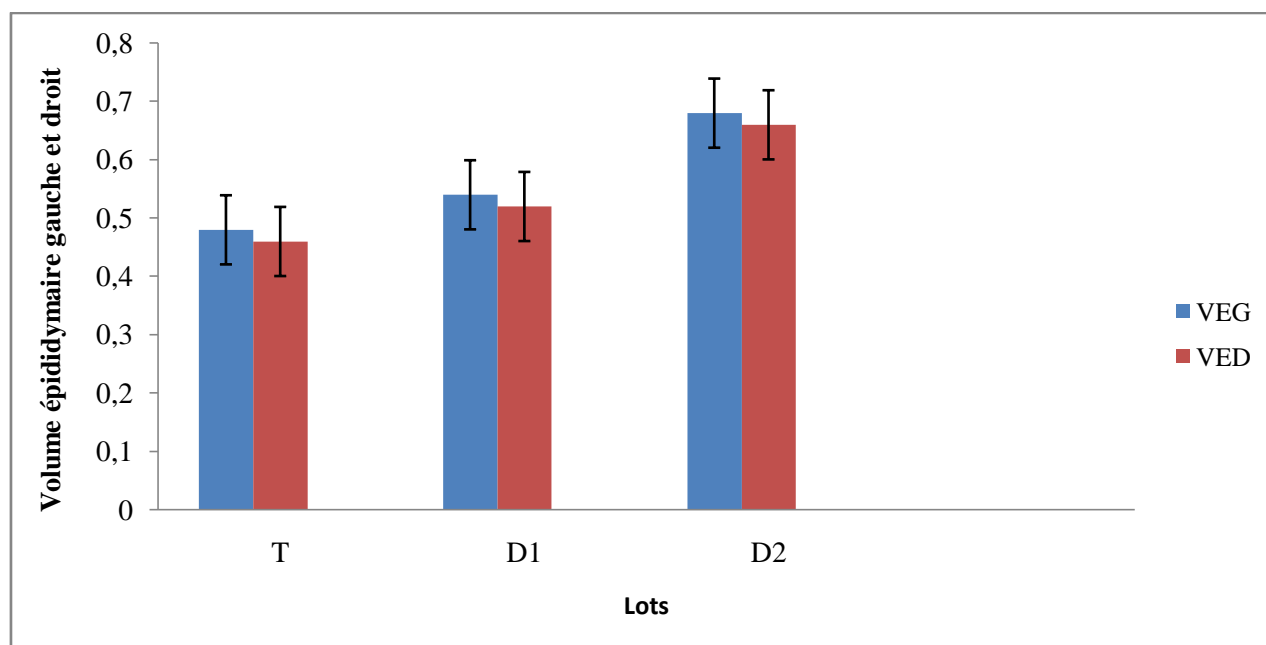


Figure 41: Représentation graphique des valeurs du volume épидидymaire gauche et droit chez les lapins de prépubères traités par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus*.

T: témoin; **D1:** traités par la dose 1 (200µl/kg); **D2:** traités par la dose2 (400µ/kg) **VED :** Volume épидидymaire droit ; **VEG :** Volume épидидymaire gauche

Le volume des lapins prépubères présente une valeur plus importante au niveau des epididymes gauches par rapport au testicules droits chez tous les lots. Néanmoins l'écart entre eux est plus important chez le lot traité par la dose 2 qui est de 0,24ml.

1.1.7.2. Volume épидидymaire total

Le volume épидидymaire total (VET) en millilitre (ml) est exprimé par la valeur moyenne \pm l'erreur standard liée à la moyenne (ESM).

Le volume épидидymaire total des lapins prépubères en fonction de la dose administrée des deux huiles essentielles est représenté dans la figure (42).

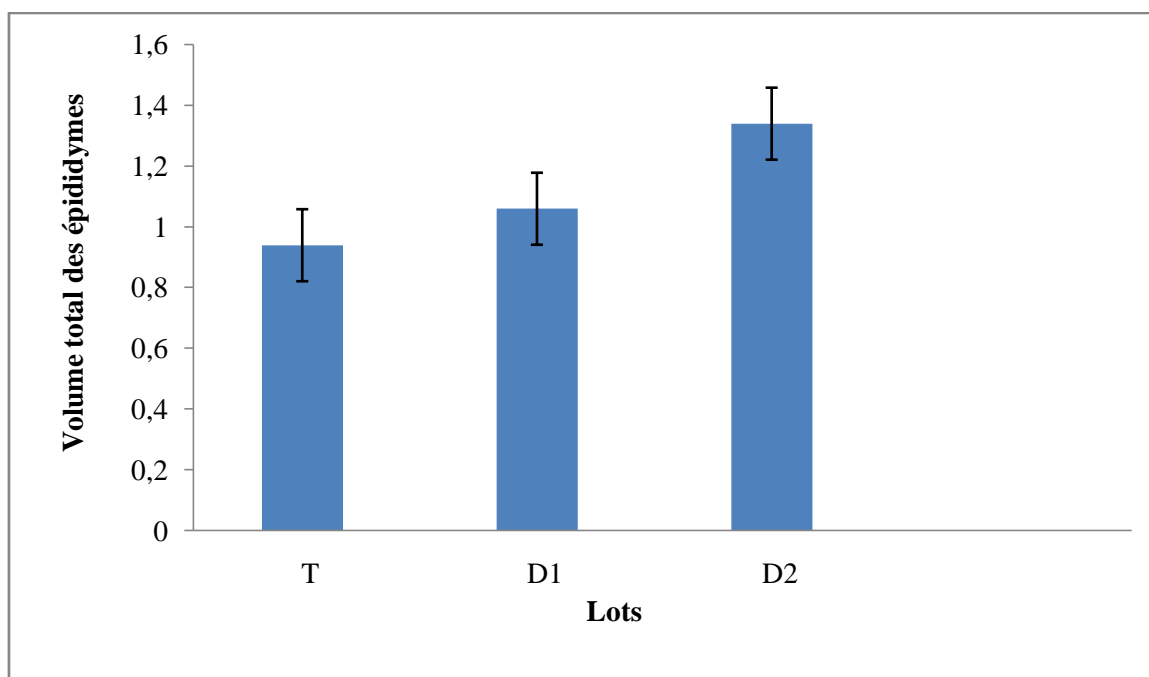


Figure 42: Représentation graphique des valeurs du volume épидидymaire total chez les lapins de 3 mois traités par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus*.

T: témoin; **D1:** traités par la dose 1 (200 μ l/kg); **D2:** traités par la dose2 (400 μ l/kg).

Les valeurs moyennes du volume total épидидymaire présentent une augmentation progressive, les valeurs passent de 0,94 \pm 0,10g chez lot témoin(T), 1,06 \pm 0,16g dose 1(D1) et de 1,20 \pm 0,60g chez la dose(D2), d'où cette valeur est plus élevée chez les traités en comparaison aux témoins et chez les traités par la D2 par rapport à la D1.

2. Résultats de l'étude microscopique

L'étude microscopique porte sur les changements histologiques du testicule et l'épididyme des lapins prépubères appartenant à la population locale traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* à deux doses différentes.

2.1. Etude histologique testiculaire

2.1.1. Etude histologique des testicules des lapins témoins

Chez les lapins témoins nous avons observé des tubes séminifères qui ont la paroi formée d'un épithélium comprenant des cellules de la lignée germinale : spermatogonies à noyaux ronds et condensés, spermatocytes I à noyaux volumineux et à chromatine décondensée grossiers, de nombreuses cellules de petite taille qui sont les spermatides rondes et des cellules de Sertoli à noyau triangulaire. Un tissu conjonctif intertubulaire entoure ces tubes, il est riche en cellules péritubulaires à noyaux aplatis et de cellules de Leydig à noyaux arrondis (Figure 43 A).

2.1.2. Etude histologique des testicules des lapins traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*

Pour les lapins traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* à la dose 1 (200µl/kg), nous avons observé la même structure histologique que les lapins témoins avec l'apparition des premières spermatides dont le nombre est très réduit dans certains tubes séminifères et très peu de spermatides allongés, qui est une signature de tube séminifère actif (Figure 43B) .

Cependant, pour les lapins traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* à la dose 2(400µl/kg) (Figure 43 C) il y a apparition de spermatides allongés plus nombreux que D1 et touche plus de tubes séminifères donc la D2 est plus efficace que la D1.

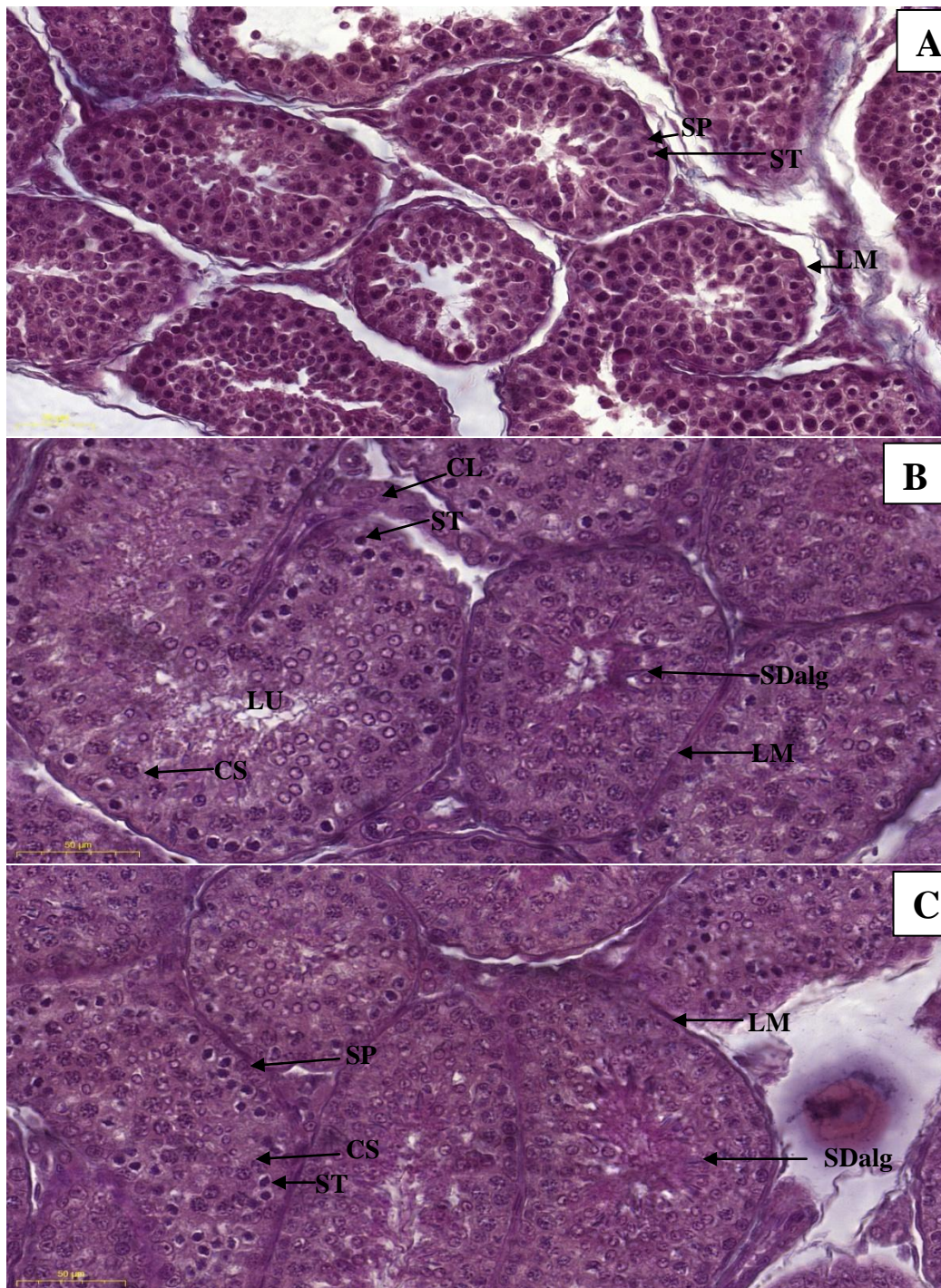


Figure 43: Microscopie de coupe histologique au niveau du testicule des lapins prépubères après coloration de trichrome de Masson au grossissement (400).

2.2. Etude histologique épидидymaire

2.2.1. Etude histologique des épидидymes des lapins témoins

Chez les lapins témoins, nous avons observé un épithélium épидидymaire prismatique pseudostratifié constitué de cellules principales avec des stériocyles vers la lumière, ainsi que des cellules basales reposant sur une lame fine et un tissu conjonctif intertubulaire (Figure 44 A).

2.2.2. Etude histologique des épидидymes des lapins traités par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus*

L'observation des structures histologiques des épидидymes révèle une grande variabilité entre les lapins du lot témoin et les lapins des lots traités par l'huile essentielle aux deux doses de 200 $\mu\text{l/kg}$ et 400 $\mu\text{l/kg}$.

Chez les lapins traités par l'huile essentielle l'*Eucalyptus globulus* à la dose 1, nous avons observé que le tube épидидymaire est bordé par une paroi musculaire à laquelle adhère une couche d'épithélium épидидymaire typique à savoir prismatique et pseudostratifié, avec une lumière dépourvue de spermatozoïdes riche en sécrétion épидидymaires ce qui indique le déclenchement de l'activité sécrétoire de l'épididyme, et des stériocyles localisées au niveau apical des cellules principales(Figure 44 B)

Chez les lapins traités par la dose 2 nous avons observé que le tube épидидymaire est bordé par une paroi musculaire à laquelle adhère une couche d'épithélium épидидymaire typique à savoir prismatique et pseudostratifié. Nous avons également observé des stériocyles plus nombreuses et plus hautes localisés au niveau apical des cellules principales et des sécrétions moyennes des tubes épидидymaires avec une lumière dépourvue de spermatozoïdes (Figure 44 C).

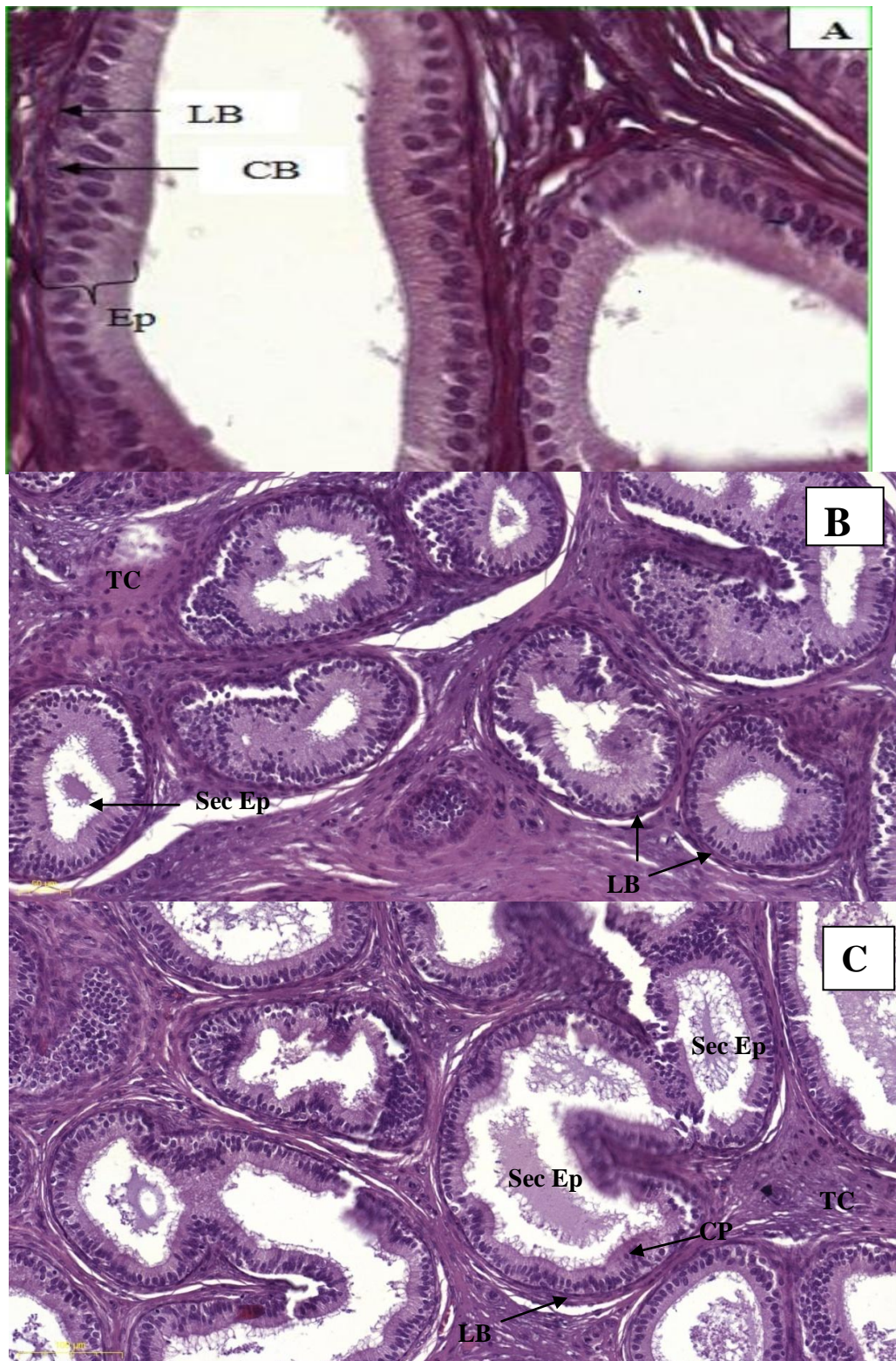


Figure 44 : Microscopie de coupe histologique au niveau de l'épididyme des lapins de 3 mois d'âge après coloration de trichrome de Masson au grossissement (400).

LB : Lame basale ; **Ep** : Epithélium ; **TC** : Tissu conjonctif ; **CP** : Cellules principales ; **Sec Ep** : Sécrétions épидидymaires.

3. Discussion

Les résultats obtenus dans notre étude, montrent le développement et l'augmentation progressive du poids corporel, poids et volume testiculaire est épидидymaire ainsi que l'évolution histologiques de ces structures chez les lapins prépubères traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*

La croissance pondérale d'un animal résulte du développement en poids de chaque élément constitutif de son corps (Micol et *al.*, 1993).

Durant notre expérimentation nous avons constaté que l'administration de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* induit une augmentation du poids corporel ainsi que gonadique des lapins traités par rapport aux lapins témoins, d'autre part le poids corporel et gonadique des lapins traités à la dose 2 est plus élevé que ceux qui ont été traitée par la dose 1.

Le traitement des lapins âgés de 3 mois par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* provoque des modifications au niveau des structures histologiques des testicules et des épидидymes, ceci dépend aussi de la dose administrée.

En effet, chez les lapins témoins nous avons observé un épithélium séminifère comprenant des cellules de la lignée germinale : spermatogonies, spermatocytes I, et des spermatides rondes ; tandis que chez les lapins traités par de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* nous avons observé la même structure histologique que les lapins témoins mais avec apparition des premières spermatides allongés dans quelques tubes séminifères. Cependant, les lapins traités par dose 2(400µl/kg) présentent des spermatides allongées plus nombreux que D1 dans la plupart des tubes séminifères.

Au niveau des épидидymes, nous avons observé un épithélium épидидymaire prismatique et pseudostratifié chez les différents lots néanmoins la hauteur de cette épithélium est plus élevée chez ceux traités par cette huile essentielle avec des stéréocytes plus nombreuses et plus hautes que les témoins d'une part, est plus importantes chez D2 par rapport à D1.

Abo-El-Ezz et *al.*, (1984) rapportent que plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de la vitesse de croissance des lapins, tels que la température, la diminution de la consommation alimentaire, la déshydratation des animaux et le catabolisme des tissus.

Soy et *al.*, (2016), ont observé une augmentation du poids des rats traités par un extrait éthanolique des feuilles de *Mentha piperita* pendant 60 jours.

L'étude de Nantia et *al.*, (2007) portée sur l'effet de l'extrait au menthol de *Bsella alba* L. à la dose de 80µl pendant 30 jours chez le rat mâle a induit une élévation des poids corporel avec le temps.

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 60jours sans consommation d'aliments supplémentaires, cette huile pourrait être considérée comme un facteur de croissance.

Nos résultats corroborent avec ceux obtenus par Sulmaz Haeri et *al.*, (2007), qui ont montré que l'administration de SKEO (Satureja Khuzestanica Essential Oil) a provoqué une augmentation significative du poids du testicule, de l'épididyme qui sont dues à l'augmentation du nombre de cellules de Leydig et des cellules germinales et un taux plus élevé de spermatogenèse, confirmé par les résultats histologiques. Par conséquent, le poids des organes sexuels augmenté est le résultat de l'augmentation des taux sériques de FSH et de testostérone par SKEO.

Selon Viger et Robaire (1995), la régulation des fonctions de l'épithélium et de la lumière de l'épididyme est sous le contrôle des androgènes les plus particulièrement issus de la conversion de la testostérone, sont considérés comme les modulateurs principaux de différentes fonctions de l'épididyme. Et selon Fan et Robaire (1998), la testostérone a une action directe dans le maintien de la morphologie des cellules principales épидидymaires et dans l'inhibition de l'apoptose.

La *Menthe poivrée* a induit la mise en place du prochain stade de la spermatogenèse par rapport aux témoins et le niveau de maturité sexuelle de ces lapins. En effet les variables microscopiques comme l'apparition de spermatides allongées et de spermatozoïdes dans les tubes séminifères, le diamètre, le nombre et la taille des cellules interstitielles et germinales ont été utilisées comme indicateurs de maturité sexuelle (Schinckel et *al.*, 1983 ; Tegegne et *al.*, 1991).

Kumar (2008) n'a observé aucun changement significatif au système reproducteur après l'utilisation à court terme de Menthe verte, mais l'utilisation à long terme a causé des dommages irréversibles à ce système, tels qu'une diminution significative du poids des

vésicules séminales, épидидymes, testicules et prostate avec changements histopathologiques significatifs dans ces tissus.

Des rats albinos mâles traité par l'extrait éthanolique de *Calendula officinalis* au dose de 150, 250 et 500 mg / rat / jour pendant 60 jours présente une diminution significative du niveau de glycogène, protéine, acide sialique, fructose et testostérone. La motilité et la densité des spermatozoïdes dans la queue de l'épididyme et le poids des organes reproducteurs ont diminué. Ainsi, l'étude a conclu que l'éthanol de l'extrait de *Calendula officinalis* altère la fertilité des rats (Agarwal et *al.*, 2012).



Conclusion

Conclusion

Cette étude préliminaire porte sur l'influence de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* à deux doses (200µl/kg et 400µl/kg) sur les paramètres macroscopiques (le poids corporel , le poids testiculaire et épидидymaire le volume testiculaire et épидидymaire) et microscopiques (les structures histologiques des testicules et des épидидymes) des lapins prépubères de la population locale.

Les résultats de notre étude ont montré que les paramètres macroscopiques (poids vifs, poids et volume des testicules et les epидидymes) sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins d'une part, d'autre part les lapins traités par dose 2 (400 µl/kg) présentent des valeurs plus élevés par rapport à celle traités par la dose1 (200 µl/kg)

Sur le plan histologique, la structure des testicules des lapins traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* à la dose 1 (200µl/kg) présente très peu de spermatides allongés dans les tubes séminifères alors que chez les témoins la spermatogenèse est en stade spermatide rond, tandis que la dose 2 (400 µl/kg) de cette huile essentielle à induit la mise en place de spermatides allongés plus nombreux que dose 1 dans plusieurs tubes séminifères, donc cette huile a induit un effet plus important dans la dose2 (400 µl/kg). Toute fois ces effets sont plus importants chez ceux traités par dose 2 par rapport à la dose 1

Chez les lapins traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*, nous avons observé un épithélium épидидymaire prismatique et pseudostratifié, riche en stéréocytes et sécrétions épидидymaires ce qui indique le déclenchement de l'activité sécrétoire avec une lumière dépourvue de spermatozoïdes. Nous avons observé chez les lapins traités par la dose 2 (400 µl/kg) des stéréocytes plus nombreuses et plus hautes que la dose 1(200 µl/kg) .

Nous concluons que l'huile essentielle utilisée a induit un effet positif sur le développement des testicules et epидидymes, la spermatogenèse et la fertilité des lapins prépubère.

Pour cela, il est souhaitable de compléter cette étude dans un temps plus large et des doses plus importantes, sur un effectif plus grand et renforcer cette étude par une étude histomorphométrique pour étudier les effets de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur les variations hormonales (testostérone, FSH et LH), ainsi que le dosage des paramètres biochimiques pour appuyer les résultats obtenus afin d'identifier les effets de cette huile sur la fertilité.



Références bibliographiques

A

- **Abe K., Takano H. et Ito T. (1983).** Ultrastructure of the mouse epididymal duct with special reference to the regional differences of the principal cells. *Archiv. Histo. Jap.* 46: 51-68.
- **Abou-Haïla A., et Fain-Maurel M. A. (1984).** Regional differences of the proximal part of mouse epididymis : morphological and histochemical characterization. *The Anat.Rec.*209: 197-208.
- **Abraham L. et Kierszenbaum. (2002).** Histologie et biologie cellulaire : une introduction à l'anatomie pathologique. De Boeck, Paris : 529p.
- **Adamali H. I., Somani I. H., Huang J. Q., Gravel R. A., Trasler J. M., et Hermo L. (1999).** Characterization and development of the regional- and cellular specific abnormalities in the epididymis of mice with beta-hexosaminidase a deficiency. *J. Androl.*20: 803-824.
- **Abo-el-ezz Z., Salem M.H., Abd El-Fattah G.A., Yassen A.M, (1984).** Effect of exposure to direct solar radiation on body weight, thermoregulation and reproductive efficiency in the male rabbit. In: Proceedings of 1st Egyptian–British Conference on Animal and Poultry Production, Zagazig University, Egypt, 1: 119–135.
- **Adamali H.I. et Hermo L. (1996).** Apical and narrow cells are distinct cell types differing in their structure, distribution, and functions in the adult rat epididymis. *J. Androl.*, vol. 17 : 208–222
- **Agrawal S., Kumar A., Gullaiya S., Dubey V., Nagar A., Tiwari P., Dhar P. et Singh V. (2012).** Activité anti-fécondité d 'écorceméthanolique d' *Aeglemarmelos* (L.) chez des rats Wistar mâles. *Journal of Pharmaceutical Sciences.* 20 (1): 94.
- **Aitken R.J., Nixon B., Lin M., Koppers A.J., Lee Y.H. et Baker M.A. (2007).** Proteomic changes in mammalian spermatozoa during epididymal maturation. *Asian J Androl*9: 554-564.
- **Alvarino M. R. (1993).** Control de la reproduction en el conejo. 1er éd., IRYDA, mundi-prensa, 137p.
- **Alvariño, J. M. R. (2000).** Reproductive performance of male rabbits. In: *Proc. 7th World Rabbit Congresses.* Valencia. P. 13-35.
- **Amann R.P. (1993).** Physiology and Endocrinology. In: Mc KINNON AO, VOSS JL (eds), *Equine Reproduction*, 1ed., Lea et Febigereds, Philadelphia: 1137-1154 5.

- **Annick N. (2014).** Mécanismes moléculaires impliqués dans la répression de la stéroïdogénèse des cellules de Leydig par les plastifiants et les organochlorés. Thèse de doctorat : Biologie cellulaire et moléculaire. Université LAVAL, Québec, Canada : 282 p

B

- **Badran H.H. et Hermo L. (2002).** Expression and regulation of aquaporins 1, 8 and 9 in the testis efferent ducts, and epididymis of adult rats and during postnatal development. *J.andro.*, 23: 358-373.
- **Barone R. (1978).** Color atlas of veterinary anatomy. *Anat.Rec.*, vol.1-2: 59-64.
- **Barone R. (1978).** Anatomie comparée des mammifères domestiques : Tome3 : splanchnologie 3 : Appareil uro-génital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale. -Paris : vigot. -896p
- **Barone R. (1984).** Anatomie comparée des mammifères domestique, tome 2 : Splanchnologie 1, appareil digestif, appareil respiratoire. Eds. Vigot, Paris (France) : 853p.
- **Barone R. (2001).** Anatomie compare des mammifères domestiques. Tome 4: splanchnologie II. Edition vigot frères : 241-561.
- **Barone R., Pavaux C., Blin P.C. et Cuq P. (1973).** Atlas d'anatomie du lapin. Ed. Masson. 222P.
- **Bechiche M. et Zerrouki N. (2000).** Reproduction des femelles des populations locales : Essai d'évaluation de quelques paramètres en élevage rationnel. 3^{ème} journée de recherche sur les productions animales « *conduite de performance d'élevage* ». Université de Tizi-Ouzou, 293 p.
- **Bell D J. et Mitchell S. (1984).** Effects of female urine on growth and sexual maturation in male rabbits. *Journal of Reproduction*, vol. 71, 155-160 p.
- **Beltramo M., Dardente H., Cayla X. et Caraty A. (2014).** Cellular mechanisms and integrative timing of neuroendocrine control of GnRH secretion by kisspeptin. *Mol. Cell. Endocrinol.* 382, 387-399.
- **Berger M., Jean-Faucher C.H., De., Turckheim M., Veyssiere G., lanc M.R., Pairier J.C. et Jean C. (1982).** Testostérone, 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.

- **Boiti C. (2005).** Guidelines for the handling of rabbit bucks and semen. World Rabbit Sci, WRSA, UPV, 2003. 72-8.z.
- **Bonnes G., Des Claude J., Drogoul., Gadoud R., Jussian R., Le lo'h A., Montémas L. et Robin G. (2005).** Reproduction des animaux d'élevage. 2^{ème} Ed. Ed du cagri. 470p.
- **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Edition Association française de cuniculture, France, diffusion Lavoisier TEC & DOC : PP 17-34. 240P.
- **Breton S. et Da Silva N. (2012).** Rôle de l'épididyme dans le contrôle de la fertilité mâle. *Med. Sci. Amer.* 1: 1-20.
- **Brambell F.W.R. (1944).** The reproduction of the wild rabbit, *oryctolagus cuniculus*. *Proc. zool. Soc. lond.* 114, 1-114.
- **Britan A. et Drevet J.R. (2016).** Régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire des mammifères: état des lieux. *Andrologie* 2006,16, N°3 197-227.

C

- **Castellini C. (2008).** Semen production and management of rabbit bucks. Dept. Of Applied Biology, University of Perugia, Italy, 9th World Rabbit Congress-June 10-13
- **Cohen J. P., Hoffer A. P. et Rosen S. (1976).** Carbonic anhydrase localization in the epididymis and testis of the rat: histo chemical and biochemical analysis. *Biol. Reprod.* 14: 505-517.
- **Cooper T. G. (1998).** Interactions between epididymal secretions and spermatozoa. *Journal of reproduction and fertility.* 53 :119-136.
- **Cornwall G.A., and Hsia N. (2003).** A new subgroup of the family 2 cystatins. *Mol Cell Endocrinol* 200, 1-8.

D

- **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. Ed. INRA, Paris : 256-289pp.

- **Dadoune J. P., Hadjhsy P. et Vendrly J. P. S. (1990).** Histologie. Edition Médecine Science Flammarion, France : 352-353.
- **Dadoune J. P., Hadjhsy P., Siffroi J. P. et Vendrel E. (2000).** Histologie. Edition Médecine Science Flammarion. 2^{ème} Edition. P 229-246.
- **Dizier M., Chastant-Maillard S.Coord. (2014).** La reproduction animale et humaine. Ed. Quae, France,750.
- **Dohle GR., Smit M., et Weber RF. (2003).** Androgens and male fertility. *World J Urol* , 21 (5):341-345.

F

- **Fan X. et Robaire B. (1998).** Orchidectomy induces a wave of apoptotic cell death in the epididymis. *Endocrinol.*139: 2128-2136.
- **Finzi A., Daader A., Yamani K., Soliman A. et Askar A. (2000).** Influence of chronique high relative humidity on semen quality of hot stressed bucks. *7th world Rabbit congress.*
- **Flickinger C. J., Howards S. S. et English H. F. (1978).** Ultrastructural differences in efferent ducts and several regions of the epididymis of the hamster. *Am. J. Anat.* 152: 557-585.
- **Fortun-Lamothe L., Teau-Clément M., Combes S., Allain D., Lebas F., Le Normand B. et Gidenne T. (2015).** Physiologie *in* Gidenne T., le lapin : de la biologie à l'élevage, Ed. Quae Versailles, France. 39-83pp.
- **Frend R., Bogerd J., França L. et Vilela D. A. R. (1973).** La fonction reproductive masculine. Organisation de la Santé, Genève. 520 : 6-11.
- **Frolich A. (1948).**Some factors affecting semen production in rabbits. *Primo. congo intern. fisiopat. h.iprod. Animal fecond. artif, milano.*

G

- **Gaddum P. (1968).** Maturation du sperme dans l'appareil reproducteur masculin : développement de la motilité. *Le dossier anatomique*, vol. 161 : 471-482.
- **Garcia-Tomas M., S´anchez J. et Piles M. (2009).** Post-natal sexual development of testis and epididymis in the rabbit: Variability and relationships among macroscopic and microscopic markers. *Animal Reproduction Science.* 110: 347-355.

- **Gayrard V. (2007).** « Physiologie de la reproduction des mammifères ». Thèse de Doctorat, école vétérinaire de Toulouse. 198 p.
- **Girouard J. (2009).** Rôle des domaines membranaires rafts dans le transfert et la compartimentation des protéines impliquées dans la maturation épидидymaire des spermatozoïdes b vins. Thèse de Doctorat en physiologie-endocrinologie. Département d'obstétrique et gynécologie faculté de médecine université laval Québec. 218 P
- **Glover T. D. et Nicander L. (1971).** Some aspects of structure and function in the mammalian epididymis. *Journal of reproduction and fertility*. 13: 39-50.

H

- **Haeri S., Minaie B., Gholamreza A., Shekoufeh N., Khorasani R., Esmaily H., Salehnia A. et Abdollahi M., (2006).** Effect of Saturejakhuzestanica essential oil on male rat fertility, *Fitoterapia*. 77: 495-499.
- **Hamilton D. W. (1990).** Anatomy of mammalian male accessory reproductive organs. *Marshall's physiology of reproduction*. 2: 691-746.
- **Hazard J. Et Perlemuter L. (2000).** Endocrinologie, Abrégé. Edition Masson, Paris: 363- 375.
- **Hermo L. et Robaire B. (2002).** Epididymal cell types and their functions. In: Robaire B., Hinton B.T. The epididymis: From Molecules to Clinical Practice. Kluwer Academic. Plenum Publishers, New York. 42:81-102.
- **Hermo L., Adamali H. I. et Andonian S. (2000).** Immuno localization of CA II and H⁺ V-ATPase in epithelial cells of the mouse and rat epididymis. *J. Androl*. 21: 376-391.
- **Hermo L., Chong D. L., Moffatt P., Sly W. S., Waheed A. et Smith C. E. (2005).** Region- and cell-specific differences in the distribution of carbonic anhydrases II, III, XII, and XIV in the adult rat epididymis. *J. Histochem. Cytochem*. 53: 699–713.
- **Hinton B.T., Palladino, M.A., Rudolph, D., & Labus, J. C. (1995).** The epididymis as protector of maturing spermatozoa. *Reproduction, Fertility and Development*. Vol. 7(4): 731-745.
- **Hiroe K. et Tomizuka T. (1965).** Effets d'un environnement à température élevée sur la production de sperme chez les animaux domestiques. (jap.) - bulletin of the national Institute of animal industry, japan no 9, 27-3s.

- **Ho H. C. et Suarez S. S. (2001).**Hyperactivation of mammalian spermatozoa: function and régulation. *Reproduction* 722: 519-526.
- **Hoffer A. P., Hamilton D. W. et Fawcett D. W. (1973).** The ultra structure of the principal cells and intraepithelial leucocytes in the initial segment of the rat epididymis. *Anat. Rec.* 175: 169-201.
- **Holtz W. et Foote R. H. (1978).** The Anatomy of the reproductive system in male Dutch Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) with special emphasis on the accessory sex glands. *J. Morph.* 58: 1-20
- **Houmadi A. Décembre.(2007).** Maitrise des cycles sexuels chez les Bouvins : application de traitements combinés à base de progesterone-PGF2-PMSG et progestagene-PGF2-PMSG. Mémoire de Master2, Zootechnie.,IPR/IFRA de Katibougou Mali.60 p.

J

- **John K., Amory, and William J. Bremner. (2003).**Regulation of testicular function in men: implications for male hormonal contraceptive development. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology.*, vol. 85: 357-361.
- **Johnston D. S., Jelinsky S. A., Bang H., Di Candeloro P., Wilson E., Kopf G. S. et Turner T. T. (2005).** The mouse epididymal transcriptome: transcriptional profiling of segmental gene expression in the epididymis. *Biol. Reprod.* 73: 404-413.
- **Joly T. et Theau C.M. (2000).** Reproduction et Physiologie de la Reproduction au 7ème Congrès Mondial de Cuniculture, ISARA–FESIA, 31 place Bellecour - 69288 Lyon.
- **Joly T. et Theau- clément M. (2000).** Reproduction et physiologie de la reproduction .7ème congrès mondial de cuniculture.A.S.F.C.5 Décembre 2000- Valencia « Ombre de lumières » PP : 19-24.
- **Jones R., Hamilton D. W. et Fawcett D. W. (1979).** Morphology of the epithelium of the extra testicular rete testis, ductuliefferentes and ductusepididymidis of the adult male rabbit. *Am. J. Anat.* 156, 373-400.
- **Junqueira L. C. et carneiro J. (2007).** Basic histology. 11théd copyright c the MC Growhill companies.

K

- **Kammerer M., Leclerc S., Poncet A. (2012).** 100 Intoxications chez les animaux de compagnie. Edition Maloine. Paris. P 185-186
- **Kasa I.W. et Thwaites C.J. (1992).** Semen quality in bucks exposed to 34°C for 8h on either 1 or 5 days. *J.App. Rabbit Res.*, vol.15: 500-568.
- **Kumar V., Kural M. R., Pereira B.M.J. et Roy P. (2008).** Spearmint induced hypothalamic oxidative stress and testicular anti-androgenicity in male rats – altered levels of gene expression, enzymes and hormones. *Food Chem. Toxicol.* 46: 3563–3570.
- **Kuçukyılmaz K. Kigma Z. Akgag A. Çetinkaya M. Atalay H. ATES A. Gursel F.E. Bozkurt M. (2017).** Effet of lavender (*Lavandula Stoechas*) essential oil on growth animal., 47 (2): 178-186.

L

- **Lebas F. (2009).** Biologie du lapin. Sous chapitre 7.2. Reproduction du mâle. <http://www.cuniculture.info/docs/indexbiol.htm>. (Accès 06/2020).
- **Lebas F., Coudert P. et De Rochambeau H. (1990).** Le lapin: élevage et pathologie. Collection F.A.O : *producton et santé animal*: 1-210.
- **Lebas F., Coudert P., Rochambeau H. et Thébault R. G. (1996).** Le lapin. Élevage et pathologie. Collection FAO : production et santé animale. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ROME. 1996. *Journal of reproduction and fertility*. 71:155-160.
- **Lebas F., Coudert P., Rouvier R. et Rochambeau H., (1984).** Le lapin : élevage et pathologie édition FAO, Rome : 1984-298p.
- **Lakabi L.(2017).** Etude de développement postnatal des structures testiculaires et épидидymaires du lapin mâle de la population blanche et qualité de la semence. Thèse de Doctorat université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou : 161.
- **Leesson T. S. et Leeson R. C. (1976).** Histologie. Masson. Barcelone Milan pages : 388- 403.luminal content. *Biol. Reprod.* 61, 705-714.
- **Legrand C., Maltiers JP., Marge S., (1993).** Hormones et reproduction : Chapitre 8, 390-498 In Hormones et grandes fonctions. Tome 2. Editions ellipses.
- **Little T.V. et Holyoak Gr. (1992).** Reproductive anatomy and physiology of the stallion. *Vet Clin North Am Equine Pract.*, vol. 8 (1): 1-29.

- **Lin T., J.K. Calkins, P.L. Morris, W.Vale et C.W.Bardin (1989).** "Regulation of Leydig cell function in primary culture by inhibin and activin". *Endocrinology* 125(4): 2134-40.
- **Luzi F., Maertens L., Mtjten P. et Pizzi F. (1996).** Effect of feeding level and dietary protein content on libido and semen characteristics of bucks. In *Processe. : 6th World Rabbit Congress., Toulouse, 2,87-92.*

M

- **Marie Saint-Dizier et Sylvie Chastant-Maillard (2014).** *La Reproduction animale et humaine.* Éditions Quae, *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France* tome 167 n°4, 2014. 355-357.
- **Marieb E. N. (1999).** Anatomie et physiologie humaines 2^{ème} Ed. Ed. DeBoeck.
- **Marieb N. E. (2006).** Anatomie et physiologie humaines. 6^{ème} éd. Renouveau pédagogique, France. 1096 p.
- **Marieb E N (2008).** Biologie humaine : Principe d'anatomie et de physiologie. 8^{ème} Ed. Ed. Pearson / Education. 571-578 p.
- **Marthin H. J. et Barry J. E. (2001).** Reproduction. Ed. De Boeck, Paris. 298p.
- **Martinet L. (1973).** Quelques aspects de la physiologie de la reproduction du lapin. Conférence, Session ITAVI Toulouse, sept : 1973.
- **Martinet T. (1978).** Physiologie de la reproduction du lapin. Journée d'études CNRS-INRA, Orléans. France.
- **Martinez-Garcia F., Regadera J., Cobo P., Palacios J., Paniagua R. et Nistal M. (1995).** The apical mitochondria-rich cells of the mammalian epididymis. *Andr.*27: 195-206.
- **Micheline M., Bernard V., Marie-Laure K., Serge C. Et René H. (1999).** GnRH et récepteur du GnRH dans les gonades du rat : expression et régulation de leurs ARN messagers chez les fœtus et chez le mâle adulte, Thèse de doctorat: Endocrinologie et interactions cellulaires. Université de Paris-Sud. Faculté de médecine (Le Kremlin-Bicêtre, Val-de-Marne). 121-154 P.
- **Micol D., Robelin J. et Geay Y., (1993).** Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscles chez les bovins en croissance et à l'engrais. *Production Animale.*6 (1) :61-69.

- **Migaud M., Dardente H., Keller M., Batallier M., Meurisse M., Pillon D., PRC, CNRS, IFCE, et INRA. (2016).** Contrôle neuroendocrinien de la reproduction chez les mammifères. Université de Tours, 37380, Nouzilly, France.
- **Moore H. P. et Kelly R. B. (1985).** Secretory protein targeting in a pituitary cell line: differential transport of foreign secretory proteins to distinct secretory pathways. *J. Cell. Biol.* 101:1773-1781.
- **Mukai C. et Okuno M. (2004).** Glycolysis plays a major rôle for adenosine triphosphate supplementation in mouse sperm flagellar movement. *BiolReprod.*, vol. 71 : 540-547.
- **Muller Y. et Clos J. (1997).** La reproduction (Gonades, gamètes et fécondation). Ed. Nathan. Paris, 220 p

N

- **Nantia E. A., Moundipa P. F., Beboy N. S., Mausees T. K. et Carreau S. (2007).** Étude de l'effet androgénique de l'extrait au méthanol de *Basella alba* L. (*Basellaceae*) sur la fonction de reproduction du rat mâle. *Journal of andrologie.* 129-133.
- **Noblanc A., Kocer A., et Drevet J. (2012).** Protection post-testiculaire des gamètes mâles contre les dommages radicalaires. *Médecine Science.*, vol. 28 : 519 – 525.

O

- **Olson G. E. et Hinton B. T. (1985).** Regional differences in luminal fluid polypeptides of the rat testis and epididymis revealed by two-dimensional gel electrophoresis. *J. Androl.* 6: 20-34.
- **Ouhayoun J. (1990) :** Abattage et qualité de la viande du lapin. *5^{ème} journée de la recherche cunicole*, Paris, Décembre 1990,2 : 1-21.

P

- **Pinilla L., Aguilar E., Dieguez C., Millar R.P. et Tena-Sempere M. (2012).** Kisspeptins and reproduction: physiological roles and regulatory mechanisms. *Physiol. Rev.*, 92, 12.

- **Panella F. et Castellini C., (1990).** Fattori ambientali e genitiche ilfluiscono sulle caratteristiche del seme di coniglio. *Riv. Di. Coniglicolt.* 27(8): 39-41.
- **Pollanen P. et Cooper T.G. (1994).** Immunology of the testicular excurrent ducts. *J Reprod Immunol.*, vol. 26, 167-216.
- **Prud'hon M. (1973).** La reproduction des lapins cours polycopié : 25p.

Q

- **Quinton H., Ergon L., 2001.** Maîtrise de la reproduction chez la lapine. Le point vétérinaire, n°218, pp 29-33, Août- Septembre 2001.

R

- **Ramé A., Sylvie T. et Héron N. (2007).** Anatomie et physiologie. Elsevier Masson SAS, Paris. 592 p.
- **Ramos A. S. et Dym M. (1977).** Fine structure of monkey Epididymis. *Am. J. Anat.* 149: 501-531.
- **Rejraji H. et Drevet R. (2004).** Sécrétions apocrines dans le tractus génital mâle : Rôles potentiels dans la maturation des gamètes. *Andrologie.*, vol. 14, N°22-33.
- **Robaire B. et Viger R. S. (1995).** Regulation of epididymal epithelial cell functions. *Biol. Reprod.* 52: 226-236.
- **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. *J. Neill. Raven. Press.* New York.
- **Robaire B., Hinton B. T. et Orgebin Crist M. C. (2006).** The epididymis. *In: Neill J. D. eds. Physiol. of Reprod.* New York: 1071-1148.
- **Robert C. et Vincent P. (1995).** Biologie Physiologie Humaine. Ed. Vuibert. Paris. 700p.
- **Roger T. (2002).** Contribution à l'étude anatomique de L'appareil Uro-Genital mâle du grand aulacode. Université Cheikh AntaDiop De Dakar : 20p.

- **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.
- **Roustan A. (1992).** Amélioration génétique en France : Le contexte et les acteurs : Le lapin. *Production animale*. P. 45-47.
- **Rowley M.J Tesima F. et Heller C.G. (1970).** Duration of transit of spermatozoa through the human male ductular system. *Fertil.Steril.*21 :390-396.
- **Russel L. D. et Griswold M. D. (1993).** The Sertolicell. Cache River press. Clear water, FL. P. 826.

S

- **Sabbagh M. (1983).** Etude de la sexualité et de la reproduction du lapin domestique *Oryctolagus cuniculus* à des températures élevées en corrélation avec la régulation thermique, le comportement alimentaire et le fonctionnement thyroïdien et surrénalien en période d'adaptation au stress thermique. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université de DAKAR, Ecole Inter-Etats des Sciences et Vétérinaires. Sénégal. 113p.
- **Saez, J.M. (1994).** Leydigcells: endocrine, paracrine, and autocrine regulation. *Endocr.Rev.*, 15 (5) :547-626.
- **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
- **Seiler P., Cooper T. G. et Nieschlag E. (2000).** Sperm number and condition affect the number of basal cells and their expression of macrophage antigen in the murine epididymis. *Int. J. Androl.*23: 65-76.
- **Serre V. et Robaire B. (1999).** Distribution of immune cells in the epididymis of the aging Brown Norway rat is segment-specific and related to the luminal content. *Biol. Reprod.* 61: 705-714.
- **Setchell B. P., Maddocks S. et Brooks D. E. (1994).** Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. *The physiology of reproduction*: 1063-1175.
- **Sherwood I. (2015).** Fundamentals of human physiology, 4th edition. De Boeck Supérieur, Belgique, 750 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
- **Siffroi J. P. (2001).** L'appareil genital masculin [en ligne]. Service d'Histologie, Biologie de la Reproduction et Cytogénétique Hôpital Teno. 1-45.
- **Skinner J. D. (1967).** Puberty in the male rabbit (Brief communication). *Journal of Reproduction and Fertility*. 14: 151-154.
- **Soranzo L., Dadoune J. P. et Fain-Maurel M. A. (1982).** Segmentation of the epididymal duct in mouse: an ultrastructural study. *Reprod. Nutr. Dev.* 22: 999-1012.
- **SOY A., SAHU R. et Rath S., 2016.** A Histomorphological study of the effect of Mint on the testes of albinoRATs. *Journal of dental and medical sciences*: 32-35
- **Sullivan R. (2004).** Male fertility markers, myth or reality. *Anim. Reprod. Sci.* 83: 341-347.
- **Sullivan, R., Saez, F., Girouard, J., and Frenette, G. 2005.** Role of exosomes in sperm maturation during the transit along the male reproductive tract. *Blood Cells Mol Dis*.
- **Sulmaz H., Bagher M., Gholamreza A., Shekoufeh N., Reza K., Esmaily H., Alinazar S., Abdollahi M., 2007.** Effect of Satureja Khuzestanica essential oil on male fertility. January. 2007. *Fitoterapia* 77(7-8) : 495-9.

T

- **Takano H. (1980).** Qualitative and quantitative histology and histogenesis of the mouse epididymis, with special reference on the regional difference. *Acta Anat. Nippon*. 55: 573-587.
- **Theau-clemen M. (2005).** Préparation de la lapine à l'insémination : *analyse bibliographique*. 11ème journées de la recherche cynicole, Paris (France), 9-30 novembre 2005, 67-82.
- **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. Ed. Ellipses. Paris. 258-260-276 p

- **Tilbrook A.J., Clarke I.J. (2001).** Negative feedback regulation of the secretion and actions of gonadotropin-releasing hormone in males. *Biology of reproduction*, volume 64, issue 3, 1 march 2001, Pages 735-742.
- **Tortora G. J., Grabowski S. R. et Parent J. C. (1995).** Biologie humaine Cytogénétique régulation-reproduction. Ed. CEC, collégial et universitaire, p 311-322.
- **Tortora G. et Derrickson B. (2007).** Introduction to the human body, the essentials of anatomy and physiology. New York: John Wiley and Sons.
- **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.* 24(6): 790-803.

V

- **Vacheret N. (1999).** Histologie fonctionnelle des organes. Faculté de Médecine. Laennec-Université Claude Bernard - Lyon 1 France: 1-4.
- **Veri J. P., Hermo L. et Robaire B. (1993).** Immunocytochemical localization of the Yf subunit of glutathione S-transferase P shows regional variation in the staining of epithelial cells of the testis, efferent ducts, and epididymis of the male rat. *J. Androl.* 14: 23-44.

W

- **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.
- **Welsch U. (2002).** Précis D'histologie. Cytologie, Histologie, Anatomie Microscopique. Ed. Medical international, Tournai. Belgium. 260 p.
- **Wosnitzer M.S. et Paduch D.A. (2013).** Endocrinological issues and hormonal manipulation in children and men with Klinefelter syndrome. *Am J Med Genet C Semin Med Genet.* 163. (1):16-26.
- **Wrobel K. H. (1990).** Male reproduction system. 2ème Ed. In: Textbook of Veter. Histo., France: 665 p.

Y

- **Yeung C.H., Sonnenberg-Riethmacher E. et Cooper T.G. (1998).** Receptor tyrosine kinase crosknock out mice as a model for the study of epididymal regulation of sperm function. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 53:137-147.
- **Ying S.Y. (1988).** Inhibins, activins, and follistatins: gonadal proteins modulating the secretion of follicle stimulating-hormone. *Endocrinology Rev* vol. 9 : 267-293.
- **Young B., Heath J. W., Lowe J. et Stevens A., (2008).** Histologie fonctionnelle de Whaeter. De Boeck. 467p.

Résumé

Cette présente étude a pour objectif la détermination des effets de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur les paramètres macroscopiques (poids corporel, poids testiculaire et épидидymaire, volume testiculaire et épидидymaire) et microscopiques (structure testiculaire et épидидymaire) des lapins prépubères de la population locale. En effet notre étude est portée sur 18 lapins prépubères de la population locale répartis en 3 lots ; un lot témoin et deux lots traitées par l'huile essentielle l'*Eucalyptus globulus* à deux doses différentes D1(200 µl/kg) et D2 (400 µl/kg). Les lapins ont été pesés puis traités par cette huile essentielle par voie orale en une unique dose. Après une semaine, les lapins ont été sacrifiés, les organes génitaux prélevés, dégraissés, pesés et fixés pour effectuer une étude histologique. Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins, dont la dose 2 (400 µl/kg) présente des valeurs plus importantes que la dose 1 (200 µl/kg). Sur le plan histologique au niveau des testicules il y a apparition des spermatozoïdes allongés chez les lapins traités par rapport aux témoins et plus abondants chez les lapins traités par la dose 2. Au niveau épидидymaire, il y a apparition des sécrétions épидидymaire chez les lapins traités par rapport aux témoins, ces sécrétions sont plus élevées chez la dose 2. De ce fait il semblerait que l'huile essentielle utilisée à différentes doses a induit un effet positif sur le développement des testicules et des épидidymes, la spermatogenèse et la fertilité des lapins prépubère avec des effets plus marquant chez ceux traités par la dose 2.

Mot clés : Lapins mâles, huile essentielle, *Eucalyptus globulus*, testicules, épидидyme, reproduction.

Abstract

The objective of this study is to determine the effects of *Eucalyptus globulus* essential oil on the macroscopic parameters (including body weight, testicular and epididymal weight and their volume), and microscopic parameters (histological studies) of prepubescent rabbits (aged 3 months) belonging to the local population. Our study is based on 18 prepubescent rabbits belonging to the local population divided into 3 batches, the first was a control batch, second reserved for the rabbits treated by the first dose D1(200 µl/kg), and the third one for the rabbits of the second dose D2 (400 µl/kg). The rabbits were weighed and then treated with the essential oil administered orally. After a week, the rabbits were sacrificed, genital organs are collected (testes and epididymis) degreased and fixed for the histological study.

The results showed that the macroscopic parameters are higher in treated rabbits compared to the control ones ; and those of the rabbits treated by the dose 2(400µl/kg) are higher than those which are treated with the dose1(200 µl/kg). The histological results showed appearance of elongated spermatozoa in treated rabbits compared to control ones, and more in rabbits treated by the second dose. Epididymal secretions are appeared in treated rabbit epididymis compared to the control ones ; and we note a higher secretion in the epididymis of the rabbits were treated with the second dose.

We conclude that *Eucalyptus globulus* essential oil administered on different doses induces a positive effect on the testicles and epididymis development, on prepubescent rabbits spermatogenesis and fertility, inducing more effects with the second dose.

Keywords : Male rabbits, *Eucalyptus globulus*, testis, epididymis, reproduction.