



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

Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques
Département de Biologie.

Mémoire de Fin d'Etudes

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

Spécialité: Biologie et Physiologie de la reproduction (BPR)

Thème

Synthèse des travaux sur les effets des huiles essentielles : sauge officinale, lentisque pistachier et de la menthe pouliot sur les structures gonadiques chez le lapin male prépubere.

Présenté par :
M^{me} HARBI katia

Soutenu devant le jury composé de :

Présidente : M ^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeure, (UMMTO)
Promotrice : M ^{me} LAKABI L. Ep. AHMANACHE.	Maitre de conférences A, (UMMTO)
Examinatrice : M ^{me} GUERMAH Dyhia	Maitre de conférences B , (UMMTO)

2021/2022

Remerciements

Après avoir rendu grâce à Dieu le Tout Puissant et le Miséricordieux je tiens à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin ont participé à la rédaction de ce document.

Je voudrais exprimer ma profonde gratitude à Mme **LAKABI L. Ep. AHMANACHELynda** Maître de Conférences A à UMMTO, qui m'a fait l'honneur d'accepter d'être ma promotrice, pour son suivi et pour son énorme soutien, qu'elle n'a cessé de me prodiguer tout au long de la période du projet.

Je tiens à remercier Mme **MEDJDOUB-BENSAADFerroudja** Professeur à l'Université Mouloud Mammeri pour l'intérêt qu'elle porte à ce travail et de m'avoir témoigné sa confiance en acceptant de présider la commission d'examen.

J'exprime mes reconnaissances à Mme **GUERMAH Dyhia**, maître de conférences classe B à UMMTO qui a bien voulu m'accorder une partie de son temps pour examiner et juger ce travail.

Mes vifs remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

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

A mes parents Amar et Malha qui m'ont soutenue durant mes années d'étude, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mon cher mari Samir et à mon rayon de soleil Aylan, qui m'ont donnée toute la force et le courage dont j'avais besoin pour mener à terme ce modeste travail, qui m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de ce parcours.

A mes sœurs Sonia, Samira et Hanane, leurs enfants et mon neveu Aghiles qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotions lors de la réalisation de ce travail, qui m'ont donné de l'amour et de la vivacité.

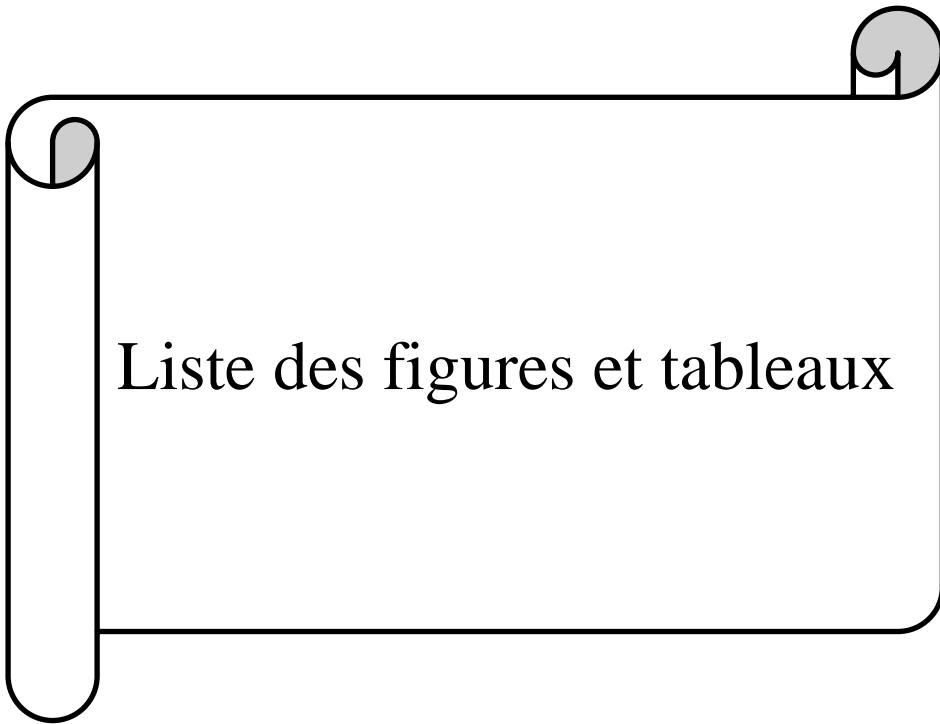
A la mémoire de mon défunt frère Nabil partie très tôt pour assister au succès de sa petite sœur.

A toute ma belle-famille, spécialement mes beaux-parents Belkacem et Aldja qui ont cru en moi et mes capacités.

À toute la promotion MII BPR (2020-2021)

Et enfin à tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

A vous cher lecteur



Liste des figures et tableaux

figure	page
Figure 1: Anatomie de l'appareil reproducteur du lapin mâle(Barone et al., 1973)	4
Figure 2: Structure interne du testicule et de l'épididyme des lapins (Jacques e al.,1997)	5
Figure 3 : Anatomie et régionalisation de l'épididyme (Herma et Robaire, 2002)	6
Figure 4 : anatomie des glandes annexes du lapin male(lebas,2000)	8
Figure 5 : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007)	10
Figure 6 : Structure de la cellule de Sertoli(Russell et Griswold,, 1993)	11
Figure 7 : dessin d'un spermatozoïde (Saint-Dizier, Chastant-Maillard, 2014)	13
Figure 8: Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire(Girouard, 2009)	15
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(Lebas, 2009)	20
Figure 11 : Différentes étapes de la spermatogenèse (Marieb, 2006)	22
Figure 12 : Schéma récapitulatif des modifications nucléaires et cytoplasmiques touchant les spermatides pendant leur différenciation(Siffroi, 2001)	24
Figure 13 : La stéroïdogenèse dans les cellules de Leydig (Annick, 2014)	25
Figure 14 : Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Rejraji etDrevet, 2004)	27
Figure 15: Schéma de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique (Siffroi,2001)	28
Figure 16: Lapins mâles de la population locale âgés de 3 mois	34

Figure 17: sauge (originale, 2022)	35
Figure 18: Feuilles et fruits de <i>P. lentiscus</i> L. (original 2022)	37
Figure 19 : représentation de la menthe pouliot (originale,2022)	39
Figure 20: pesée des animaux, et administration des huiles essentielles. (Hadj Ramdane et Taleb 2021)	41
Figure 21: Sacrifice et récupération du sang (Mabed Et Madoun.2021)	41
Figure 22 : Centrifugation du sang ((Mabed Et Madoun., 2021)	41
Figure 23: Dissection, prélèvement et pesé des organes génitaux (Mabed et Madoun,2021)	42
Figure 24: Fixation des organes par le fixateur Bouin Hollande (Hadj Ramdane , Taleb, 2021)	43
Figure 25: Bains d'alcool et de xylène de la circulation (Hadj Ramdane et Taleb, 2021)	44
Figure 26 : 3 bains successifs de paraffine. (Mabed et Madoun.2021)	44
Figure 27 : A, B, C/Organes placés dans des moules à paraffine (Bensaid et Khalfouni , 2021)	45
Figure 28: Dispositif permettant de faire des coupes : microtome(Mabed et Madoun.2021)	45
Figure 29: Bains d'alcool et de xylène de la circulation (Hadj Ramdane, Taleb ,2021)	46
Figure 30: série de coloration topographique (Mabed et Madoun, 2021)	46
Figure 31 : Montage lame lamelle (Hadj Ramdane, Taleb ,2021)	47
Figure 32 : Observation des lames au microscope optique	47
Figure 33 : structure du testicule des lapins âgé de 12 semaines à faible et à fort grossissement	51
Figure 34 : Microscopie de coupe histologique au niveau de testicule de lapins âgés de 3 mois traités avec la dose 1 de lentisque pistachier.	51
Figure 35 : Coupe histologique au niveau de testicule de lapin prépubère traité avec l'huile essentielle de la sauge officinale a dose 1.	52
Figure 36: Coupes histologiques des testicules des lapins âgés de 3 mois pour les lots D1	52

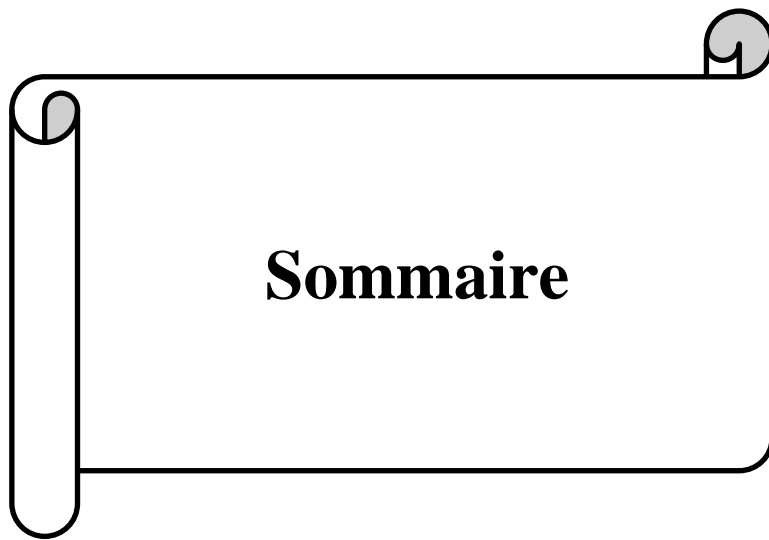
Figure 37 : Microscopie de coupe histologique au niveau de testicule de lapins âgés de 3mois après traité par Lentisque pistachier a dose 2.	53
Figure 38 : Coupe histologique au niveau de testicule de lapin prépubère traité essentielle de la sauge officinale a dose 2	53
Figure 39 : Coupes histologiques des testicules des lapins âgés de 3 mois pour lots D2 de menthe pouliot	54
Figure 40 : coupes histologiques de l'épididyme réalisées sur les lapins prépubères des lots T	54
Figure 41 : Microscopie de coupe histologique au niveau de l'épididyme de lapins traités par l'huile essentielles du lentisque pistachier a dose 1 âgés de 3 mois	55
Figure 42 : Coupe histologique au niveau de l'épididyme d'un lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale a dose 1.	56
Figure 43 :coupes histologiques de l'épididyme réalisées sur les lapins prépubères des lots D1	56
Figure 44 : coupe histologique au niveau de l'épididyme des lapins traités âgés de 3 mois traité avec l'huile essentielle de lentisque pistachier	57
Figure 45 : Coupe histologique au niveau de l'épididyme d'un lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale.	58
Figure 46 :coupes histologiques de l'épididyme réalisées sur les lapins prépubères des lots D2 de l'huile essentielle de menthe pouliot .	58

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Les composants de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* L (Bruneton,1999).....36

Tableau 2 : Les composants de l'huile essentielle des feuilles et les résines de *Pistacia lentiscus*L. (Amhamdi et al.,2009).38

Tableau 3 : Les composants de l'huile essentielle de *Mentha pulegium*L.(Guy;2005).....40



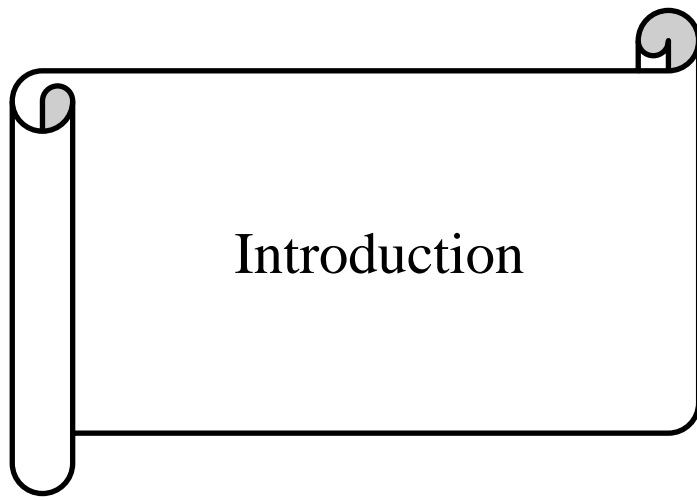
Sommaire

Sommaire

Introduction	1
CHAPITRE I : Rappels anatomiques et histologiques de l'appareil génital mâle	
1. Anatomie de l'appareil reproducteur male	4
1.1 Anatomie du testicule.....	5
1.2 Anatomie de l'épididyme.....	6
1.3 Anatomie du canal défèrent.....	6
1.4 Anatomie de l'urètre	7
1.5 Anatomie des glandes annexes	7
1.5.1 Vvésicule séminale	8
1.5.2 Glandes vésiculaires (pro prostate ou prostate crâniale)	8
1.5.3 Prostate.....	9
1.5.4 Glande para-prostatique	9
1.5.5 Glande de COWPER (glande bulbo-urétrale)	9
1.6 Organe copulateur : pénis.....	10
2. Histologie de l'appareil reproducteur male du lapin	10
2.1. Histologie du testicule	10
2.2 Tubes séminifères.....	10
2.2.1 Cellules de Sertoli.....	11
2.2.2 Cellules de la lignée germinales	11
2.2.2.1 Spermatogonies.....	12
2.2.2.2 Spermatocytes	12
2.2.2.3 Spermatides	13
2.2.2.4 Spermatozoïdes	13
2.3 Tissu interstitiel	14
2.3.1 Cellule de Leydig	14
3. Histologie de l'épididyme	14
3.1 Epithélium épидидymaire	14
3.1.1 Cellules principales	15
3.1.2 Cellules basales	16
3.1.3 Cellules en halo	16
3.1.4 Cellules claires	16
3.1.5 Cellules apicales	16
3.1.6 Cellules étroites	16
3.2 Lumière du canal pididymaire.....	17
Chapitre 2 : physiologie de la reproduction	
1- Développement des gonades et puberté.....	20
2- Développement pondéral.....	20
3- Développement comportemental.....	20
4- Maturation sexuelle.....	21
4-1- Phase infantile.....	21

4-2- Phase pré pubertaire.....	21
4-3- Puberté.....	21
4-4- Maturité sexuelle.....	21
5- Fonction physiologique du testicule.....	22
5-1. Spermatogénèse.....	22
5-1-1- Spermatocytogenèse.....	23
5-1-2- Méiose.....	23
5-1-3- Spermiogenese.....	23
5-2- Stéroïdogénèse.....	24
6- Fonctions physiologiques de l'épididyme.....	25
6-1- Maturation des spermatozoïdes.....	25
6-2- Aquisition de la motilité.....	26
6-3- Protection.....	26
6-4- Stockage.....	26
7- Mode de sécrétion de l'épididyme.....	26
7-1- Sécrétion mérocrine.....	26
7-2- Sécrétion apocrine.....	27
8- Régulation endocrinienne de la fonction de reproduction chez le lapin.....	28
8-1- Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique.....	28
8-1-1- Au niveau hypothalamique.....	28
8-1-2- Au niveau hypophysaire.....	29
8-1-3- Au niveau gonadique.....	29
8-2- Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule.....	29
8-3- Régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire.....	29
9- Influence des facteurs de l'environnement sur la reproduction des lapins.....	30
9-1- Température.....	30
9-2- Saison.....	30
9-3- Eclairage.....	30
9-4- Humidité.....	30
9-5- Alimentation.....	31
9-6- Age.....	31
9-7- Etat sanitaire.....	31
Chapitre 03 : Matériel et méthodes	
1. Matériel et méthodes	
1-1- Model animal.....	33
1-2- Model végétal.....	34
1.2.1. La Saugе officinale	34
1.2.1.1. Généralités sur la saugе officinale.....	34
1.2.1.2. L'huile essentielle de saugе officinale	35
1.2.2 : lentisque pistachier	36
1.2.2.1. Généralités sur lentisque pistachier	36
1.2.2.2. L'huile essentielle du nlentisque pistachier	37

1.2.3. Menthe pouliot.....	38
1.2.3.1 généralités sur la menthe pouliot 0.....	38
1.2.3.2 L’Huile essentielle deMenthe pouliot.....	39
2. Expérimentation.....	40
3-1- Pesée et administration de l’huile essentielle.....	40
3-2- Sacrifice et prélèvement des organes.....	41
3-3- Etude histologique.....	42 3-
3-1- Fixation des échantillons.....	43
3-3-2- Déshydratation et éclaircissement.....	43
3-3-3- Imprégnation.....	44
3-3-4- Inclusion.....	44
3-3-5- Confection des coupes et collage.....	45
3-3-6- Déparaffinage et réhydratation.....	45
3-3-7- Coloration topographique et déshydratation.....	46
3-3-8- Montage et observation des lames.....	47
3-3-9- Etude statistique.....	48
Chapitre 04 : Résultats et discussion	
1- Résultats	50
1-1- Evolution du poids corporel	50
1-2- etude histologique	50
1.2.1. Étude histologique des structures testiculaires	50
1.2.2. Étude histologique des structures epididymaires.....	54
5- Discussion.....	59
Conclusion.....	62
Références bibliographiques.....	63



introduction

Le lapin domestique est issu de l'espèce *Oryctolagus cuniculus*, qui est originaire de l'ouest du bassin méditerranéen (Espagne et Afrique du Nord). La domestication du lapin est relativement récente, et la plupart des races ont été créées par l'homme il y a 200 ou 300 ans au maximum. De ce fait il existe peu de populations locales qui soient anciennes et adaptées aux conditions locales. Dès le début du siècle, le lapin a été utilisé comme animal expérimental par les généticiens et les physiologistes. (Lebas, 1996)

le lapin présente plusieurs caractéristiques biologiques intéressantes concernant sa Productivité et reproductivité. En effet il est caractérisé par un cycle biologique très court (30 jours de gestation), une prolificité très élevée 40 à 45 lapereaux par lapine et par an (Lebas et *al.*, 1996).

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

Les testicules ovoïdes sont placés dans des sacs scrotaux qui sont restés en communication avec la cavité abdominale, où ils étaient à la naissance. Ainsi, le lapin peut rentrer ses testicules sous l'effet de la frayeur ou lors de combats avec d'autres mâles. Les testicules descendent vers l'âge de deux mois. La verge ou pénis est courte, dirigée obliquement en arrière, mais se porte en avant lors de l'érection. (lebas, 1996)

L'épididyme des mammifères est un conduit très enroulé qui relie les canaux efférents au canal déférent. Des preuves irréfutables montrent l'importance de ce tissu pour transformer les spermatozoïdes qui quittent le testicule sous forme de cellules immobiles, n'ayant pas la capacité de féconder les ovocytes, en cellules pleinement matures, capables de nager, de reconnaître et de féconder les ovules. (Hermet-Robaire, 2006)

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

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

introduction

L'objet de ce travail est de synthétiser des éléments de connaissance sur les effets des huiles essentielles de lentisque pistache, sauge officinale, et menthe pouliot sur la structure des testicules et l'épididymes des lapins males prepuberes de races locales .

Le travail est devisé en deux parties, une première qui fait office de rappel sur la physiologie de reproduction du lapin male, et une deuxième partie dans laquelle on procède a une études macroscopique et microscopique des différentes structures, et une comparaison des effets des huiles essentiels précédemment cité.



Chapitre I

Rappel sur l'anatomie et l'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. Anatomie de l'appareil reproducteur male :

Le terme « appareil génital mâle » désigne tous les organes et structures qui participent à la formation, la maturation et l'émission sous pression des différents constituants du sperme. (Figure 1) (Barone, 1976). Il comprend le pénis, le scrotum, les testicules, l'épididyme, le canal déférent, la prostate et les vésicules séminales (Hirsch, 2021).

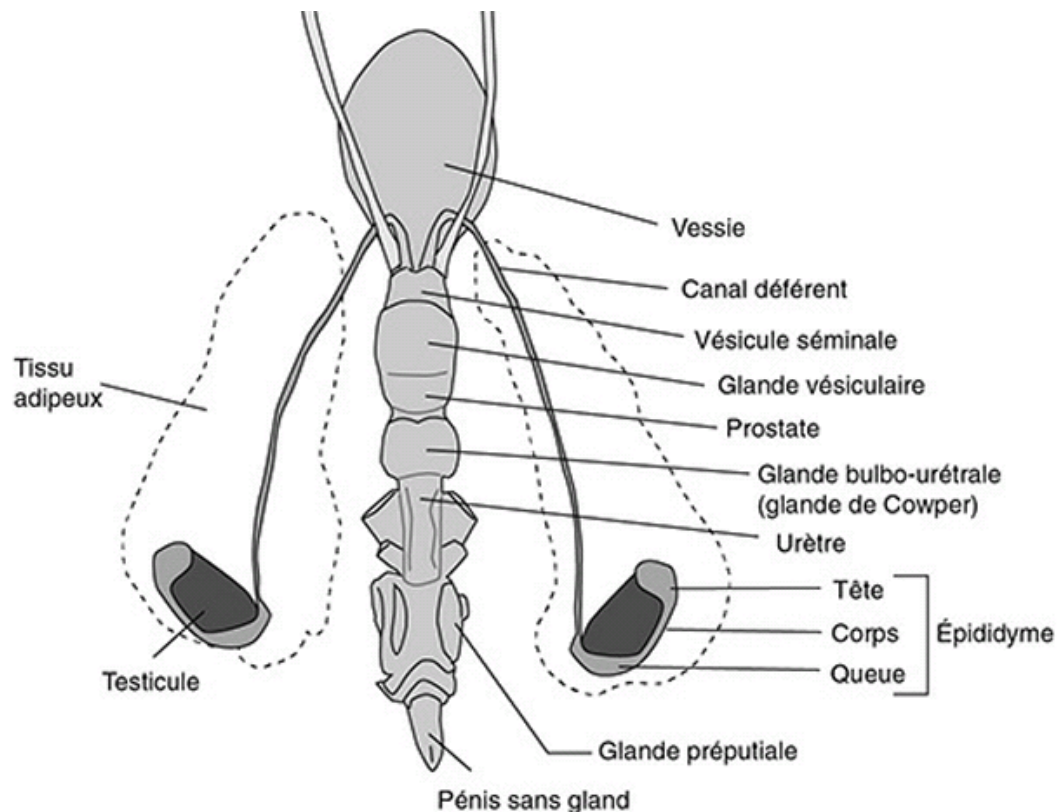


Figure 1: Anatomie de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Barone et *al.*, 1973)

1.1. Anatomie du testicule

Le testicule est une glande génitale principale et mixte (endocrine et exocrine) qui assure la production des spermatozoïdes, la Sécrétion hormonale dont la testostérone responsable des caractères sexuels secondaires masculins (Dahami et *al.*,2012)

Les testicules sont situés normalement dans les bourses ou scrotum, en position extra-corporelle (Siffroi,2001). Ils se présentent comme deux glandes ovales et allongées de couleur rosée, logées dans l'enveloppe testiculaire (Barone, 1984). Ils mesurent 3 à 3,5 cm de longueur, 1 à 1,5 cm de largeur et pèse 1 à 2g chez le lapin adulte (Barone, 2001). Ils sont entourés par une charpente fibreuse densifiée sous la séreuse en une épaisse albuginée et un tissu propre qui se prolonge par des cloisons internes délimitant des lobules testiculaires (Figure 2).

Selon Barone (1984), les testicules présentent :

- ✓Deux faces : une face latérale et une face médiale lisses et arrondies.
- ✓Deux bords : un bord libre, convexe et lisse et un bord épидидymaire moins convexe et un peu plus court sur lequel est annexé l'épididyme.
- ✓Deux extrémités : une extrémité capitée en continuité avec la tête de l'épididyme, une extrémité caudée s'unit à la queue de l'épididyme par le ligament du testicule.

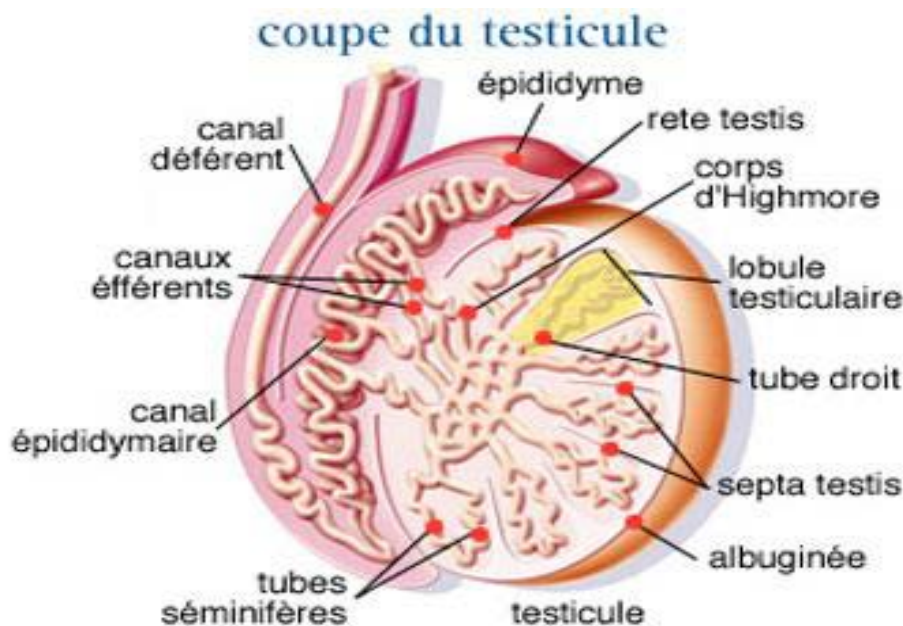


Figure 2: Structure interne du testicule et de l'épididyme des lapins (Muller et Clos, 1997).

1.2. Anatomie de l'épididyme

L'épididyme est un organe accolé au testicule, formé d'un très long tubule, fortement contourné, qui met en communication le testicule en amont via le rete testis et les canaux efférents avec le canal déférent en aval (Noblanc *et al.*, 2012)

L'épididyme est un tube long de 2 à 2,5 m, replié sur lui-même et est constitué de trois parties :

- La tête de l'épididyme qui prend naissance sur la partie supérieure du testicule ;
- Le corps de l'épididyme qui est la partie intermédiaire se prolongeant sur la face dorsale du testicule ; La queue de l'épididyme qui constitue la dernière partie se prolongeant par le canal déférent (Nicard, 2016)

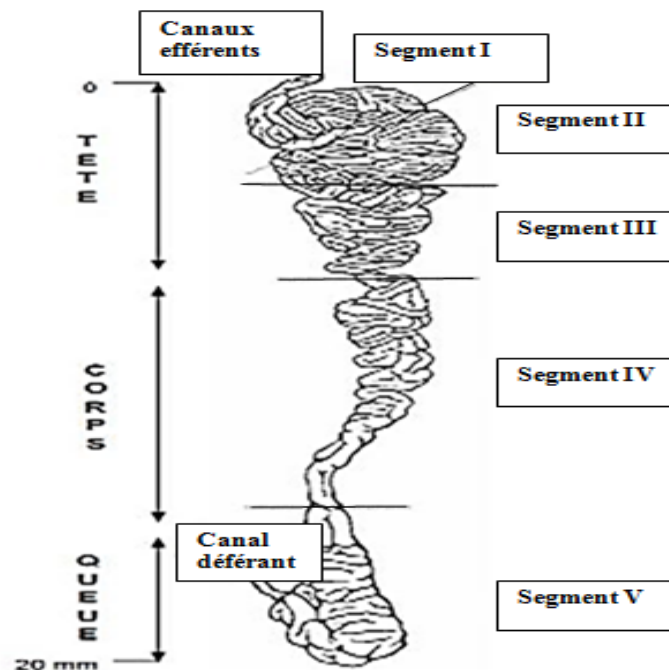


Figure 3 : Anatomie et régionalisation de l'épididyme (Hermo et Robaire, 2002).

1.3. Anatomie du canal déférent

Le canal déférent est un canal qui part de l'épididyme (collecteur situé au-dessus du testicule) et qui rejoint les vésicules séminales juste au-dessus de la prostate (Eddi, 2010)

Il passe dans le canal inguinal pour entrer dans la cavité pelvienne, puis se courbe au-dessus de l'urètre et redescend à l'arrière de la vessie. À son extrémité, le canal déférent s'élargit en une ampoule. En s'associant au conduit excréteur de la vésicule séminale (glande), il forme un court conduit éjaculateur. Les deux conduits entrent dans la prostate et déversent leur contenu dans l'urètre. Le canal déférent sert donc au transport des spermatozoïdes entre le site où ils sont stockés (l'épididyme) et l'urètre (Ray, 2021).

1.4. Anatomie de l'urètre

L'urètre masculin, long d'environ 18 à 20 cm du col vésical jusqu'au méat du gland de la verge, est la partie distale et terminale de la voie excrétrice urinaire.

Ce canal urinaire peut-être décrit en 3 portions :

- une portion proximale ou urètre prostatique, du col vésical jusqu'à l'apex prostatique,
- une portion moyenne ou urètre bulbaire, de l'aponévrose pelvienne jusqu'à l'angle péno-scrotal,
- une portion distale ou urètre pénien de l'angle péno-scrotal jusqu'au gland de la verge (Dentz,2018)

1.5. Anatomie des 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).

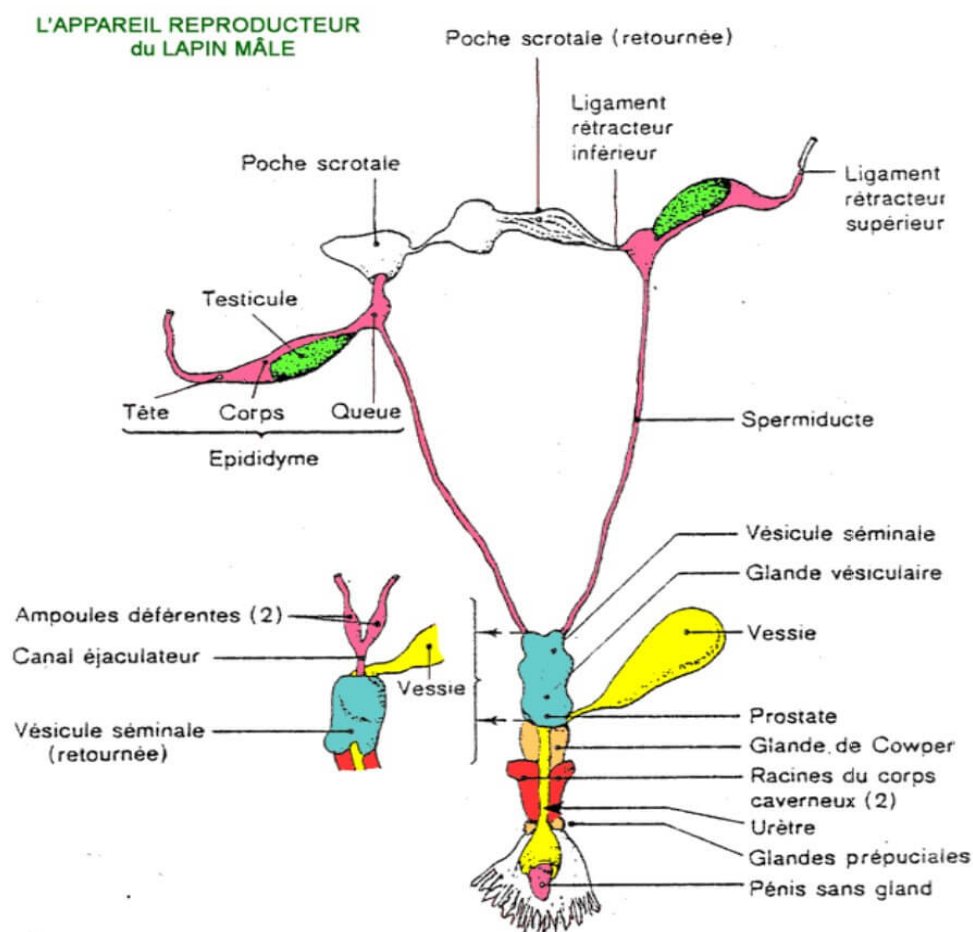


Figure 4 : anatomie des glandes annexes du lapin male (lebas,2000)

1.5.1. La vésicule séminale :

Les vésicules séminales sont une paire de glandes sexuelles accessoires, qui fournissent une variété de sécrétions essentielles à la composition globale du sperme.

Les vésicules séminales en forme de sac se trouvent dans l'espace situé entre le rectum et la surface postérieure de la vessie. Les glandes sont localisées de chaque côté de la dernière section du canal déférent (Flint *et al.*,2016).

1.5.2. Glandes vésiculaires (pro prostate ou prostate crâniale) :

Les glandes vésiculaires sont une paire de glandes sexuelles lobulaires accessoires situées à l'origine de l'urètre de la vessie urinaire. Vésiculaire et sont facilement identifiées en raison de leur aspect comme une "grappe de raisins"(Pathak, *et al.*,2009).

1.5.3. Prostate :

La prostate est la glande exocrine la plus volumineuse de l'appareil urogénital masculin. Elle est située au croisement des voies génitales et urinaires. Avec les vésicules séminales, la prostate joue un rôle essentiel dans la synthèse et l'émission du liquide spermatique (Seisen *et al.*,2012)

Elle est située dans la cavité pelvienne, en dessous de la vessie, entourant l'urètre prostatique. La glande comprend un sommet reposant sur le diaphragme urogénital, une base fixée au col de la vessie et des surfaces inféro-latérales reposant sur le faciès du levatorani au-dessus du diaphragme urogénital(Banker, *et al.*,2022)

Elle est composée d'une capsule qui entoure le parenchyme, avec trois zones : centrale, périphérique et de transition (Stormont et Chargui, 2021).

1.5.4. Glande para-prostatique :

Les glandes paraprostatiques sont de petites structures en forme de massue qui reposent sur les aspects dorsolatéraux des ampoules distales et sur les aspects ventrolatéraux de la prostate (Holtz et Foote,1978).

1.5.5. Glande de COWPER (glande bulbo-urétrale) :

Les glandes bulbo-urétrales de Cowper, au nombre de quatre (deux glandes principales et deux glandes accessoires), sont de petites formations, annexes de l'appareil génital masculin. (Pedron *et al.*, 1997).

Les glandes de Cowper existent par paires et se trouvent chez la majorité des mammifères mâles. Les deux glandes de Cowper se trouvent côte à côte et sont situées sous la prostate dans le diaphragme urogénital, en arrière et latéralement de l'urètre membraneux.

l'urètre membraneux (Flint *et al.*, 2016). Elles sont positionnées entre les muscles ischiocavernosus et bulbospongiosus et encastrées dans le muscle périnéal transverse, faisant partie du plancher pelvien (Dünker et Aumüller, 2002).

1.6. Organe copulateur : le pénis

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

2. Histologie de l'appareil reproducteur male du lapin

2.1. Histologie du testicule

Selon Dadoune *et al.* (2000) ; Siffroi (2001), le testicule est revêtu par une capsule blanche, épaisse et résistante, riche en fibre de collagène et parcourue par les vaisseaux testiculaires ; l'albuginée. Cette dernière 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, le rete testis (Lakabi, 2017)

2.2. Tubes séminifères

D'après Levasser (2001), la paroi des tubes séminifères est formée de l'intérieur vers l'extérieur par :

- une lame basale, constituée principalement de laminine, de collagène de type IV, d'héparine-sulfate et d'entactine.
- Une ou plusieurs assises de cellules myoïdes (dénommées péri tubulaires) riches en myosine, actine et protéines analogues, et en fibronectine. Elles sont liées entre elles par une molécule transmembranaire d'adhésion, la cadhérine, dont la partie cytoplasmique est attachée aux filaments d'actine du cytosquelette, organisés en un double réseau, longitudinal et circulaire.
- Une couche de fibrilles de collagène de type I et IV et de fibronectine, revêtu par l'assise de cellules endothéliales qui délimite les capillaires lymphatiques du tissu interstitiel.

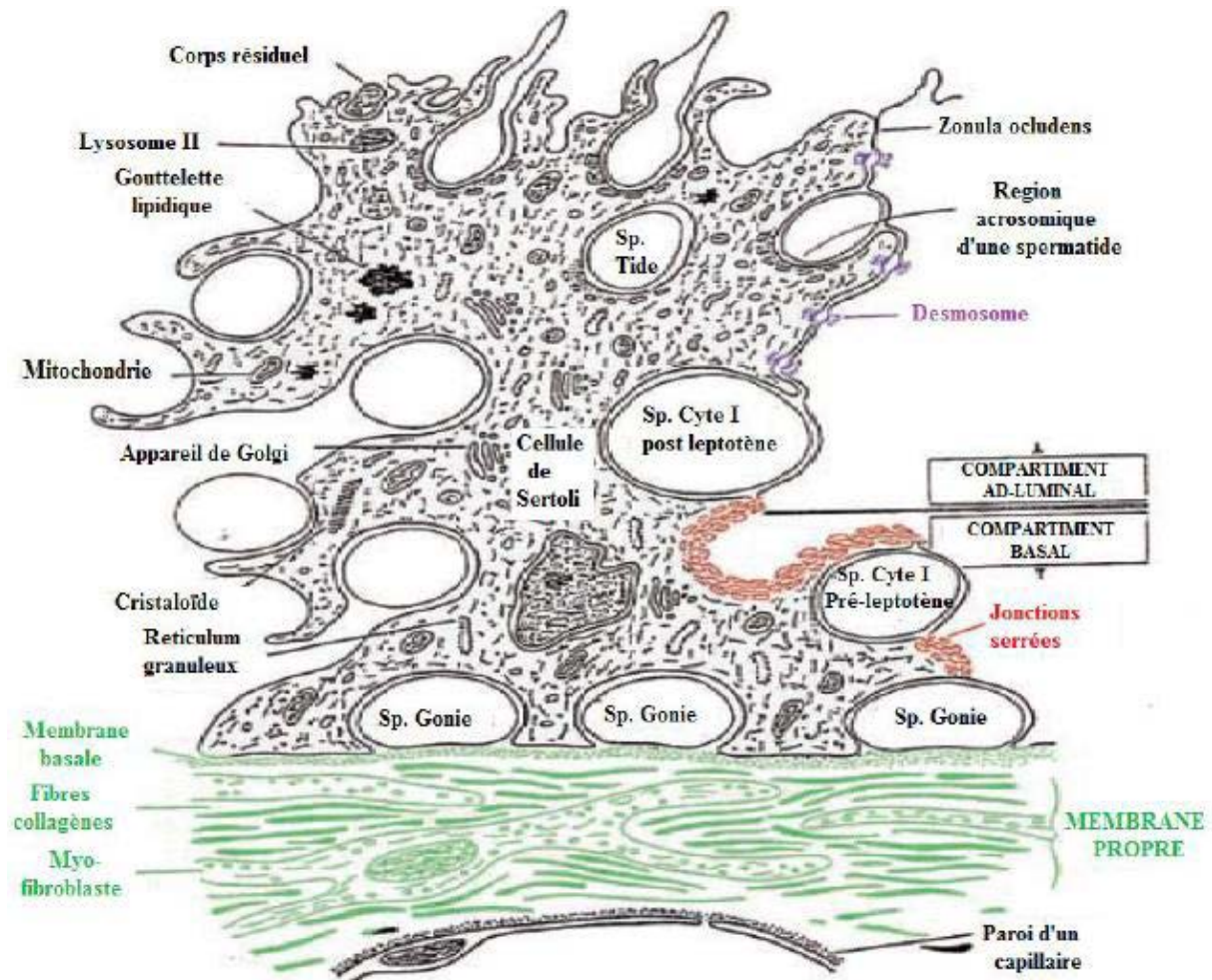


Figure 6 : Structure de la cellule de Sertoli (Russell et Griswold,, 1993).

2.2.2. Cellules de la lignée germinales

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

2.2.2.1. Spermatogonies

Les spermatogonies représentent les cellules souches de la spermatogenèse à partir desquelles se formeront toutes les autres cellules germinales. Elles sont situées à la base de l'épithélium séminal, c'est-à-dire à la périphérie des tubes séminifères au contact de la membrane basale de la gaine périvitubulaire et entre les cellules de Sertoli (Siffroi, 2001)

deux catégories principales de spermatogonies sont distinguées, selon l'aspect de leurs noyaux : les spermatogonies de type A (Sp A) et les spermatogonies de type B (Sp B) (Fawcett et Brgos, 1956).

Les spermatogonies de type A sont caractérisées par un noyau condensé et se subdivisent en deux sous-types par mitoses dont celles qui possèdent un noyau sombre avec des nucléoles périphériques et des vacuoles nucléaires dites spermatogonies Ad (dark) et celles qui présentent des noyaux pâles, des nucléoles centraux et sans vacuoles nucléaires dites spermatogonie Ap (pâle).

Les spermatogonies Ad subissent une division asymétrique, pour donner une cellule Ap et une cellule Ad, assurant ainsi l'auto renouvellement de la population souche du tube séminifère tandis que les spermatogonies Ap se divisent et donne des spermatogonies de type B. Les spermatogonies de type B ont un noyau à chromatine condensée en périphérie qui subissent une division mitotique et donnent des spermatoctes de premier ordre ou spermatoctes I (Vacheret, 1999 ; Siffroi, 2001).

2.2.2.2. Spermatoctes

Les spermatoctes I sont des cellules rondes ou légèrement polygonales d'un diamètre de 17 à 19 μm . Leur cytoplasme, plus clair que celui des spermatogonies, présente une granulation fine avec une zone périnucléaire plus claire. Leur noyau est assez grand (8-12 μm), avec une chromatine relativement dense. Il est généralement sphérique, souvent glomériforme et occupe parfois la plus grande partie de la cellule. Diploïde, le spermatoctes I donne naissance à 4 spermatoctes II.

Les spermatoctes II ont un diamètre un peu plus petit que leur précurseur (8-12 μm). De forme ronde il contient moins de cytoplasme. Leur noyau est aussi rond et possède un diamètre assez variable de 6 à 8 μm . Cette cellule est haploïde (Campana, 2021)

2.2.2.3. Spermatoctes :

Les spermatoctes sont des cellules haploïdes qui vont subir uniquement un processus de différenciation cellulaire, ou spermiogénèse, pour donner des spermatozoïdes. Il n'y a en effet plus de division cellulaire pendant la spermiogénèse.

Selon Siffroi (2001), il est à distinguer trois familles de spermatoctes qui, chez l'homme, sont divisées en 8 stades :

- les spermatoctes jeunes ou rondes qui correspondent aux stades 1 et 2
- les spermatoctes intermédiaires ou en cours d'élongation qui sont représentées par les stades 3 à 5
- les spermatoctes matures ou allongées formant les stades 6 à 8

2.2.2.4. Spermatozoïdes

Abbara (2012) rappelle que le spermatozoïde ou le gamète mâle est la cellule masculine de reproduction contenue dans le sperme, une fois arrivée à maturité elle est apte à féconder l'ovule (le gamète femelle ou l'ovocyte). Il se compose d'une tête et d'un flagelle, ce dernier étant lui-même composé de la pièce intermédiaire, de la queue et de la pièce terminale. La tête comprend un noyau, très allongé et compacté, mais aussi l'acrosome, structure dérivée de l'appareil de Golgi et qui contient des enzymes nécessaires à la pénétration du spermatozoïde dans les couches externes de l'ovocyte. En arrière de la tête, à partir du centriole, se déploie l'axonème, qui correspond à la partie motrice du flagelle et qui s'étend sur toute la longueur de celle-ci... Sur toute sa longueur l'axonème est entouré de fibres denses externes. Au niveau de la pièce intermédiaire à ce manchon de fibres denses externes vient se rajouter une gaine de mitochondries. Ces mitochondries apportent l'énergie nécessaire au mouvement du flagelle (Saint-Dizier et Chastant-Maillard, 2014)

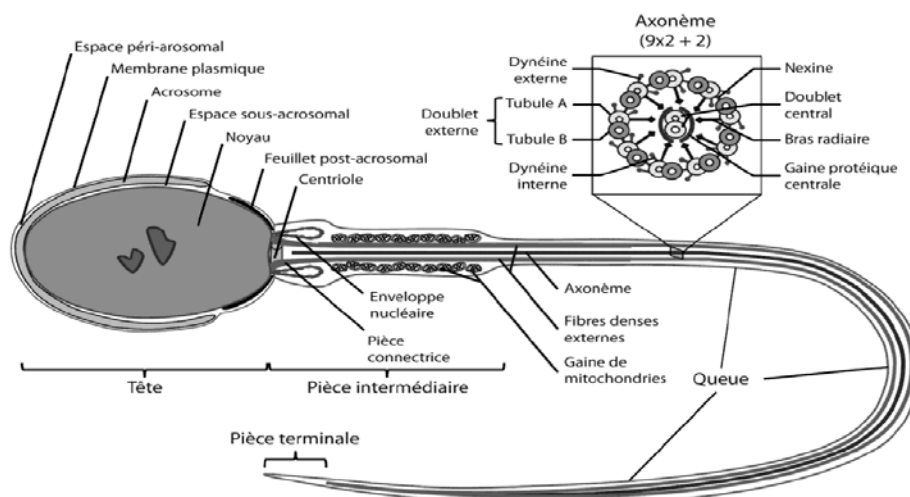


Figure 7 : dessin d'un spermatozoïde (Saint-Dizier, Chastant-Maillard, 2014)

2.3. Tissu interstitiel

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

2.3.1. Cellule de Leydig :

La cellule de Leydig des mammifères adultes possède un noyau unique plus ou moins excentré, contenant un à trois gros nucléoles. Son cytoplasme est abondant, finement granuleux et hautement éosinophile. Les cellules de Leydig sont, selon les espèces, soit disposées en amas autour de capillaires sanguins, soit dispersées et en nombre plus ou moins important autour des tubules séminifères. (Saint-Dizier, et Chastant-Maillard, 2014).

3. Histologie de l'épididyme

Le canal épидидymaire comprend deux compartiments : le premier compartiment est constitué d'un épithélium pseudo-stratifié reposant sur un chorion de tissu conjonctif richement innervé et vascularisé, lui-même entouré de 2 à 6 couches de fibres musculaires lisses ; tandis que le deuxième compartiment est constitué d'une lumière bordée par cet épithélium (Robaire *et al.*, 2006) .

3.1. Epithélium épидидymaire

L'épithélium de l'épididyme est un épithélium pseudostratifié de type cylindrique, entouré de cellules musculaires lisses appelées cellules myoïdes. Plusieurs types cellulaires se retrouvent dans l'épithélium de l'épididyme. Chaque type cellulaire est retrouvé dans l'épithélium selon une distribution région-dépendante (Mandon, 2015).

Six types de cellules composent l'épithélium de l'épididyme, ce sont les cellules principales claires, étroites, halo et basales. Chaque type de cellules a un rôle qui est spécifique (Debellefeuille, 2002)

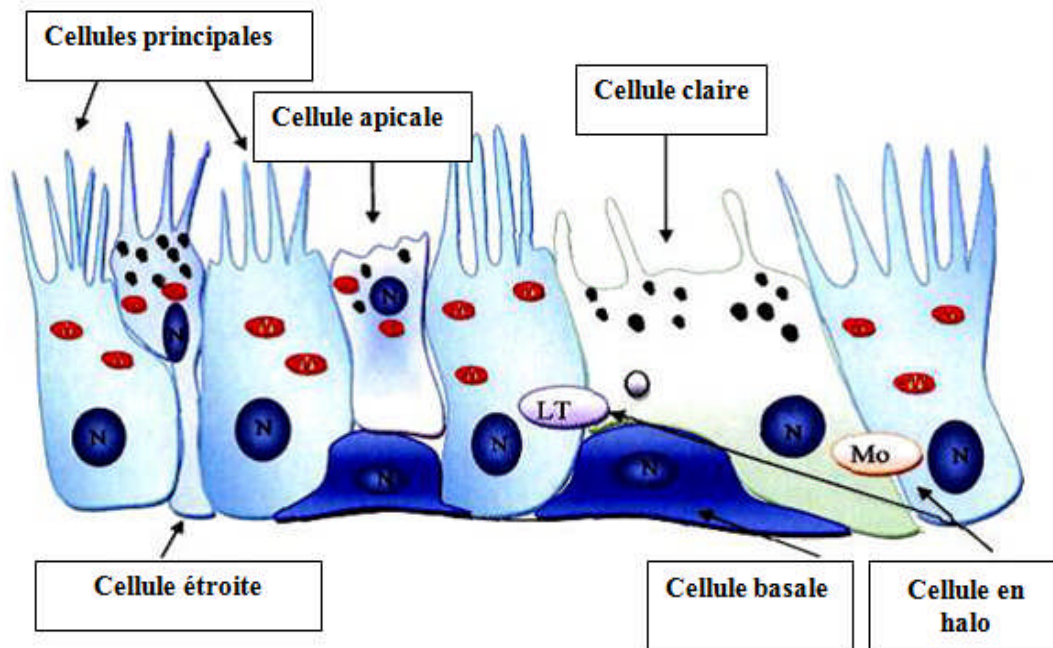


Figure 8: Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009).

3.1.1. Cellules principales

Les cellules principales de toutes les régions présentent des piqûres enrobées sur leur surface cellulaire apicale et de grandes vésicules enrobées sous la surface sous la surface, de grandes vésicules enrobées, des endosomes, des corps multivésiculaires pâles et denses situés en profondeur et des lysosomes (Hermo et Robaire, 2002).

Elles sont le principal type de cellules de l'épithélium, sont des cellules hautes et cylindriques qui s'étendent de la lame basale jusqu'à la lumière. Elles contiennent de nombreuses mitochondries situées à la base et des profils de réticulum endoplasmique. Sur le cytoplasme environnant de la région périnucléaire et infranucléaire, de nombreux réticulums endoplasmiques vésiculaires et lamellaires développés étaient également évidents, comme les mitochondries. Le réticulum endoplasmique rugueux lamellaire présente des profils de longues citernes, disposées parallèlement à l'enveloppe nucléaire (Schimming, 2012)

3.1.2. Cellules basales

Les cellules basales sont localisées à la base de l'épithélium, et adhèrent à la lame basale. Elles sont présentes dans toutes les régions de l'épididyme mais ont une morphologie segment-spécifique (Mandon, 2015)

Les cellules ont un faible rapport cytoplasme/noyau et un appareil de Golgi bien développé y compris la présence de granules sécrétoires. Elles ont un aspect arrondi avec un noyau irrégulier et des microvillosités faisant saillie à la périphérie (Mandon et *al.*, 2015)

3.1.3. Cellules en halo

Elles sont présentes tout au long de l'épididyme et sont situées à la base de l'épithélium. Ces cellules sont riches en mitochondries, en granules denses et en vésicules apicales (Robaire et Hinton, 2002). Il est établi que ces cellules correspondent à différents types de cellules immunitaires : les lymphocytes T et les monocytes (Serre et Robaire, 1999).

3.1.4. Cellules claires

Les cellules claires, disposées entre les cellules principales, sont caractérisées par la présence d'éléments vésiculaires abondants et de vacuoles plus grandes dans le cytoplasme apical. Elles présentent un motif vésiculaire cytoplasmique élevé, distribué uniformément dans leur cytoplasme. En général, le noyau est situé dans la région centrale de la cellule. De nombreuses mitochondries et de nombreuses citernes dilatées et aplaties du réticulum endoplasmique occupent la région infranucléaire. De nombreux profils du complexe de Golgi et de vésicules de différentes tailles étaient distribués dans la région supranucléaire. Région

apicale d'une cellule claire de l'épididymide caudale. Les vésicules et les vacuoles sont liées par le complexe de Golgi et les mitochondries. Ces derniers ont apparemment une relation étroite avec les lamelles du réticulum endoplasmique (Schimming, 2012)

3.1.5. Cellules apicales

Qualifiées ainsi en raison de la localisation de leur noyau dans le tiers apical des cellules, les cellules apicales présentent un cytoplasme dense, très riche en mitochondries, contenant des lysosomes et de l'anhydrase carbonique impliquée dans la sécrétion des ions H⁺ et la réabsorption des bicarbonates (HCO₃⁻). Selon leur localisation épидидymaire, leur aspect et leur nom varient et les cellules apicales sont alors appelées cellules étroites ou « narrowcells » (Britan, 2012)

3.1.6. Cellules étroites

Les cellules étroites se retrouvent dans le segment initial et intermédiaire de l'épididyme, pourvue d'un noyau allongé en position apicale. Ces cellules se prolongent entre les cellules principales pour atteindre la région basale de l'épithélium épидидymaire, ce qu'ils leur confèrent un aspect en calice. Leur cytoplasme est riche en vacuole, vésicules endocytiques, lysosome et mitochondrie et leur membrane apicale émet des villosités épaisse et irrégulière (Hermo et *al.*, 2000) Ces cellules possèdent de minces projections de cytoplasme qui atteignent la lame basale. Elles possèdent des vésicules impliquées dans l'endocytose et auraient un rôle d'acidification (Hermo and Robaire, 2002).

3.2. 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. Mais 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 (Britan, 2006)



Chapitre II

La Physiologie de la reproduction du lapin male

La physiologie de reproduction du lapin suit la même organisation que celle des autres mammifères et son activité sexuelle est continue, il produit des spermatozoïdes et il peut s'accoupler tout au long de l'année. Cependant, il faut tenir compte du délai de la spermatogénèse et de l'état général de l'animal pour gérer la reproduction.

1. Développement des gonades et puberté :

La différenciation des organes reproducteurs masculins a lieu pendant la vie fœtale (figure 9). La formation de l'albuginée se produit entre les 14e et 15e jours de la gestation. Quelques jours plus tard, les tubules séminifères apparaissent entourés de cellules germinales. La production d'androgènes commence au 19e jour de la gestation. Les canaux müllériens régressent au 20ème jour, et au 21ème jour, la formation de la prostate commence. (Alvarino,2000).

Les testicules sont positionnés dans la cavité abdominale. Ils descendent dans les sacs scrotaux à l'âge de deux mois environ (Martrenchard ,2021). Après la naissance, les testicules se développent moins vite que le reste du corps, puis connaissent une croissance extrêmement rapide après l'âge de cinq semaines. (Lebas,1996).

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

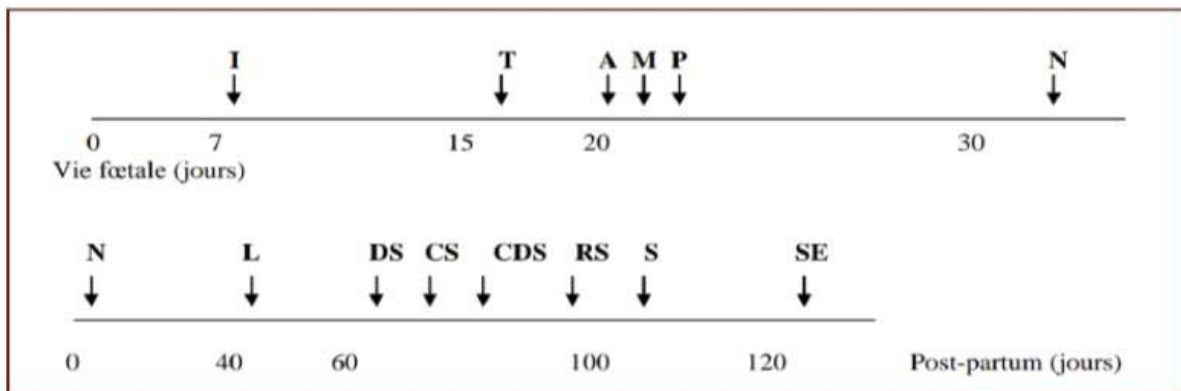


Figure 9 : Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000).

I= implantation ; N= naissance ; L= maturation des cellules de Leydig ; A= sécrétion d'androgènes ;

T= différenciation des testicules ; CDS= développement complet de la spermatogénèse ; P= croissance

de la prostate ; RS= premiers rapports sexuels. CS= premier comportement sexuels ; S= apparition du

premier spermatozoïde ; M= dégénérescence des canaux de Müller ; DS= début de la spermatogénèse ;

SE= apparition des premiers spermatozoïdes dans l'épididyme.

2. Développement pondéral testiculaire du lapin :

Le développement du poids corporel jusqu'à l'âge de 5 mois ne présente pas de dimorphisme sexuel, le poids des lapins mâles et femelles étant identique. (Lakabi, 2017).

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 (Alvarino, 2000; Lebas, 2009)(figure 10). Les glandes annexes ont une croissance de même type mais légèrement décalée dans le temps et plus tardive.(lebas,1996).

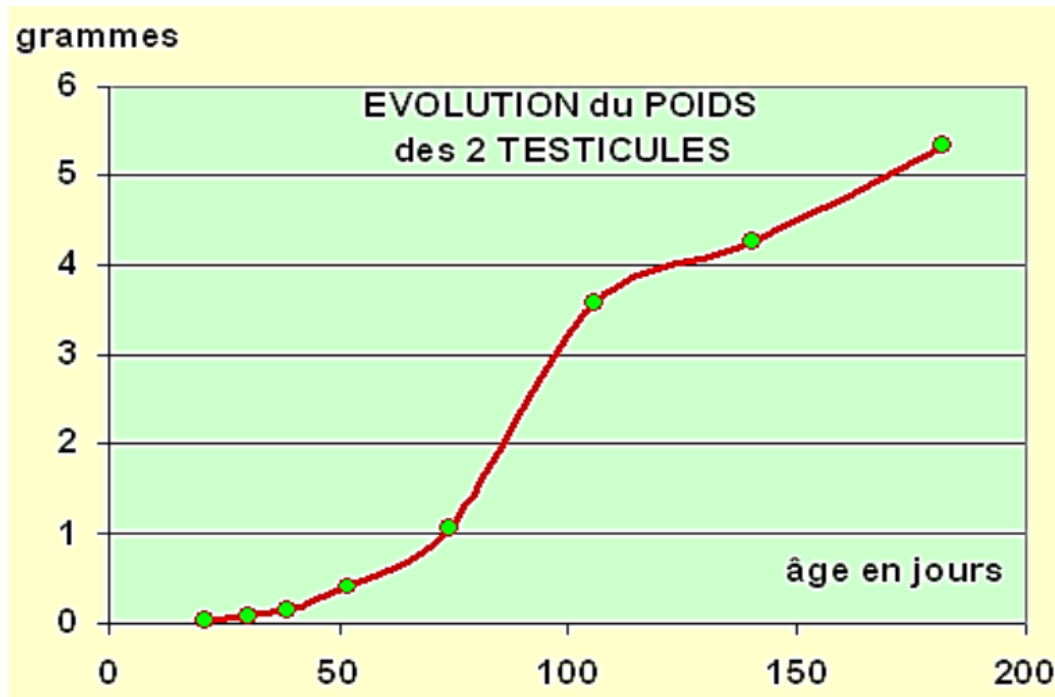


Figure 10 : Évolution du poids des testicules chez le jeune mâle entre 20 et 180 jours (Lebas, 2009).

3. Développement comportemental :

Avec la puberté c'est-à-dire entre 4 et 7 mois selon les races, apparaissent les comportements sexuels. Chez le lapin mâle, ils consistent en des marquages mentonnier, fécal et urinaire accrus, du grattage du sol pour y creuser un trou de faible profondeur) des chevauchements d'objets et une parade nuptiale (course-poursuite, bonds et murmures (petits bruits sourds)), les premières manifestations de comportement sexuel apparaissent vers 60-70 jours: le jeune lapin

commence alors à faire des tentatives de chevauchement. Les premiers coïts peuvent survenir vers 100 jours (Fortun-Lamothe et al, 2015)

4. Maturation sexuelle :

Chez le mâle la maturation sexuelle se fait en 4 étapes : phase infantile, prépubère, puberté et maturité sexuelle. (Iakabi, 2017)

4.1. Phase infantile :

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

4.2. Phase pré pubertaire :

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

4.3. Puberté :

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

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

4.4. Maturité sexuelle :

La maturité sexuelle correspond à la période où la production de sperme atteint son apogée, elle survient vers 7.5-8 mois pour la race néo-zélandaise en climat tempéré. Ensuite, la production de sperme récolté reste stable ou décroît légèrement. La production quotidienne est de l'ordre de 2×10^7 spermatozoïdes. (Fortun et al, 2015)

5. Fonction physiologique du testicule :

Les testicules sont des organes doués d'une double fonction, la fonction gamétogénèse ou spermatogénèse, assimilable à une véritable fonction exocrine, qui est assurée par les tubes séminifères et la fonction endocrine constituée par la production des hormones stéroïdes qui est assurée par les cellules de Leydig (Dadoune et Demoulin, 2001).

5.1.Spermatogénèse :

La spermatogénèse est le processus de formation des spermatozoïdes (figure 11) . Elle débute à la puberté et dure toute la vie. Chaque jour, des millions de spermatozoïdes sont produits à partir de cellules dites germinales. (Siffroi,2001)

Elle se déroule dans le testicule, à l'intérieur des tubes séminifères, de la périphérie du tube séminifère vers la lumière, en suivant une courbe hélicoïdale. Elle dure de 42 à 48 jours et est continue à partir de la puberté. (Fortun et al, 2015).

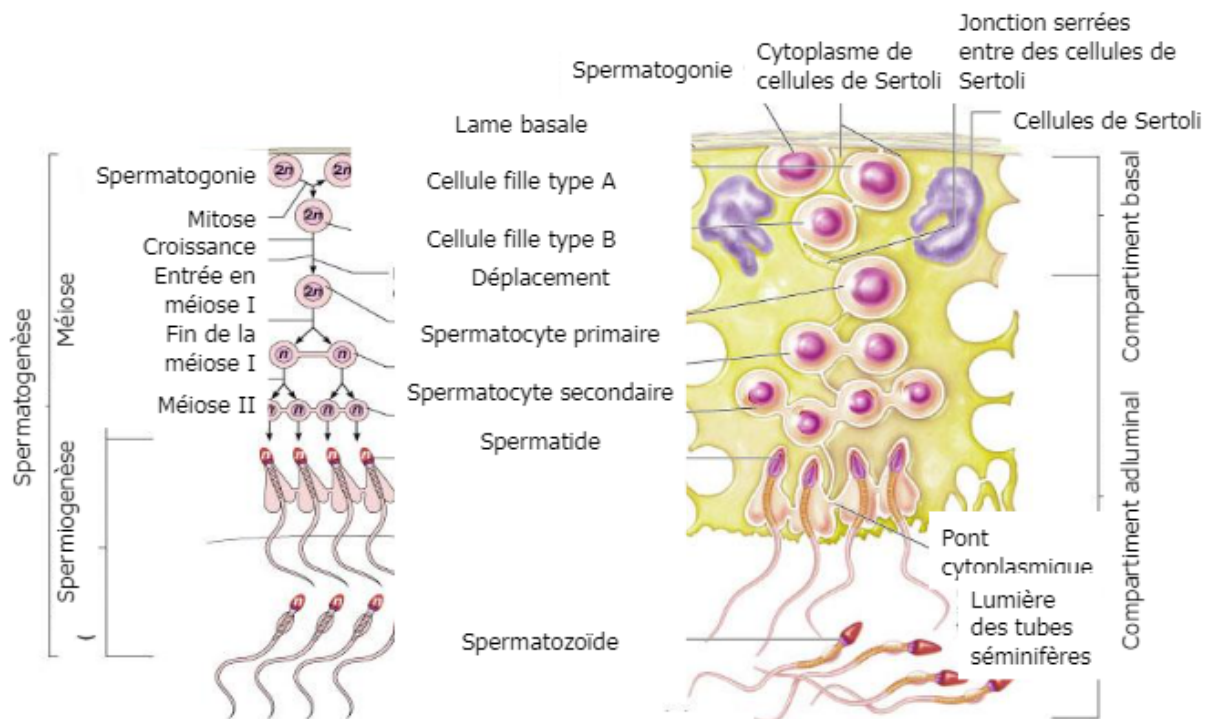


Figure 11 : Différentes étapes de la spermatogénèse (Marieb, 2006).

La spermatogénèse se déroule en trois phases : la prolifération des spermatogonies (cellules germinales souches diploïdes) ; la méiose, au cours de laquelle un spermatocyte donne quatre spermatozoïdes haploïdes, et la différenciation des spermatozoïdes en spermatozoïdes, ou spermiogénèse. (Perrard,et al, 2010)

5.1.1. Spermatocytogenèse :

A la naissance les testicules contiennent deux types de spermatogonie, A et B, durant la phase de multiplication les cellules germinales souches ou spermatogonies de type A se divisent par mitose pendant toute la vie sexuelle, ce qui permet non seulement de conserver le capital de spermatogonies souches (Little et Holyoak, 1992 ; Barone, 2001), mais aussi de donner naissance à des spermatogonies de types B, lesquelles vont conduire par divisions mitotiques à la formation des spermatocytes I diploïdes (spermatocytes du premier ordre) (Nguyen et Ferry, 2007)

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 la production des spermatocytes secondaires, ensuite deux divisions successives de la méiose produisent des spermatides haploïdes à n chromosome (Siffroi, 2001)

5.1.3. Spermioγένèse :

la spermioγένèse s'accompagne de modifications des cellules qui vont porter sur la formation de l'acrosome, les remaniements nucléaires, le développement du flagelle et la réorganisation du cytoplasme (Siffroi, 2001)

selon Idelman (2020) : Le spermatide ne se divise plus mais se transforme profondément en un spermatozoïde mature, à l'issue d'un processus qui constitue la spermioγένèse et qui comporte principalement : la constitution de la coiffe acrosomiale par confluence de l'appareil de Golgi; la formation du flagelle par déplacement ordonné des centrioles au pôle postérieur du noyau ; le regroupement des mitochondries, soit en largeur au niveau du col, soit en hélice au niveau du flagelle ; l'écoulement cytoplasmique sur le pourtour du noyau.

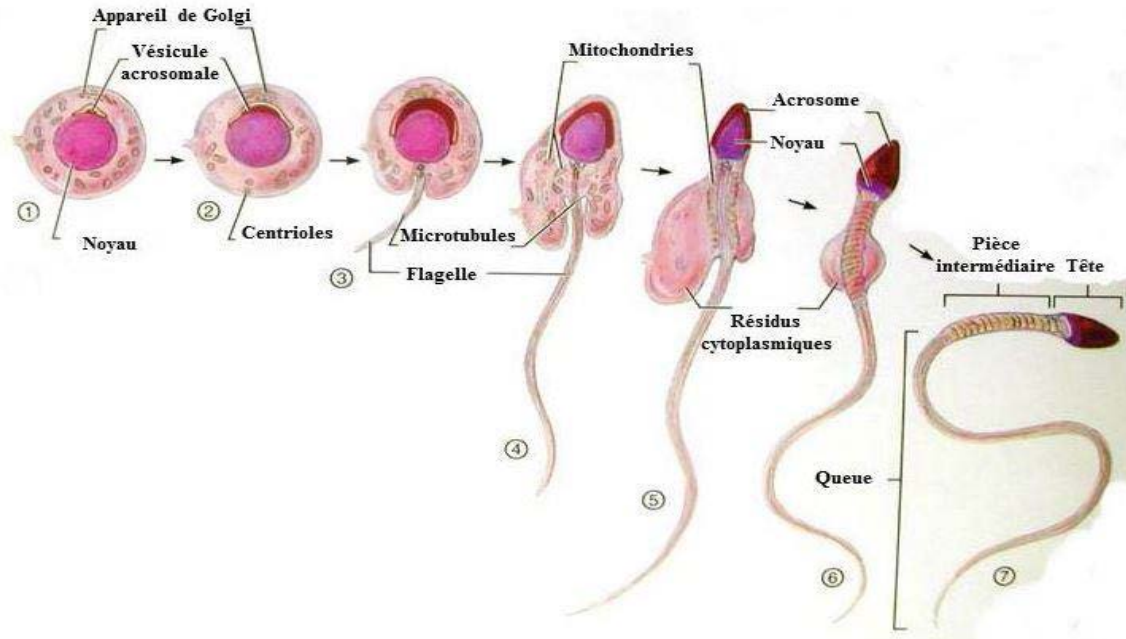


Figure 12 : Schéma récapitulatif des modifications nucléaires et cytoplasmiques touchant les spermatides pendant leur différenciation. (Siffroi, 2001)

5.2. Stéroïdogénèse :

Les cellules de Leydig élaborent les androgènes testiculaires et, en particulier, la testostérone. Au stade foetal, cette dernière est responsable du développement du tractus génital et de la différenciation des organes génitaux externes par son métabolite, la dihydrotestostérone (DHT). A l'âge adulte, elle est responsable du maintien des caractères sexuels secondaires. (Siffroi, 2001)

Dans la gonade pubère, la LH stimule les cellules de Leydig au niveau de ses récepteurs spécifiques. Ces derniers sont de la famille des récepteurs à 7 domaines transmembranaires couplés à une protéine G intracellulaire. Le signal passe ensuite par la formation d'AMPc. En réponse à ce signal, les cellules de Leydig produisent et sécrètent la testostérone. Cette hormone est l'androgène principal chez la plupart des espèces de mammifères. Elle agit hors du testicule sur les organes sexuels et les caractères sexuels secondaires. (LUANGPRASEUTH-PROSPER alix, 2015)

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).

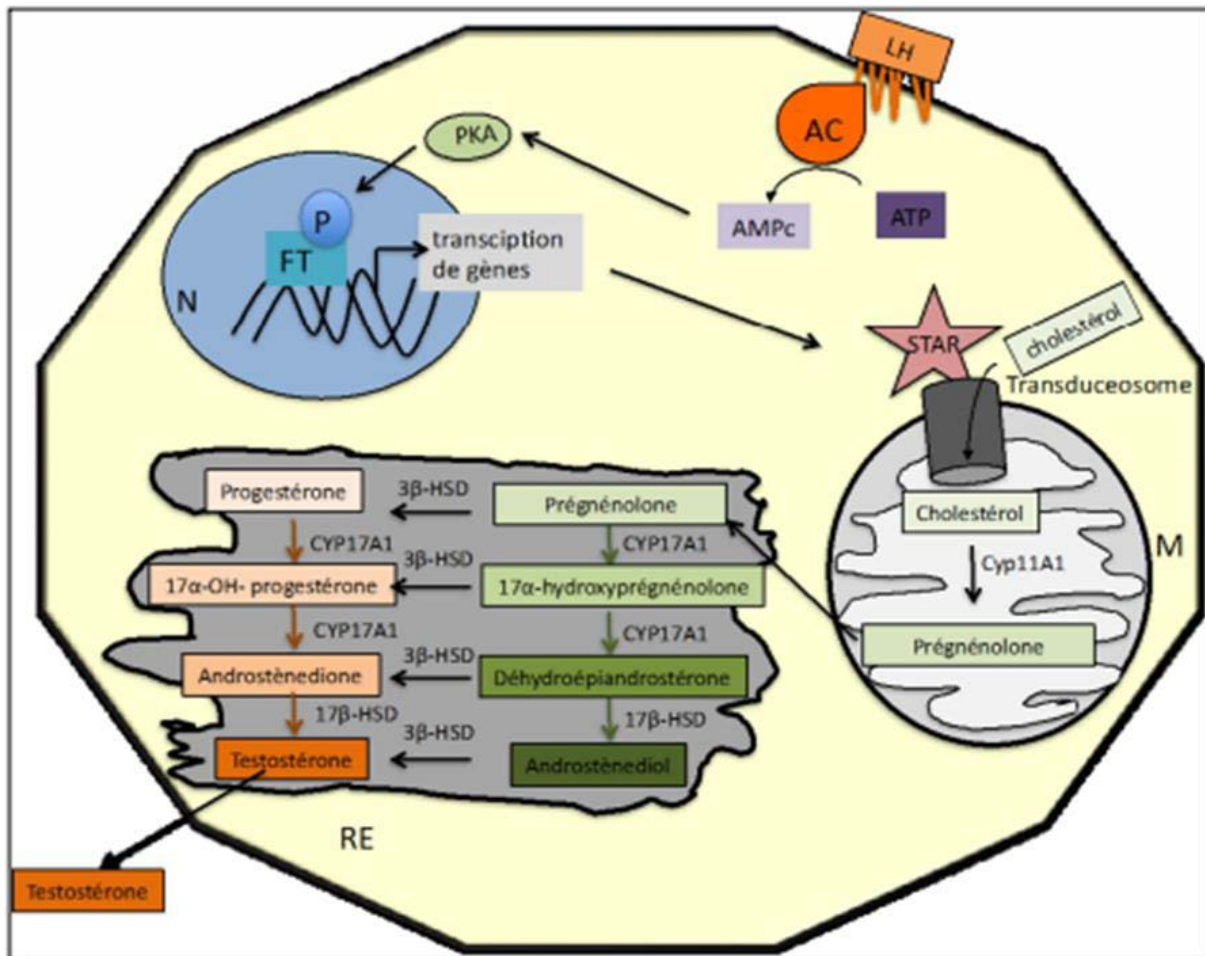


Figure 13 : La stéroïdogenèse dans les cellules de Leydig(Annick, 2014).

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

6. Fonctions physiologiques de l'épididyme :

L'épididyme possède un rôle important dans l'acquisition de la fertilité masculine ; ses fonctions principales sont le transport des spermatozoïdes, leur maintien et leur protection, leur maturation et leur entreposage avant éjaculation. (Mandon,2015)

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)

6.2.Acquisition de la motilité :

Les gamètes acquièrent peu à peu le pouvoir de se déplacer de façon progressive en ligne droite, ce qui est une condition essentielle à la fertilisation. L'acquisition de cette se fait graduellement. Les spermatozoïdes de la région proximale de la tête sont capables de mouvements vibratiles légers. Puis vers la région centrale de la tête, ils sont capables de nager en petits cercles serrés qui s'agrandiront avec la descente des gamètes dans le corps de l'épididyme et ce n'est qu'au début du segment caudal que leurs déplacements deviendront progressifs (Oregebin-Crist et *al.*, 1975)

6.3.protection :

L'épididyme assure la survie et la protection de cette cellule particulière qu'est le spermatozoïde. Ces processus de survie et de protection doivent être efficaces puisque le trajet épididymaire des gamètes est de l'ordre de 10 à 12 jours chez les mammifères, excluant les temps de stockage qui sont liés à l'activité sexuelle du mâle. La protection des spermatozoïdes en transit dans le tubule se doit d'être particulièrement efficace, car le gamète mâle est une cellule fragile. (Noblanc et al ,2012)

6.4. Stockage :

Les spermatozoïdes qui parviennent à la queue de l'épididyme sont donc motiles et capables de féconder l'ovocyte. Ils ont alors entreposés dans cette région de l'épididyme jusqu'à être éjaculés.(Mandon,2015)

Une fois mobiles et matures, les spermatozoïdes sont maintenus dans un état métabolique latent, ce qui leur permet d'être viables un certain temps. Le stockage des spermatozoïdes dans cet état se fait grâce à différents facteurs tels qu'un pH bas, de faibles taux d'ions HCO₃⁻, Na²⁺ et Ca²⁺, un taux élevé d'ions K⁺ et des facteurs inhibant la motilité, notamment l'immobiline (Kirichok et *al.*, 2006; Navarro et *al.*, 2007).

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 stéréo ciliées qui le composent, et ceci selon deux modes différents : mode mérocrine et mode apocrine.

7.1.Sécrétion mérocrine :

Le mode de sécrétion merocrine est le plus courant au niveau de tous les types cellulaires. La synthèse de protéines secrétées suivant ce mode débute par la traduction d'ARNm par les ribosomes du réticulum endoplasmique rugueux. Ces protéines sont caractérisées par une

séquence (signal de sécrétion) très hydrophobe en N-terminal de la séquence d'acides aminés. Ces protéines sont véhiculées dans l'appareil de Golgi pour subir toutes les modifications post-traductionnelles et transférées dans des granules de sécrétions. Ces dernières migrent jusqu'au pôle apical de la cellule et libèrent leur contenu à l'extérieur de la cellule par fusion de leur membrane avec la membrane plasmique cellulaire. (Hermo *et al*, 1994, Aumuller *et al*, 1997.)

7.2. Sécrétion apocrine :

Le mode de sécrétion apocrine est souvent rencontré dans les phénomènes d'exocytose de protéines ne possédant pas de séquence signal de sécrétion ou, de protéines liées à un lipide via une ancre glycosylphosphatidylinositol (GPI). (Aumuller *et al*, 1997)

Les protéines sont synthétisées par des ribosomes libres dans le cytoplasme, elles sont ensuite emmagasinées dans d'énormes bulles jaillissant de la membrane plasmique. Ces protrusions se détachent par la suite de la membrane cellulaire par rétrécissement de la jonction entre la cellule et la vésicule en formation. Les protéines sont libérées de la cellule à l'intérieur d'énormes vésicules ou aposomes. (Aumuller *et al*, 1997)

Des protéines du cytosquelette telles que la myosine et la B-actine ont été observées dans les aposomes en formation, notamment dans la zone de jonction entre la protrusion et l'apex de la cellule. Ces protéines pourraient intervenir dans le transport de protéines destinées à être sécrétées vers l'apex de la cellule. (Hermo *et al*, 1994)

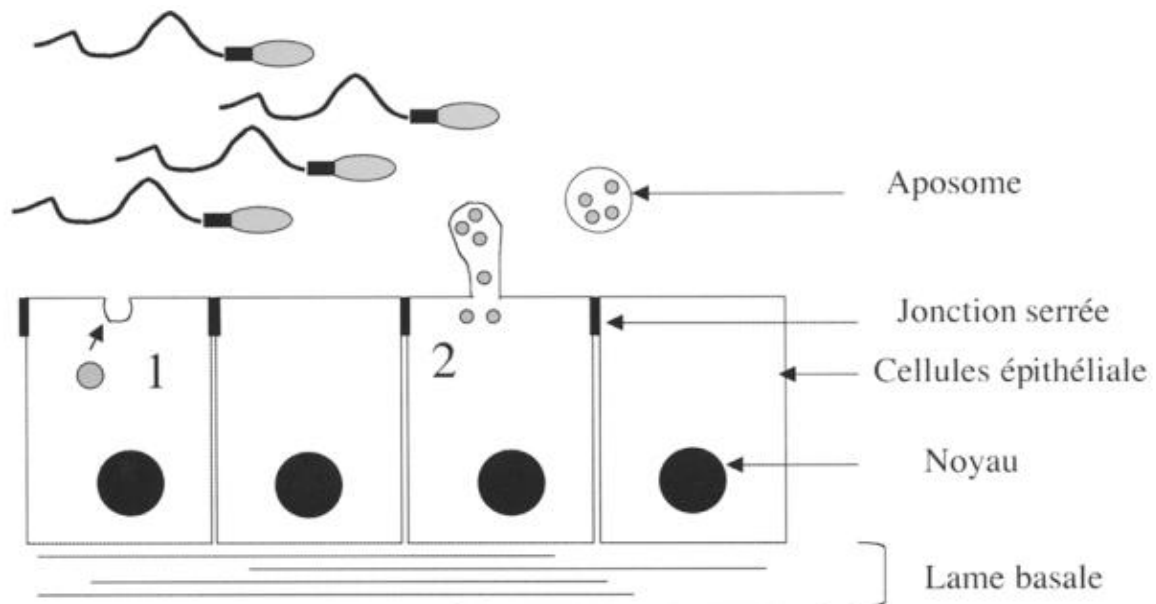


Figure 14: Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Rejraji et Drevet, 2004).

Les rectangles illustrent des cellules épithéliales polarisées avec un noyau en position basale et des jonctions serrées dans la partie apicale des membranes latérales. Dans la cellule 1, un

processus de sécrétion mérocrine, avec exocytose classique est représenté. Dans la cellule 2, une sécrétion apocrine est illustrée avec la formation d'une protrusion bourgeonnant au niveau de la membrane apicale. (Rejraji et Drevet, 2004).

8. Régulation endocrinienne de la fonction de reproduction chez le lapin :

8.1. Axe hypothalamo-hypophysio-gonadique :

La reproduction est régulée par un système hormonal complexe dans lequel l'hypothalamus et l'hypophyse (régions du cerveau) ont un rôle essentiel. L'élaboration et la maturation des spermatozoïdes sont sous la dépendance étroite des hormones gonadotropes et des androgènes. (Fortun,2015)

8.1.1. Au niveau hypothalamique :

Le fonctionnement gonadique est sous la dépendance d'une gonadolibérine la GnRH (gonadotropin releasing hormone), décapeptide sécrété par des neurones embryologiquement issus de la placode olfactive, dont les corps cellulaires sont situés dans l'hypothalamus médiobasal (noyau arqué) et antérieurs (noyaux pré et supra optiques) et dont les axones se terminent, pour la plupart, dans l'éminence médiane (EM). La sécrétion du GnRH est pulsatile et se fait dans le système veineux porte hypothalamo-hypophysaire. L'expression des effets du GnRH nécessite sa liaison aux récepteurs membranaires spécifiques des cellules gonadotropes. Ce récepteur est une protéine de 327 AA, ayant sept domaines transmembranaires, couplés aux protéines G (Thibault et Levasseur, 2001).

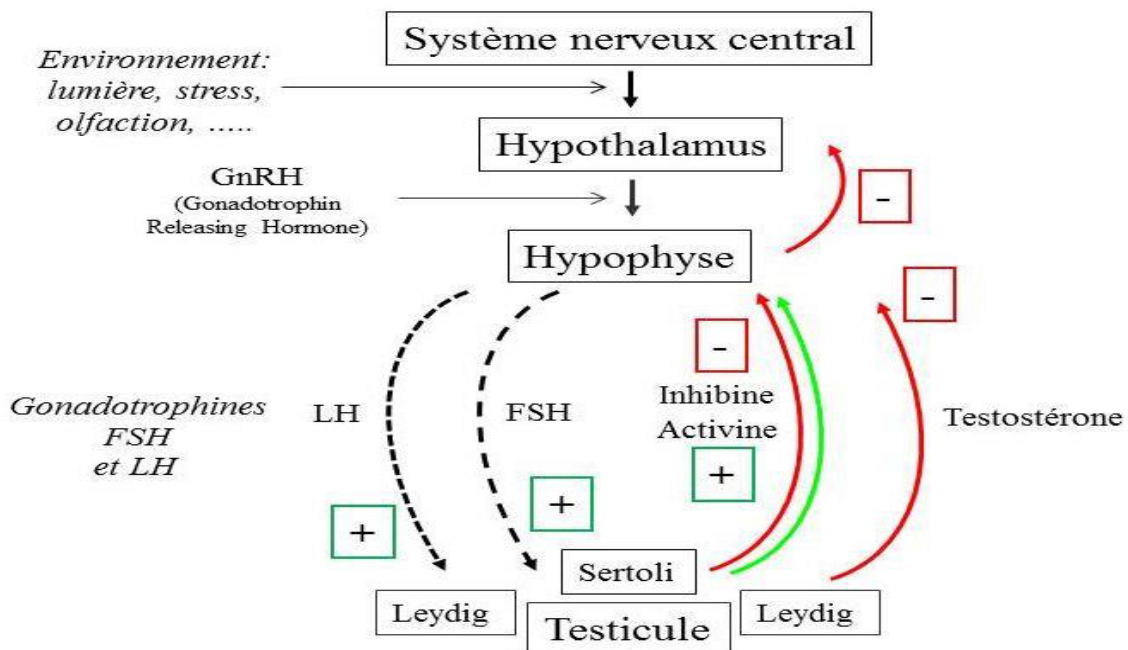


Figure 15: Schéma de l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique (Siffroi,2001)

8.1.2. Au niveau hypophysaire :

L'hypophyse est une petite glande située sous le cerveau. Elle sécrète : la FSH (Follicule Stimulating Hormone) qui agit sur les tubes séminifères et les cellules de Sertoli (cellules nourricières) ; l'ICSH (Interstitial Cell Stimulating Hormone), équivalent de la LH (Luteinizing Hormone), qui induit la sécrétion d'androgènes stéroïdiens par les cellules de Leydig au niveau du testicule. Ces hormones régulent la spermatogénèse par effet direct et par un effet de rétrocontrôle négatif vers le cortex hypothalamique, auquel s'associe éventuellement la sécrétion d'inhibine. (Fortun, 2015)

8.1.3. Au niveau gonadique :

Les gonadotrophines FSH et LH libérées par l'hypophyse en réponse à la GnRH pulsatile, agissent sur des types de cellules testiculaires spécifiques (pour réguler l'initiation et le maintien de la spermatogénèse. La FSH et la LH se lient respectivement à leurs récepteurs spécifiques présents sur les cellules de Sertoli et les cellules de Leydig. (Indrashis, 2019)

8.2. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule :

La régulation de la fonction gonadotrope est caractérisée par un rétrocontrôle négatif exercé à la fois au niveau de l'hypothalamus et de l'hypophyse, par la sécrétion testiculaire en testostérone. La testostérone a une action inhibitrice sur la sécrétion de la LH et à moindre degré de la FSH par l'hypophyse et sur celle de la GnRH par l'hypothalamus. L'inhibine exerce un rétrocontrôle négatif sur la synthèse des sous-unités β de la FSH, par les cellules gonadotropes. (Iakabi, 2017)

8.3. Régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire :

La régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire fait appel à un réseau complexe de molécules biochimiquement très variées et d'origines diverses, qui vont agir spécifiquement au niveau des cellules de l'épithélium épидидymaire pour réguler l'expression de gènes-cibles, et par conséquent, agir sur les fonctions physiologiques de cet organe. Selon leur proximité par rapport aux cellules-cibles, on distingue des facteurs endocrines arrivant par la voie systémique ; des facteurs lumicrines apportés par la lumière du canal épидидymaire et enfin, des facteurs paracrines et/ou autocrines produits par les cellules avoisinantes ou les cellules elles-mêmes. (Britan et Drevet, 2016).

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

La production spermatique des lapins est influencée par divers facteurs parmi lesquels il convient de mentionner la race, le régime alimentaire et les conditions d'ambiance (lumière et température principalement). (Lebas, 1996)

9.1. Température :

Le lapin est une espèce sensible aux écarts de température, il supporte mal les températures élevées (Duperray *et al.*, 1998). Selon Finzi (1990), le lapin est une espèce très résistante au froid, présente au contraire une très faible capacité thermorégulatrice contre la chaleur. A température élevée (30°C), la quantité et la qualité du sperme diminuent ainsi que la libido. La lapine mange moins et la prolificité diminue. Il convient d'éviter les fortes chaleurs. (Meyer, 2009)

9.2. Saison :

Des changements saisonniers ont été observés dans la sécrétion de GnRH, les valeurs les plus basses étant observées juste avant le solstice d'hiver. La fréquence des impulsions de GnRH a augmenté après le solstice d'hiver, et la libération de GnRH a augmenté pendant le mois qui suit le solstice d'été.(Lin and Ramirez, 1991)

Le poids des testicules était le plus élevé en août et le plus faible en hiver. (Alvariño, 2000)

9.3. Eclairage :

Si un éclairage pendant 16h par jour est favorable à la qualité de la semence produite, une insolation directe, même limitée à quelques heures par jour, est défavorable. (Lebas,1996)

Ainsi, un travail conduit en Egypte en 1987 a permis de montrer qu'une insolation directe de 3 heures pendant 8 semaines consécutives au cours de la croissance (début de l'insolation à 5, 12 ou 20 semaines d'âge) altère significativement la taille des testicules et la fertilité des mâles contrôlés à l'âge de 30 ou 33 semaines.(Lebas.1996)

9.4. Humidité :

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

9.5. Alimentation :

L'alimentation des mâles est un facteur important à maîtriser car les caractéristiques de la semence et la libido sont affectées lorsque le niveau des apports nutritionnels est insuffisant. (Joly, Theau-clément, 2000)

En effet, un régime alimentaire ne contenant que 13% de protéines brutes entraîne une diminution du volume de l'éjaculat, de la concentration en spermatozoïdes. (Nizza et *al.*, 2000) Les mâles nourris ad libitum ont montré une augmentation du volume de sperme, des spermatozoïdes par éjaculat et une meilleure libido. Cependant, leur concentration de sperme (spermatozoïdes/ml) était comparable à celle des mâles nourris avec un régime restreint. À l'exception du pH, la qualité du sperme n'a pas été affectée par le régime alimentaire. Seul un léger effet sur le pH initial a été observé. (ALVARIÑO, 2000)

9.6. Age :

Les caractéristiques biologiques de la semence (volume, concentration, motilité, altérations morphologiques...) sont très variables entre et intra races, mais en moyenne les valeurs de ces paramètres augmentent avec l'âge des mâles collectés (de 5 mois à 24 mois) ainsi que les résultats de fertilité et de prolificité des femelles inséminées. (Joly, theau-clément, 2000)

9.7. Etat sanitaire :

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



Chapitre III
Matériels et méthodes

2. Matériel et méthodes

2.1. Modèle animal

La présente étude est portée sur des lapins mâles de la population blanche (améliorée) (Figure16) âgés de 3 mois, c'est une population locale qualifiée de "population blanche" par Zerrouki *et al.* (2007), à cause de la prédominance totale du phénotype blanc néozélandais et californien, par rapport aux croisés (noir, gris, fauve et croisé). Le lapin est un modèle essentiel en recherche scientifique, sa manipulation est aisée, et sa taille permet d'obtenir facilement des échantillons tissulaires, De plus, son taux de reproduction élevé et l'intervalle de génération relativement court (Dewree et Drion, 2006)

La population locale se caractérise par une variabilité phénotypique, un petit format, une bonne fertilité, un poids adulte beaucoup trop faible pour espérer produire avec ce type génétique des lapins de 2.3-2.4 kg de manière rentable (poids d'abattage trop proche du poids adulte), y compris en été dans les conditions climatique du nord de l'Algerie(Zerrouki, 2006). Tous les lapins de laboratoire dérivent du lapin européen (*Oryctolagus cuniculus*) (Fox, 1974), dont la position taxonomique est la suivante :

- Règne : Animal
- Embranchement : Vertébrés
- Classe : mammifères
- Super Ordre : Glires
- Ordre : Lagomorphes
- Famille : Léporides (lièvre et lapin)
- Sous-famille : Leporinae
- Genre : *Oryctolagus*
- Espèce : *Oryctolagus cuniculus*Grasse (1949) et Lebas *et al.* (1984),



Figure 16: Lapins mâles de la population locale âgés de 3 mois

2.2. Model Végétale

Selon la pharmacopée européenne (2010), le terme « huile essentielle » est défini comme un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est la plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition.

1.2.1. La Sauge officinale

1.2.1.1. Généralités sur la sauge officinale

La sauge est une plante vivace à tige ligneuse à la base, elle forme un buisson qui dépasse parfois 80 cm de hauteur, elle possède des rameaux vert-blanchâtre. Ces feuilles sont assez grandes, épaisses, de couleur vert-blanchâtres, les fleurs sont bleu-violacé clair en épis terminaux lâches, elles sont disposées par 3 à 6 en verticilles espacés. Calice campanulé à 5 dents longues et corolle bilabée supérieure en casque et lèvres inférieure trilobée ; fruits en forme de tétrakènes (Hans, 2007).

La plante est originaire du Maghreb, des Balkans et d'Europe occidentale et a été ensuite introduite dans d'autres régions telles que l'Europe de l'Est (al-Makhzani, 2019).

Selon Alloun (2013), il existe plus de 600 variétés de sauge à travers le monde, toutes ne sont pas comestibles, beaucoup d'entre elles sont utilisées comme plantes ornementales dans les jardins.

D'après Cronquist (1968), la sauge suit la classification suivante :

- Règne: Végétale (plantea)
- Embranchement: Spermatophyte
- Sous embranchement: Angiospermes
- Classe: Magnoliopsida.
- Sous classe: Astéridaé
- Ordre: Lamiales
- Famille: lamiaceae.
- Genre: Salvia
- Espèce: *Salvia officinalis* L.



Figure 17: sauge officinale (originale, 2022)

1.2.1.2. L'huile essentielle de sauge officinale

L'huile essentielle de la sauge officinale est un liquide concentré et hydrophobe des composés aromatiques, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, extraite par distillation à la vapeur des feuilles et tiges de la plante qui doivent être récoltées avant la floraison. Elles fournissent une huile volatile jaune pâle (Aouadia, 2010), une odeur camphrée avec une saveur chaude, amère et piquante (Cuvier et al, 1835).

Bruneton, (1999) a rapporté que les principaux composants de l'huile essentielle de la sauge officinale sont :

Tableau 1 : Les composants de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* L (Bruneton, 1999)

COMPOSE	AIRES MOYENNES DES PICS CHROMATOGRAPHIQUES(%)
A-THUYONE	18-43
B-THUYONE	3-8.5
CAMPHRE	4.5-24.5
CINEOLE	5.5-13
HUMULENE	0-12
A-PINENE	1-6.5
CAMPHENE	1.5-7
LIMONENE	0.5-3
LINALOL LIBRE ET ESTERIFIE	1 au maximum
ACETATE DE BORNYLE	2,5 au maximum

1.2.2 : lentisque pistachier

1.2.2.1. Généralités sur lentisque pistachier

Le pistachier lentisque, couramment appelé «Dro» en arabe locale, est un arbrisseau ramifié de trois mètres de hauteur, à odeur de résine fortement âcre. (More et White. 2005)

Ses feuilles composées paripennées et persistantes le distinguent des deux autres espèces spontanées au Maroc, *P. atlantica* Desf et *P. terebinthus* L. (Fennane et al., 2007). Les fleurs sont en grappes spiciformes denses, de couleur rougeâtre, unisexuées et très aromatiques (Djerou . 2011).

Le fruit du pistachier est une baie globuleuse de 2 à 3 mm monosperme ; d'abord rouge, puis noir à maturité (Maamri-Habibatni . 2014)

Pistacia lentiscus L. est retrouvée couramment en zones arides sur le pourtour méditerranéen de l'Europe, d'Afrique et d'Asie, jusqu'aux Canaries et au Portugal (Bellakhder, 1997).

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

Selon Ansari *et al.* (2012). la classification hiérarchique de l'arbre du mastic est la suivante :

- Règne :Plantae
- Embranchement :Spermaphytes
- Sous embranchement :Angiospermes
- Classe :Dicotylédones
- Sous classe : Apétale
- Ordre :Sapindales
- Famille :Anacardiaceés
- Genre : *Pistacia*
- Espèce : *Pistacialentiscus*L



Figure 18: Feuilles et fruits de *P. lentiscus*L. (original 2022).

1.2.2.2. L'huile essentielle du nlentisque pistachier

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

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

COMPOSE	AIRES MOYENNES DES PICS CHROMATOGRAPHIQUES(%)
MYRCENE	39.2%
LIMONENE	10.3%
GURJUNENE	7.8%
GERMACRENE	4.3%
PINENE	2.9
MUUROLENE	2.9
HUMULENE	2.6
EPI	2.5
BICYCLOSESQUIPELLANDRENE	
ALPHA- PINENE	2.2

1.2.3. Menthe pouliot

1.2.3.1 généralités sur la menthe pouliot

Menthapulegium L. est une plante à tiges dressées, Sa saveur est fortement aromatique et son odeur est intense. Les tiges ont des sections carrées, qui plus ou moins dressées, de couleur verdâtre ou grisâtre, elles sont très ramifiées. La menthe pouliot a des feuilles opposées et petites, ces dernières sont ovales ou oblongues presque entières (légèrement dentelées ou crénelées) et munies d'un court pétiole. C'est une plante glabre de 10 - 30cm de long (Queze Santa, 1963).

Les fleurs, qui apparaissent l'été, de Mai à fin Septembre, sont rose lilas, parfois blanches, et sont groupées à l'aisselle des feuilles en glomérules largement espacés le long de la tige (Queze et Santa, 1963).

Au départ, elle était d'origine méditerranéenne, Aujourd'hui, elle est répandue aussi en Europe de l'Ouest, du Sud et centrale, aux canaries et à l'ouest de l'Asie, ainsi qu'en Amérique. *M. pulegium*, est connue sous le nom de « menthe pouliot ». Le nom de « pouliot » vient du latin *pulegium*, qui dérive de *pulex* : la puce ; la plante ayant la propriété d'éloigner les puces. Elle est fréquente dans les milieux humides, elle pousse sur des sols sablonneux, et acides, mais est très sensible au gel (Anton; 2005).

Selon Quezel et Santa (1963) ; Guignard et Dupont (2004), la classification qu'occupe *Menthapulegium*L., dans la systématique est la suivante

- **Règne** : Plantes
- **Embranchement** : Phanérogames ou Spermaphytes
- **Sous-embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Eudicots
- **Sous-classe** : Astéridées
- **Ordre** : Lamiales
- **Famille** : Lamiacées
- **Genre** : *Mentha*(Tourn.) L
- **Espèce** : *Menthapulegium*L.



Figure 19: représentation de la menthe pouliot (originale, 2022)

1.2.3.2 L'Huile essentielle deMenthe pouliot

L'huile essentielle de menthe pouliot est un liquide rouge jaunâtre, d'odeurs très fortes, solubles dans l'alcool (Beloued, 1998) qui est caractérisée par la prépondérance du pulégone (70-90 %) accompagnée d'autres cétones monterpeniques : isomenthone, menthone et pipertenone (Lahrech, 2010).

Composition chimique de l'huile essentielle de la menthe pouliot selon (Guy;2005)

Tableau 3 : Les composants de l'huile essentielle de *Menthapulegium*L.(Guy;2005)

COMPOSE	AIRES MOYENNES DES PICS CHROMATOGRAPHIQUES(%)
B-Phellandrene	trace à 2%
Limonene	0,4 à 1%
Neomenthol	0 à 1,5%
A-Terpineol	0 à 1,4%
Menthone	0,1à 30,8%
ISO-Menthone	1,9 à 25,4%
Piperitone	0,4 à 87%
Pulegone	36à 74,4%
Piperitenone	0 à 2,5%
Menthofurane	0 à 0,8%
AcetatedeNeoisomenthyle	0 à 2,5%

3. Expérimentation

L'expérimentation est portée des lapins mâles de la population locale, âgés de 3 mois, placés dans des cages spéciales et repartis en 3 lots, un lot témoin de 5 lapins, deux lots expérimentaux traités par la menthe pouliot aux doses respectives de 200µl et 400µl.

L'expérimentation n'est entamée qu'une semaine après la mise en cage pour permettre aux lapins de s'adapter et ils sont tous exposés aux mêmes conditions de température, de lumière et d'humidité qui sont celles de l'environnement ambiant. Les animaux sont nourris et abreuvés *ad libitum*, avec un aliment sec granulé et une eau distribuée en accès libre

4. protocole expérimental

4.1. Pesée et administration de l'huile essentielle

Après la semaine d'adaptation, les lapins ont été pesés afin de déterminer la quantité de l'huile essentielle à administrer pour chaque lapin et à chaque dose qui est mélangée à 0.5 ml de l'eau distillée, puis administrée par voie orale à deux doses différentes en prise unique 200µl/Kg, 400 µl/kg aux lapins de 2^{ème} et 3^{ème} lot respectivement (figure 18)



Figure 20: pesée des animaux et administration des huiles essentielles (Hadj Ramdane et Taleb 2021)

4.2. Sacrifices et prélèvements

Une semaine après l'administration de l'huile essentielle, les lapins sont pesés puis sacrifiés par saignement (Figure 21 et 22), le sang est immédiatement recueilli dans des tubes secs, qui sont ensuite centrifugés à 3500 tours /15 minutes. Le plasma est aliquote et placé dans des épendorffs puis congelé à -20°C pour des dosages ultérieurs.



Figure 21: Sacrifice et récupération du sang (Mabed et Madoun, 2021)



Figure 22 : Centrifugation du sang ((Mabed Et Madoun., 2021)

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

Immédiatement après le sacrifice, les lapins sont disséqués et les organes génitaux sont prélevés, dégraissés et pesés grâce à une balance de précision 0,01g. Les testicules et épидидymes droits (figure 23) sont fixés au Bouin Hollande dans des cassettes soigneusement fermés et étiquetés pour une étude histologique, alors que ceux de gauches sont placés dans des eppendorfs et congelés à -20°C.

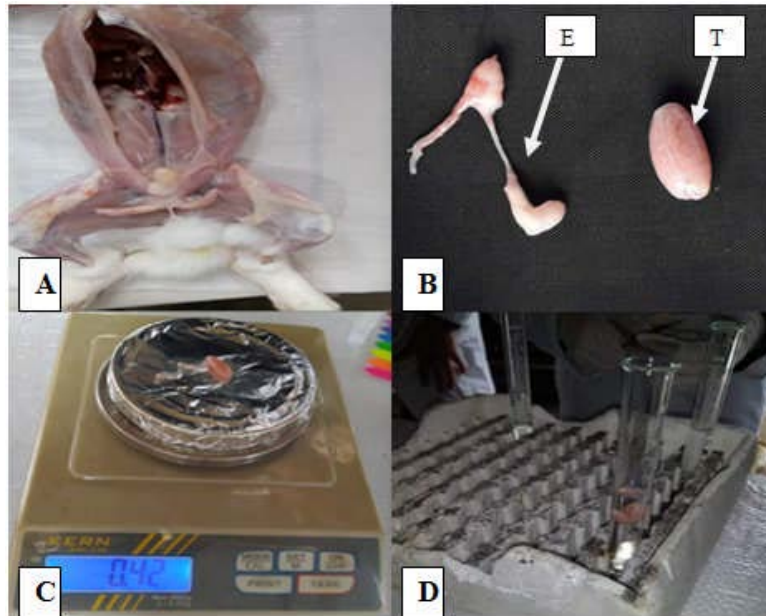


Figure 23: Dissection, prélèvement et pesé des organes génitaux (Mabed et Madoun,2021)

A: Dissection; B: Les organes disséqués C: Mesure de poids; D: Volume des organes T: Testicule; E: Epididyme

4.3. Étude histologique

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

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

4.4. Fixation des échantillons

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

Elle permet d'éviter les raccourcissements et les distorsions possibles, mais aussi de protéger les cellules de l'attaque bactérienne ou encore de celle des enzymes. Le fixateur utilisé est le Bouin Hollande sublimé (mélange de formol et d'acide picrique) appartenant à la famille des fixateurs coagulants à base de métaux lourds. Les organes sont placés dans des cassettes d'inclusion puis déposés dans un volume de « Bouin Hollande » trois fois supérieur à celui de l'organe, afin de l'immerger totalement, puis les organes sont maintenus ainsi pendant 7 jours dans le fixateur à température ambiante (Figure 24).



Figure 24: Fixation des organes par le fixateur Bouin Hollande (Hadj Ramdane , Taleb, 2021)

4.5. Déshydratation et éclaircissement

Les pièces ont été déshydratées dans une série d'alcool éthylique de titre croissant (70°, 90°,100°) pendant 45 minutes chacun, ceci permet d'éviter la désorganisation des structures, puis transférés dans des bains de xylène pendant 45 minutes pour l'éclaircissement (Figure 25)

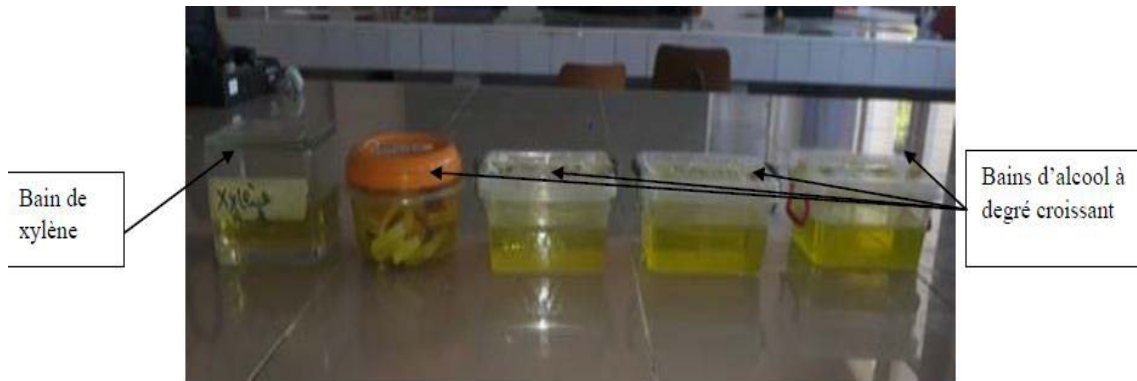


Figure 25: Bains d'alcool et de xylène de la circulation (Hadj Ramdane et Taleb, 2021).

4.6. Imprégnation a la paraffine

L'imprégnation consiste à plonger les organes dans 3 bains successifs de paraffine pendant 40 minutes pour chaque bain à 60°C, immédiatement après les bains de xylène. Le deuxième et le troisième bain renferment de la paraffine pure, tandis que le premier est constitué de moitié paraffine et moitié toluène. Un séjour prolongé des pièces dans le deuxième bain ne présente aucun inconvénient, à condition que la température ne dépasse pas 60°C. (figure 26)



Figure26 : 3 bains successifs de paraffine. (Mabed et Madoun.2021)

4.7. Inclusion

L'inclusion est l'opération qui consiste à enrober l'organe déshydraté dans de la paraffine fondue à 60°C. Les organes ont été placés dans des moules qui recevront la paraffine. Les cassettes respectives, identifiant chaque échantillon ont été placées à la surface des moules avant de faire couler la paraffine jusqu'à immersion totale de l'échantillon. Le dispositif est déposé sur une plaque refroidissante (-10 à -15°C) pour durcir, les blocs obtenus sont démoulés facilement et peuvent être conservés (Figure 27).



Figure 27: A, B, C/Organes placés dans des moules à paraffine (BensaidKhalfouni , 2021).

4.8. Confection des coupes

Des coupes fines de 2 à 5 μ m d'épaisseur ont été réalisées sur les blocs d'organes, en utilisant un microtome à paraffine de type Leica au niveau du laboratoire d'anatomopathologie du CHU de Tizi-Ouzou (Figure 28). Les coupes ont été récupérées sur des lames porte-objet propres qui seront incubées pendant une heure à 38°C dans une étuve afin de fixer l'échantillon.



Figure 28: Dispositif permettant de faire des coupes : microtome (Mabed et Madoun.2021)

4.9. Déparaffinage et réhydratation

Le déparaffinage permet de retirer la paraffine qui imprègne la coupe, il est donc indispensable de déparaffiner les lames et de les placer en milieu aqueux pour pouvoir les colorer ensuite (les colorants les plus utilisés en histologie sont aqueux.).

Cette étape est suivie de la réhydratation, qui consiste en deux bains de xylène, puis en bains d'alcool éthylique à des degrés décroissants (100°, 90°, 70°). (figure 29)



Figure 29: Bains d'alcool et de xylène de la circulation (Hadj Ramdane, Taleb ,2021)

4.10. Coloration topographique

La coloration topographique choisie est le Trichrome de Masson (figure30) qui possède plusieurs avantages tels que la résistance au lavage et la rapidité.

Cette coloration permet de mettre en évidence grâce aux colorants utilisés, le noyau en noir, le cytoplasme acidophile et le nucléole en rose, les sécrétions sont soit rouges soit vertes en fonction de leur nature, les muscles sont rouges et les fibres de collagènes sont vertes.

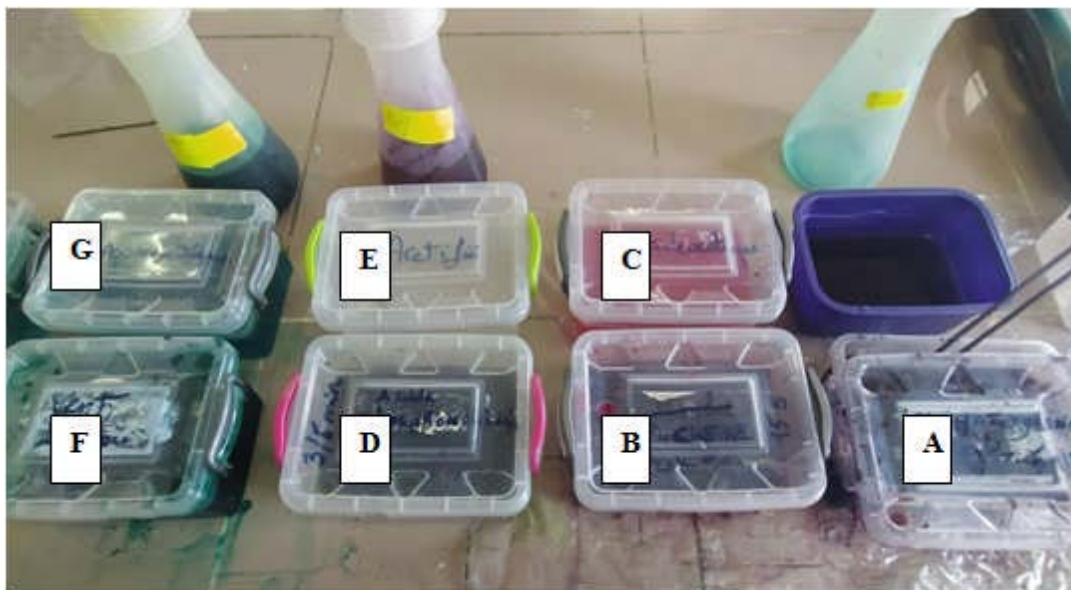


Figure 30: série de coloration topographique (Mabed et Madoun, 2021)

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

4.11. Montage

Consiste à fixer la lamelle en verre sur la lame contenant l'échantillon histologique, et ça en utilisant une goutte de l'Eukitt, qui va permettre l'adhérence des deux parties entre elles.

Une légère pression est appliquée pour chasser les bulles d'air qui peuvent éventuellement se former entre la lame et la lamelle (figure 31)



Figure 31 :Montage lame lamelle (Hadj Ramdane, Taleb, 2021)

4.12. Observation des lames

Les lames obtenues par la technique histologique ont été observées au microscope photonique dans le but de rechercher toute modification histologique et histochimique des structures étudiées. (figure 32)

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

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

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



Figure 32 : Observation des lames au microscope optique.

5. Etude statistique

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

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

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

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



Chapitre IV
Résultat et discussion

1. Résultats

Les résultats rapportés dans cette recherche concernent l'effet des trois huiles essentielles de la menthe pouliot, de la sauge officinale et du lentisque pistachier sur les variations et l'évolution du poids corporel et gonadique (testicules et épидидymes) des lapins infantiles âgés en moyenne de 3 mois ainsi qu'une étude histologique des structures testiculaire et épидидymaire.

1.1. Evolution du poids corporel

La pesée des lapins a été effectuée deux fois, une première fois avant l'administration des trois huiles essentielles (J0) pour déterminer la quantité administrée, puis la seconde fois avant le sacrifice pour évaluer l'effet de ces huiles sur l'évolution du poids corporel de nos animaux.

1.2. Etude histologique

1.2.1. Étude histologique des structures testiculaires

À la naissance, l'animal dispose d'un faible stock de cellules souches appelées spermatogonies, qui vont subir la spermatogenèse à partir de la puberté et assurer ainsi la formation des gamètes mâles ou spermatozoïdes tout au long de la vie du mâle. Le cycle spermatogénique représente l'ensemble des divisions et des différenciations cellulaires aboutissant à la formation des spermatozoïdes (Boussit, 1989).

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

Les structures histologiques des testicules des groupes expérimentaux (D1, D2) des différentes huiles essentielles et de groupe témoin (T) sont observé au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois.

Selon lakabi (2017), l'observation des coupes testiculaires des lapins âgés de 12 semaines (témoins) révèle des tubes séminifères de diamètres variables, avec une lumière apparente et un épithélium comprenant des cellules de la lignée germinale dont les spermatogonies à noyaux ronds et condensés, quelques spermatocytes I à noyaux volumineux et à chromatine décondensée très colorée sous forme d'amas grossiers et des cellules de Sertoli à noyau triangulaire. Ces tubes sont entourés par un tissu conjonctif intertubulaire vascularisé, riche en cellules pérítubulaires à noyaux aplatis et de cellules de Leydig à noyaux arrondis.

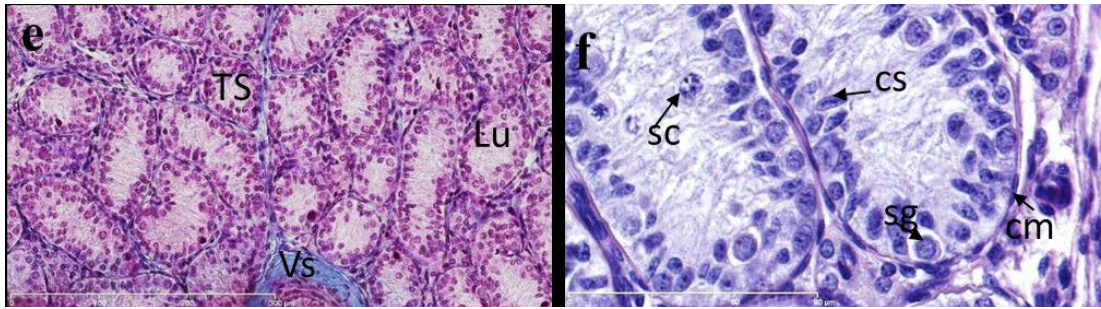


Figure 33 : structure du testicule des lapins âgé de 12 semaines à faible et à fort grossissement.

TS : tube seminiferaire ; Lu : lumière ; Vs : vaisseaux sanguins, Sc : spermatide ; Cs : cellule de sertoli ; Cm : cellule miyoide ; Sg : spermatogonie.

L'observation des coupes testiculaires des lapins prépubères du lot traité avec l'huile essentielle de lentisque présentent la même structure que celle des lapins témoins, avec une augmentation du nombre de spermatides ronds, tant dit que, ceux des animaux auxquels est administrée l'huile essentielle de sauge présente une lumière négligeable, le nombre le plus important de spermatide ronds et une apparition des premières spermatides allongées. Quant aux coupes testiculaires des lapins qui ont reçus l'huile essentielle de la menthe pouliot, montrent le nombre le plus bas de spermatides ronds, et le plus élevé de spermatides allongées, ces dernières sont entourées d'un tissu interstitiel ou se baignent les cellules de leydig avec présence de cellules peritubulaire.

- **Testicule de lapins traités à l'huile essentielle de *P.lentiscus* :**

Les résultats de l'observation microscopique des structures histologiques des testicules des lapins traiter avec l'huile essentielle de *P.lentiscus* à dose 1

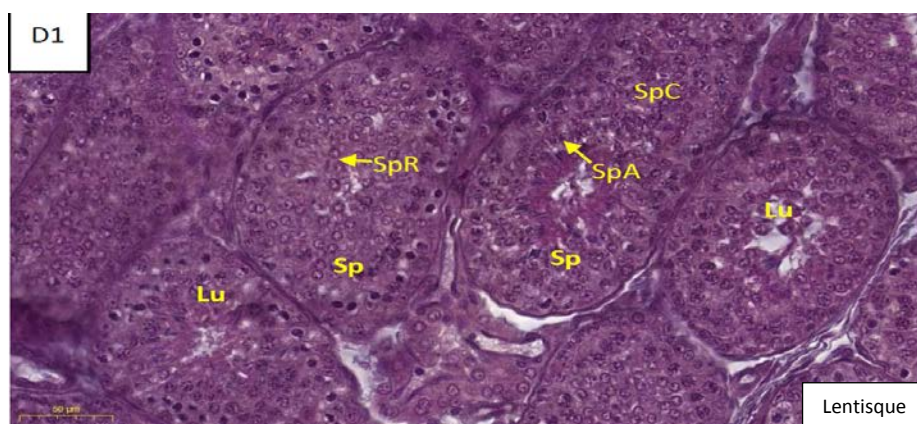


Figure 34 : Microscopie de coupe histologique au niveau de testicule des lapins âgés de 3mois traités avec la dose 1 de lentisque pistachier.

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

- **Testicule de lapins traités à l'huile essentielle de *S.officinalis***

Les résultats de l'observation microscopique des structures histologiques des testicules des lapins traités avec l'huile essentielle de *S.officinalis* à dose 1 sont présentés dans la figure 35

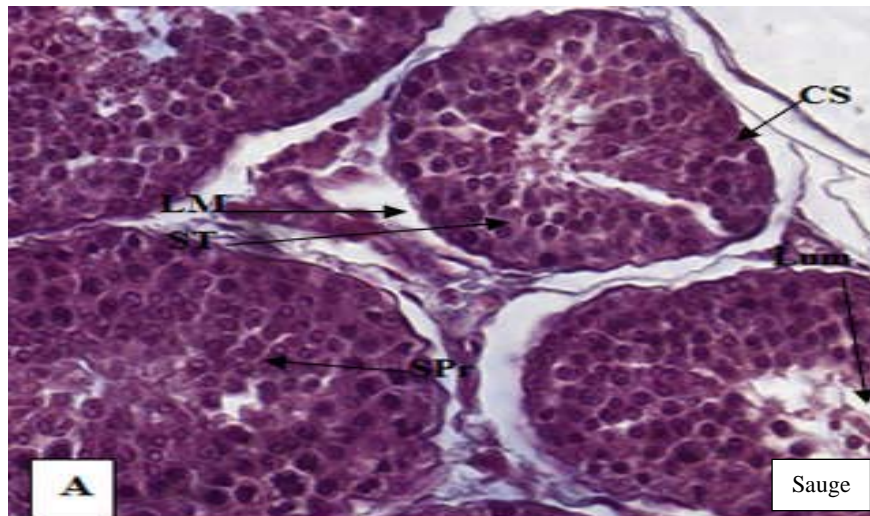


Figure 35 : Coupe histologique au niveau de testicule de lapin prépubère traité avec l'huile essentielle de la sauge officinale à dose 1.

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

A : Lapin traité par l'huile essentielle de la Saugue officinale à 200µl/kg

- **Testicule de lapins traités à l'huile essentielle de *M. pulegium***

Les résultats de l'observation microscopique des structures histologiques des testicules des lapins traités avec l'huile essentielle de *M.pilegium* à dose 1 sont présentés dans la figure 36

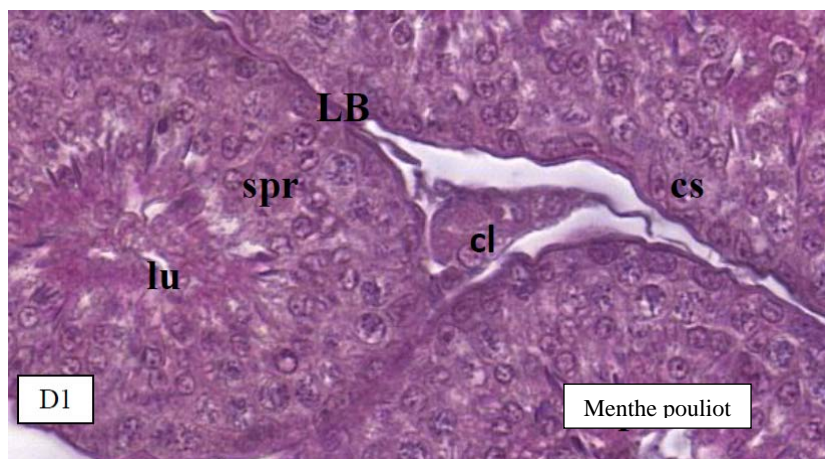


Figure 36: Coupes histologiques des testicules des lapins âgés de 3 mois pour le lot D1

(Coloration : Trichrome de Masson). Sg : spermatogonie ; cs : cellule de Sertoli ; sc : spermatocytes ;
cl : cellules de Leydig ; Lu : lumière séminale ; spr : spermatide rond ; spa : spermatide allongé ;
basale ; D1 : dose1 ;

LB : lame

Doses 2 : 400ul :

Les structures histologiques des lapins prepubertraiter avec les trois huiles essentielles à savoir : lentisque, sauge et menthe pouliot, montrent une net augmentation du nombre des spermatides allongées, ceux qui est indicateur de l'efficacité de ces huiles. La même observation pour la D 1 a été faite , les spermatides allongées sont plus nombreuses chez les animaux qui ont reçus l'huiles essentielle de menthe pouliot, ensuite ceux traiter avec la sauge et en dernier ceux auxquels on a administré l'huile essentielle de lentisque pistachier.

- **Testicule de lapins traités à l'huile essentielle de lentisque**

Les résultats de l'observation microscopique des structures histologiques des testicules des lapins traiter avec l'huile essentielle de lentisque à dose 2 sont présenter dans la figure 37

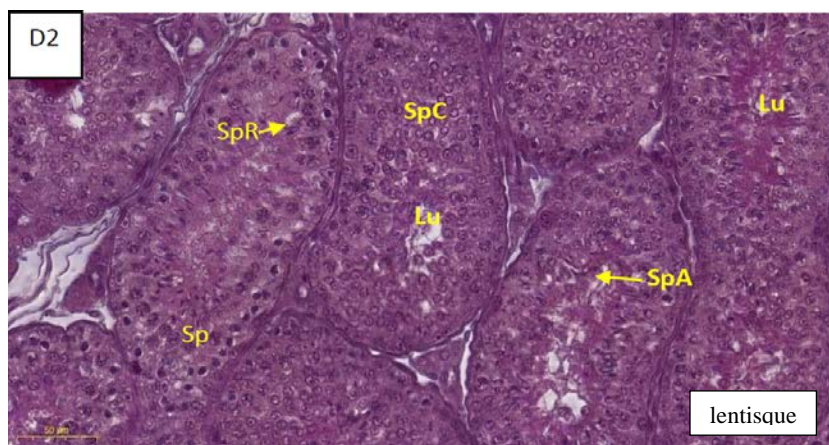


Figure 37 : Microscopie de coupe histologique au niveau de testicule des lapins âgés de 3mois après traité par Lentisque pistachier a dose 2.

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

- **Testicule de lapins traités à l'huile essentielle de Sauge :**

Les structures histologiques des testicules du groupe expérimental (D2) de sauge observé au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois sont représentées dans la Figure 38

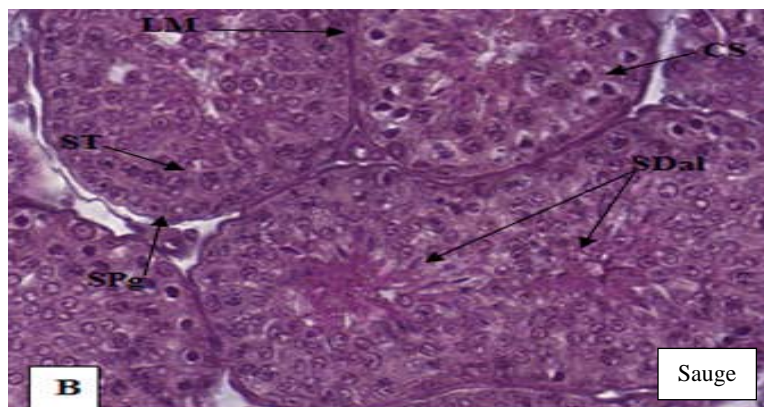


Figure 38 : Coupe histologique au niveau de testicule de lapin prépubère traité essentielle de la sauge officinale a dose 2

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

Sauge officinale à 200µl/kg;

A : Lapin traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale à 200µl/kg

B: Lapin traité par l'huile la Sauge officinale à 400µl/kg.

• **Testicule de lapins traités à l'huile essentielle de Menthe pouliot :**

Les structures histologiques des testicules du groupe expérimental (D2) de menthe pouliot observé au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois sont représentées dans la Figure 39

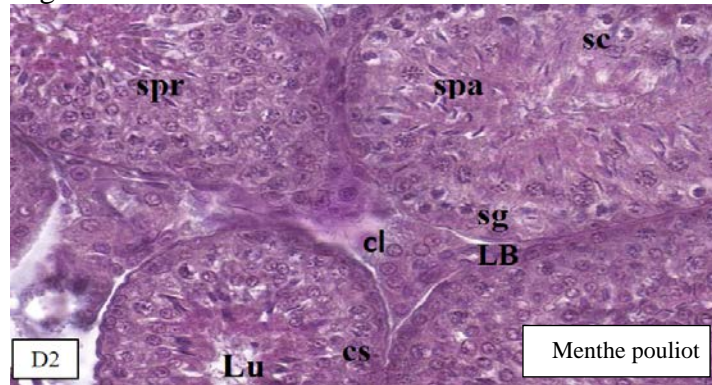


Figure 39: Coupes histologiques des testicules des lapins âgés de 3 mois pour lots D2 de menthe pouliot.

Sg : spermatogonie ; cs : cellule de sertoli ; sc : spermatocytes ; cl : cellules de Leydig ; Lu : lumière séminale ; spr : spermatide rond ; spa : spermatide allongé ; LB : lame basale ; T : témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2.

1.2.2. Étude histologique des structures epididymaires

Chez les lapins du lot témoin âgés de 3 mois, au fort grossissement, le tubeépididymaire apparait bordé par une fine paroi musculaire à laquelle adhère une couche d'épithélium prismatique pseudostratifié constitué de cellulesprincipales et cellules basales reposant sur une lame basale fine. Le tube épидидymairereprésente également une lumière large et vide dépourvue de spermatozoïdes avec un début dessécrétions épидидymaire , un tissu conjonctif intertubulaire formé de fibres conjonctives, des faisceaux de collagène, des cellules musculaires, des fibroblastes et des vaisseaux sanguins

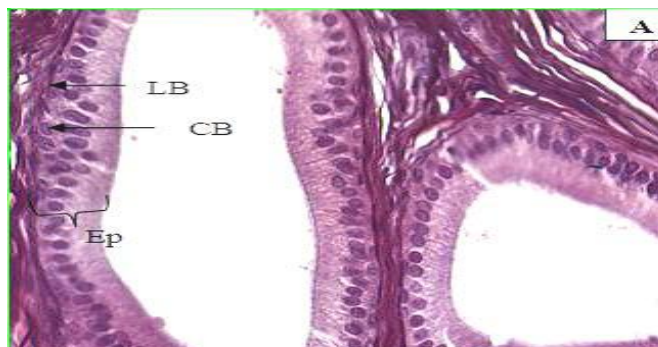


Figure 40: coupes histologiques de l'épididyme réalisées sur les lapins prépubères des lots T,

Lu : lumière ; Tc : tissu conjonctif ; Cb : cellule basale ; Cp : cellule principale ; St : stériocils ; T : témoin

Dose 1 :

La structure epididymaire des lapins traités à la dose 1 des différentes huiles essentielles présentent un épithélium pseudo stratifié prismatique, contenant des cellules basales et principales qui montre en leurs pôles des stereociles. Les cellules principales sont présentes en grand nombre chez les mâles aux quels traités, elles sont plus grandes et ont des stereociles plus abondantes. Les lapins traités à la sauge présentent un nombre moins élevé de cellules principales et un épithélium moins larges. Les animaux qui sont traités à HE de la menthe pouliot présentent des cellules basales et principales plus nombreuses que celles des lapins témoins mais pas autant que les deux autres huiles, par contre ils ont une lumière plus large et plus de sécrétions.

- **Epididyme de lapins traités à l'huile essentielle Lentisque :**

Les structures histologiques des testicules du groupe expérimental (D1) observé au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois traiter avec l'huile essentielle de lentisque pistachier sont représentées dans la Figure 41

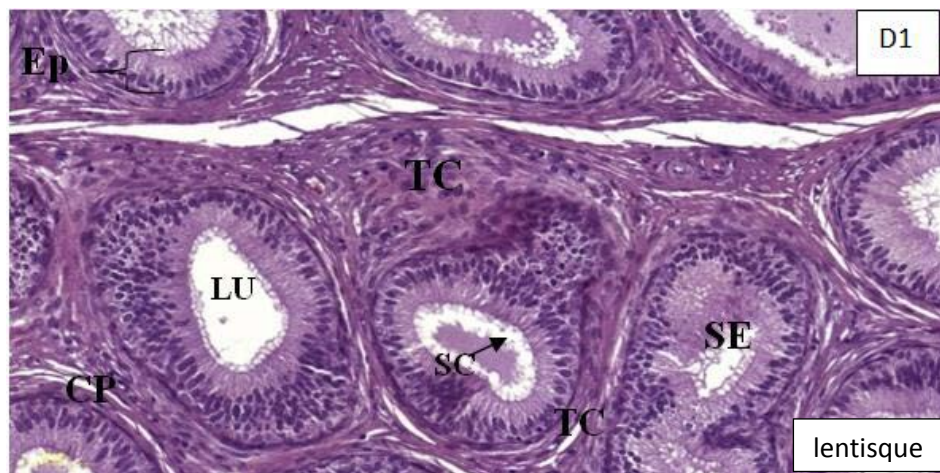


Figure 41: Microscopie de coupe histologique au niveau de l'épididyme des lapins traités par l'huile essentielles du lentisque pistachier a dose 1 âgés de 3 mois

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

• **Epididyme de lapins traités à l'huile essentielle Sauge :**

Les structures histologiques des testicules du groupe expérimental (D1) observé au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois traiter avec l'huile essentielle de sauge sont représentées dans la Figure 42

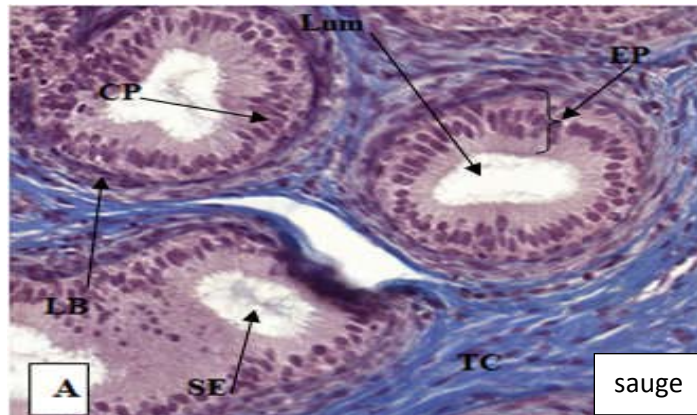


Figure 42 : Coupe histologique au niveau de l'épididyme d'un lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale a dose 1.

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

Epididyme de lapins traités à l'huile essentielle Menthe pouliot : Les structures histologiques des testicules du groupe expérimental (D1) observé au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois traiter avec l'huile essentielle de menthe pouliot sont représentées dans la Figure 43

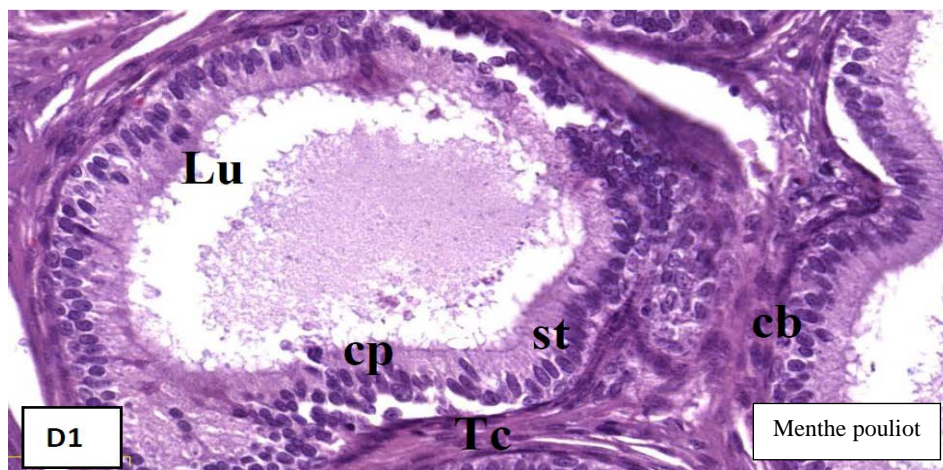


Figure 43 : coupes histologiques de l'épididyme réalisées sur les lapins prépubères des lots

D1

Lu : lumière ; Tc : tissu conjonctif ; Cb : cellule basale ; Cp : cellule principale ; St : stériocils ; D1 : dose 1

Dose 2 :

Les coupes histologiques des épидидymes des animaux qui ont reçus la dose 2 des huiles essentielles, montre une augmentation de la taille de la lumière epididymaire et leur contenance en sécrétion par rapport à la dose 1 de toutes les huiles. Les sécrétions sont plus abondantes chez les animaux traités avec la menthe pouliot. La lumière la moins développée est observé chez les lapins qui ont pris l'huile essentielle de sauge et elle contient moins de sécrétion par rapport au deux autres.

- **Epididyme de lapins traités à l'huile essentielle Lentisque**

Les structures histologiques des testicules du groupe expérimental (D2) observé au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois traiter avec l'huile essentielle de lentisque pistachier sont représentées dans la Figure 44

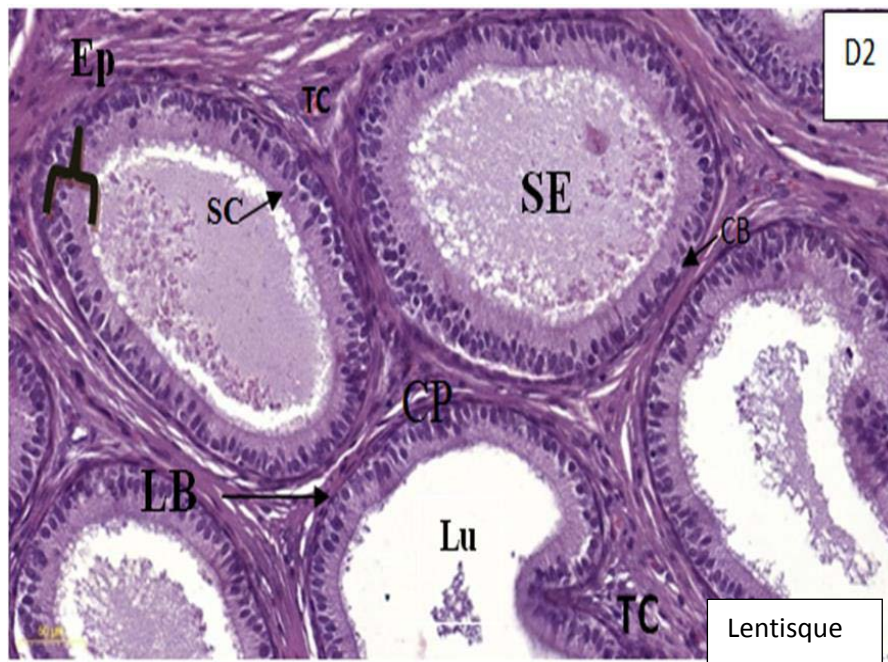


Figure 44: coupe histologique au niveau de l'épididyme des lapins traités âgés de 3 mois traiter avec l'huile essentielle de lentisque pistachier

LU : lumière, LB : lame basale, TC : tissu conjonctif ; SE: sécrétion epididymaire UV ; SC : stériocils ; Ep : épithélium, CB : cellule basale.

- **Epididyme de lapins traités à l'huile essentielle Saugé :**

Les structures histologiques des testicules du groupe expérimental (D2) observé au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois traiter avec l'huile essentielle de sauge officinale sont représentées dans la Figure 45

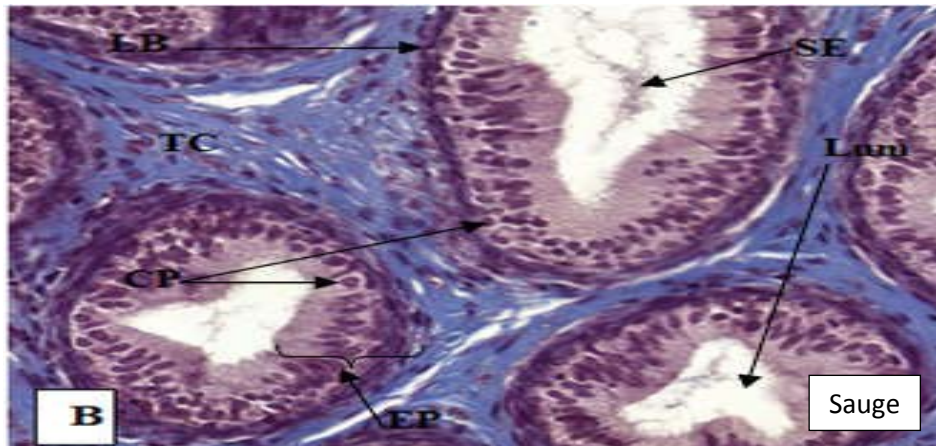


Figure 45 : Coupe histologique au niveau de l'épididyme d'un lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Saugе officinale.

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

B: Lapin traité par l'huile essentielle de la Saugе officinale à 400µl/kg.

- **Epididyme de lapins traités à l'huile essentielle Menthe pouliot**

Les structures histologiques des testicules du groupe expérimental (D2) observé au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois traiter avec l'huile essentielle de menthe pouliot sont représentées dans la Figure 46

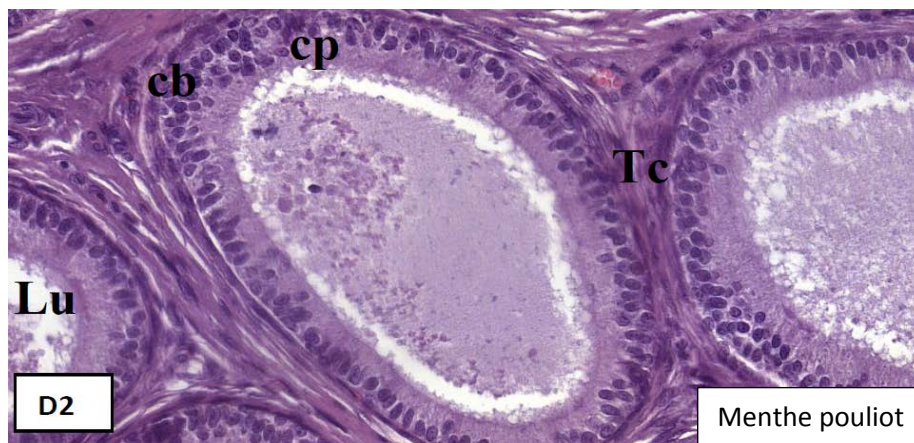


Figure 46: coupes histologiques de l'épididyme réalisées sur les lapins prépubères des lots D2 de l'huile essentielle de menthe pouliot .

Lu : lumière ; Tc : tissu conjonctif ; Cb : cellule basale ; Cp : cellule principale ; St : stériocils ; D2 : dose 2.

2. Discussion

Après l'administration de l'huile essentielle de la menthe poivrée, les résultats obtenus dans cette étude révèlent des modifications des structures testiculaires, ainsi que des paramètres macroscopiques (poids corporel, poids testiculaires absolus et relatifs) chez des lapins mâles infantiles traités.

Selon Piles et *al.* (2003), la croissance pondérale d'un animal est un caractère extrêmement variable en fonction des facteurs génétiques, alimentaires et/ou environnementaux. Après la naissance la régulation de la croissance pondérale chez le lapin n'atteint la pleine efficacité qu'au bout de 100 jours (Vézinhet et *al.*, 1968). La croissance pondérale d'un animal résulte d'un développement en poids de chacun des éléments constitutifs de son corps (Micol et *al.*, 1993). Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques poids corporel, poids et volume testiculaire et épидидymaire sont plus élevés chez les lots traités par rapport aux lots témoins d'une part. D'autre part la dose2 de chaque huile à induit un effet plus important que la dose 1.

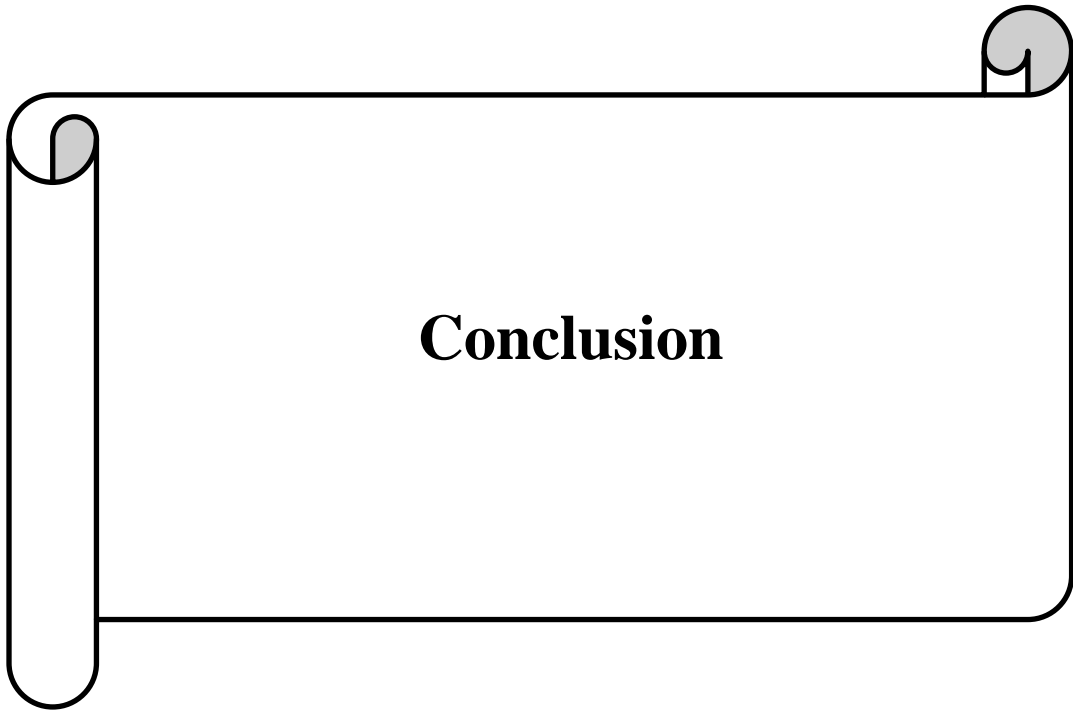
Selon lakabi et *al.*(2019), une étude sur l'influence de l'huile essentielle « *Menthapiperita* » sur les structures des testicules des lapins infantiles et prépubères a permis de constater que le poids corporel ainsi que le poids testiculaire et épидидymaire augmentent après un traitement par l'huile essentielle « menthe poivrée » et que cette augmentation est dose dépendante. Pzr ailleurs, l'augmentation du poids absolue du testicule et épидидyme pourrait être due à une biosynthèse accrue des androgènes comme en témoigne une augmentation accrue des taux sérique de testostérone chez des rats expérimentaux traités par du *Zingiber*. Il a été démontré que les androgènes sont nécessaire au développement, croissance et bon fonctionnement dutesticule (Prins *etal.*, 1991 et Kamtchouinget *al.*, 2002)

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

Chez les lapins âgés de 3 mois, la Menthe poivrée (au doses D1 et D2) a induit d'importants changements dans la structure histologiques des testicules et épидидymes. En effet, cette huile

essentielle a induit l'apparition des premiers spermatozoïdes. Au niveau épидидymaire, la structure révèle l'apparition d'un épithélium prismatique pseudo stratifié, la présence des sécrétions dans la lumière des tubes ainsi que quelques spermatozoïdes. Les effets de la menthe poivrée sont plus marqués chez les lapins traités par la dose 2(Lakabi et *al.*,2019)

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



Conclusion

Au terme de notre travail sur les effets de l'huile essentielle de la Sauge officinale, de la menthe pouliot et du lentisque pistachier à différentes doses (200 μ l/kg et 400 μ l/kg) sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins mâles prépubères de la population blanche locale, nous avons constaté que ces huiles ont engendré des modifications sur les paramètres, macroscopiques (poids corporel, poids et volume testiculaire et épидидymaire) ainsi que microscopiques.

En effet, la valeur des plusieurs paramètres macroscopique (poids corporel, poids et volume testiculaire et épидидymaire) étudiés sont plus élevés chez les lapins traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale, menthe pouliot et lentisque pistachier par rapport aux témoins.

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

Les huiles induisent un développement de l'épithélium épидидymaire riche en stérécils avec présence de sécrétions dans la lumière de tube épидидymaire chez les sujets traités par la dose 1 et deviennent plus importantes chez ceux traités à la dose 2. De ce fait il semblerait que l'huile essentielle de Lentisque pistachier utilisée à différentes doses a un effet positif sur le développement des testicules et épидидymes, la spermatogenèse et la fertilité des lapins prépubères.

Afin de compléter cette recherche, il serait de grand intérêt d'étudier les variations hormonales pour appuyer les résultats obtenus; réaliser cette étude dans un temps plus large et des doses plus élevées sur un effectif plus grand. Suivre cette expérimentation sur l'évaluation des cellules germinales, sur la qualité nucléaire et les mouvements des spermatozoïdes. Renforcer cette étude par une étude histomorphométrique afin d'étudier les effets des huiles essentielles sur des paramètres microscopiques (le diamètre des tubes séminifères, la hauteur des cellules épithéliales) et d'étudier leurs sur la fertilité féminine ou masculine.



**Références
Bibliographiques**

A

- Abou-Haila, A. a.-M.** (1984). Regional differences of the proximal part of mouse epididymis: morphological and histochemical characterization. *The Anatomical record*.
- alloun, k.** (2013). composition chimique et activités antioxydantes et antibacterienne des huiles essentielles de l'aneth (*Anethum graveolens* L.)de la sauge (*Salvia officinalis* L.) et de la rue des montagnes (*Ruta montana* L.). ecole nationale superieur agronomique El-harrach alger.
- AL-Saaidi, J. A.-K.-Z.** (2009). Effect of alcoholic extract of *Nigella Sativa* on fertility in male rats. Dans *Supplement II*: (p. 123).
- ALVARIÑO, J.** (2000). REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF MALE RABBITS. Valencia Spain: Departamento de Producción Animal, E.T.S.I.Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid, Spain.
- Amhamdi H., Aounti F., Wathelet J. P. et Elbachiri A. (2009).**Chemical Composition of the Essential Oil of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. *Record of Natural Products*, 3(2), 90-95p.
- Annick N. (2014).** Mécanismes moléculaires impliqués dans la répression de la stéroïdogenèse des cellules de Leydig par les plastifiants et les organochlorés. Thèse de doctorat : Biologie cellulaire et moléculaire. Université LAVAL, 282p
- Ansari S.H., Nahida. Et Siddiqui A.N. (2012).** *Pistacia lentiscus*: areview on phytochemistry and pharmacological properties. *Int J.Pharm.Sci*, 4, (4): 16-2p.
- Anton, & R et Annelise, L.** (2005). plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles, lavoisier,. édition Tec &Doc.
- Aoudia. S.** (2010). Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle a étude de 57 plantes recommandées par les herboristes. mémoire de master, à la faculté de médecine de tunis.
- Arab K .,Bouchenak O. et Yahiaoui K. (2014).**Etude phytochimique et évaluation del'activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle et des composés
- AUMULLER, .. R.** (1997). : Distribution and subcellular localization of a lysosome-associated protein in human genital organs. *Cell Tissue Res*.

B

- Banker, H., & Selvarajan, S. K.** (2022). *Prostate Imaging*.
- Barone, R.** (1984). Anatomie comparée des Mammifères domestiques : Tome 3:. Dans *Splanchnologie I :Appareils digestif et respiratoire* (p. 896). Paris :Vigot.
- Barone, R.** (2001). Anatomie comparée des mammifères domestiques.tome 4. Dans *splanchnologie II* (p. 241). Edition Vigot frères.
- Bellakhder J. (1997).** *La pharmacopée marocaine traditionnelle medecine, Médecine arabe ancienne et savoirs populaires*. Casablanca: Le fenec. 764 p.
- Beloued A., 1998 :** Plantes medicinales d'algerie. Dép De Botanique A L'institut National agronomique d'El- Harrach-Algerie .P277
- Berger M., Jean-Faucher C.H., De-Turckheim M., Veyssiere G., Blanc M.R., Poirier J.C. et Jean C. (1982).** Testosterone, luteinizing hormone (LH) and folliclestimulating 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,.
- Britan. Aurore.** (2006). *Développement, optimisation et utilisation d'un système cellulaire de l'épithélium épидидymaire murin : approches moléculaires*. Université Blaise Pascal - ClermontFerrand II; Université d'Auvergne - Clermont-Ferrand I.

C

- Campana, A.** (2021). Cellules immatures de la spermatogenèse. Fondation Genevoise pour la Formation et la Recherche Médicales.
- CASTELLINI C.** (2008). Semen production and management of rabbitbucks. *Dept. Of Applied Biology*, University of Perugia, Italy, 9th World Rabbit Congress-June: 10-13
- Cuvier G., Richard A., Auguste P. et Drapiez J.,** Histoire naturelle médicale et pharmaceutique. *H. Dumont* ; 50: 1835.

D

- Dadoue J P., H. P.** (2000). Histologie. Ed. MédSci. . Flammarion (2ème Ed).
- Dadoue, J. e.** (2001). Structure et fonction du testicule. Dans T. C. M.C., *La reproduction chez les mammifères et chez l'homme* (p. 256). Edition INRA, Paris :.
- DAHAMI, M. E.** (2012). *les tisticules*. marrakech.
- De bellefeuille, s.** (2002). *les catéennes présentes dans l'épididyme et leur implication lors de la formation de la barrière hémato-épididymaire*. quebec: institut nationale de la recherche scientifique- institut arnardfrappier.
- DENTZ, J.-P.** (2018). ANATOMIE VÉSICO-SPHINCTÉRIENNE MASCULINE.
- DEWREE R., D. P.** (2006). Vers une meilleure gestion du lapin en tant qu'animal de laboratoire :. Animalerie centrale, Centre animalier universitaire, Université de Liège, Avenue de l'Hôpital, 3, Bât B23, 4000 Liège,.
- Djerou., Z.** (2011). Etude des effets pharmacotoxicologique de plantes médicinales d'Algérie : L'activité cicatrisante l'innocuité de l'huile végétale de Pistacia lentiscus L. Thèse de doctorat sciences,. Univ Mentouri, Fac Sci Nat Vie, Constantine.
- Drevet.J.R., B. A.** (2016). Andrologie.
- Duperray J., E. B.** (1998). Effet de la température ambiante et de la température de l'eau de boisson sur les performances zootechniques des lapins. Dans *Cuniculture* (p. 117).

E

- EDDI, A.** (2010). canal déférant. *docteur clic*.

F

- Fennane M., I. T.** (2007). flore Pratique du Maroc: Manuel de Détermination des Plantes Vasculaires. travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, série botanique : Vol. 2, No. 38.
- Ferry.N, N. V.** (2007). La reproduction des vertébrés. Edition de boeck Université,.
- Finzi., A.** (1990). Recherches pour la sélection de souches de lapins thermo tolérants. Dans *Options Méditerranéennes, Série A : séminaires méditerranéens numéro A-8*.
- Flint, m. a.** (2016). Male Accessory Sex Glands: Structure and Function. Dans S. K. Singh, *Mammalian Endocrinology and Male Reproductive Biology* (pp. 247, 255).
- Fortun-Lamothe., L., Theau-Clément., M., Combes., S., Allain., D., Lebas., F., Normand., B. L., & Gidenne, T. F.** (2015). physiologie. Dans F.-L. F, A. D. Theau-Clément M.Combes S., & G. T. Le Normand B., *Le Lapin : de la biologie à l'élevage* (p. 62:63:67). paris: Editions Quae Versailles.
- FOX, R.** (1974). Taxonomy and genetics. Dans F. R. Weisbroth S.H., *The biology of the laboratory animal medicine* (pp. 1-22). New York: Academic Press :.

G

- Girouard J.** (2009). Rôle des domaines membranaires rafts dans le transfert et la

compartimentation des protéines impliquées dans la maturation épидидymaire des spermatozoïdes bovins. Thèse de Doctorat en physiologie-endocrinologie. Département d'obstétrique et gynécologie faculté de médecine université laval. Québec

Guy, G. (2005). Les plantes aromatiques et huiles essentielles à graisse. édition l'Harmattan.

H

Hans, W. (2007). 1000 Plantes aromatiques et médicinales. Terre édition.

Hermo L., A. H. (2000). Immunolocalization of CA II and H⁺ V-ATPase in epithelial cells of the mouse and rat epididymis. *J. Androl.*

HERMO, L. O. (1994). Secretion and endocytosis in the male reproductive tract : a role in sperm maturation. Dans *Int. Rev. Cytol.* (p. 106).

Hermo.Louis, & Bernard, R. (2002). EPIDIDYMAL CELL TYPES AND THEIR FUNCTIONS. Dans H. Louis, & R. Bernard, *The Epididymis: From Molecules to Clinical Practice* (p. 86). Boston: Springer Science+Business Media New York.

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

HOLTZ, & FOOTE. (1978). *The Anatomy of the Reproductive System in Male Dutch Rabbits (Oryctolagus cuniculus) with Special Emphasis on the Accessory Sex Glands.*

I

Idelman, S. (2020). PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL DE REPRODUCTION MÂLE. Dans S. I. Verdeti, *Endocrinologie et communications cellulaires* (p. 445). EDP Sciences.

J

JOLY, T., & THEAU-CLEMENT, M. (2000). Reproduction et Physiologie de la Reproduction. 7ème Congrès Mondial de Cuniculture.

Junqueira L.C. et Carneiro J. (2007). *Basic histology. 11th ed. Copyright © The McGraw-Hill Companies.*

K

Kamtchouing P, F. G. (2002). Evaluation of androgenic activity of *Zingiber officinale* and *pentadiplandra brazzeana* in male rats. *Asian J Androl.*

Kirichok, Y. N. (2006). Whole-cell patch-clamp measurements of spermatozoa reveal an alkaline-activated Ca²⁺ channel. *Nature* 439.

KOHLER, C. (2010). L'appareil génital masculin. Université Médicale Virtuelle Francophone

L

Lahrech K. (2010). Extraction et analyse des huiles essentielles de *Menthapuligium 1*. Et de *saccocalyxatureiode*, tests d'activités antibactériennes et antifongiques, thèse, université d'Oran Es-Senia, Oran, 2010

lakabi, I. (2017). Etude du développement postnatal des structures gonadiques et qualité de la semence du lapin mâle de la population blanche. université mouloud maamri thèse de doctorat.

LEBAS, F. (1996). REPRODUCTION : le Mâle. Dans *La Biologie du Lapin.*

Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H. et Thébault R.G. (1996). Le lapin, élevage et pathologie (nouvelle édition révisée). *FAO éditeur, Rome* : 227.

Lebas F. (2000). Physiologie générale du lapin *J.M. Rsale. Ebs., Mundi. prensa 1* : 45-46.

Lebas F. (2009). Biologie du lapin. Sous chapitre 7.2. Reproduction du mâle. <http://www.cuniculture.info/docs/indexbiol.htm>. (accès 03/2009).

- Le Moigne A. et Foucrier J. (2009).** Biologie du développement. 7^{ème} Edi. DUNOD Inc. Paris : 200 p.
- Levasser, M.-C. (2001).** Dans M.-C. Levasser, *La reproduction chez les mammifères et l'homme* (p. 257.258). Editions Quae.
- LIN, W. R. (1991).** Seasonal changes in the in vivo activity of the luteinizing hormone-releasing hormone (LHRH) neural apparatus of male rabbits monitored with push-pull cannulae. Dans *J. Reprod. Fertil* (p. 531).
- Little T.V. et Holyoak.Gr. (1992).** Reproductive anatomy and physiology of the stallion. Vet Clin North Am Equine Pract.,
- LUANGPRASEUTH-PROSPER, A. (2015).** Topaz1, un gène indispensable à la spermatogenèse. Dans (*these de doctorat, UNIVERSITE EVRY-VAL-D'ESSONNE*) (pp. 36,69).
- ## M
- Maamri-Habibatni., Z. (2014).** Pistacia lentiscus : Evaluation pharmaco-toxicologique. Thèse de doctorat sciences. univ de Constantine1, Fac Sci Nat Vie.
- MANDON, M. (2015).** *ISOLEMENT DES CELLULES BASALES ÉPIDIDYMAIRES ET CARACTÉRISATION DE NOUVELLES FONCTIONS.* Québec: Université du Québec, Institut National de la Recherche Scientifique.
- Marion Mandon, Louis Hermo, & Cyr, a. D. (2015).** Isolated Rat Epididymal Basal Cells Share Common Properties with Adult Stem Cells. Montreal, Quebec: laboratory for Reproductive Toxicology, Institut National de la Recherche Scientifique-Institut Armand-Frappier.,
- Martinet, T. (1978).** *physiologie de la reproduction du lapin. Journée d'études CNRSINRA.* Orléans, France.
- MARTRENCHARD, L. (2021).** ETUDE GENERALE DU LAPIN DOMESTIQUE (ORYCTOLAGUS CUNICULUS) : DOMESTICATION, REPARTITION ACTUELLE ET PERSPECTIVE D'AVENIR. toulouse: Université Paul-Sabatier de Toulouse.
- Micol D., Robelin J. et Geay Y. (1993).** Composition corporelle et caractéristique biologique des muscles chez les bovins en croissance et à l'engrais. INRA Production
- Muller Y. et Clos J. (1997).** La reproduction (Gonades, gamètes et fécondation). Edition Nathan, Paris: 9-31.
- ## N
- Meyer, C. (2009).** L'insémination artificielle de la lapine. Note bibliographique . Cirad Campus de Baillarguet.
- More. D., W. (2005).** Encyclopédie des arbres plus de 1800 espèces et variétés du monde. Ed flami.
- Navarro, B. K. (2007).** KSper, a pH-sensitive K⁺ current that controls sperm membrane potential. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.
- Nicard, Q. (2016).** Épididyme.
- Nicole Dünker, G. A. (2002).** *Transforming growth factor-beta 2 heterozygous mutant mice exhibit Cowper's gland hyperplasia and cystic dilations of the gland ducts (Cowper's syringoceles).*
- Nizza, A. D. (2000).** INFLUENCE OF DIETARY PROTEIN CONTENT ON LIBIDO AND SEMEN CHARACTERISTICS BUCKS. ISSN.
- Noblanc, A. A. (2012).** Cellules germinales et infertilité mâle. Dans *Protection post-testiculaire des gamètes mâles contre les dommages radicalaires* (p. 519.520).

Laboratoire génétique, reproduction et développement (GReD), CNRS UMR 6293 Clermont Université, : médecine sciences.

O

Oregebin-Crist, M.-C. B. (1975). endocrine control of the development and maintenance of sperm fertilizing ability in the epididymis. In R.O.

P

Pathak, A., et, aL. (2009). *Gerontological Studies on the Gross and Histomorphology of the Vesicular Gland of Gaddi Goat (Capra hircus)*. Int. J. Morphol.

PEDRON, P. e. (1997). *Glandes de Cowper : aspects anatomique,*.

Perrard, M.-H., Christophe, G., Nadia, P., Cendrine, Geoffroy-Siraudin, & Dominique, S. M.-R. (2010). Analyse de la spermatogenèse ex vivo. Application à l'analyse de la toxicité testiculaire. paris: European regulation REACH and the assessment of testicular toxicity.

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

Prins SG., B. L. (1991). Androgen receptor localization in different cell types of the adult rat prostate. Dans *Endocrinology* (p. 129).

Q

Quezel, P., & S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Volume 2. Paris: Edit: CNRS,.

R

RAY, M.-c. (2021). Canal déférent : qu'est-ce que c'est ? *futurasante*.

Robaire, B. a.-C. (2006). The epididymis, from molecules to clinical practice. Dans *neill J.D. (ed.) Physiol. of Reprod. Third* (pp. 1071-1148). New York: Kluwer Academic/Plenum publishers.

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

roger, & t. (2002). Contribution à l'étude anatomique de L'appareil Uro-Genital mâle du. Université Cheikh Anta Diop De Dakar.

Russel L.D et Griswold M.D. (1993). The Sertoli cell. . Cache River press: , clearwater, S.

Sabbagh M. (1983). Étude de la sexualité et de la reproduction du lapin domestique *Oryctolagus cuniculus* à des températures élevées en corrélation avec la régulation thermique, le comportement alimentaire et le fonctionnement thyroïdien et surrénalien en période d'adaptation au stress thermique. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université de DAKAR, Ecole inter-états des Sciences et Vétérinaires. Pp 113.

Saint-Dizier, M. S.-M. (2014). la reproduction animale et humaine. Paris: éditions quae.

Schimming, Bruno, C., Pinheiro., P. F., Vicentini., C. A., & Domeniconi2, a. R. (2012). Ultrastructure of the epithelium lining of cauda epididymidis. Departamento de Anatomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Seisen. T. et., a. (2012). *La prostate : une glande au carrefour uro- génital.*

Serre, V. a. (1999). Distribution of immune cells in the epididymis of the aging Brown Norway rat is segment-specific and related to the luminal content. Dans *Biology of reproduction* (p. 705).

Siffroi, J.P. (2001). le testicule. Dans *L'appareil génital masculin. Service d'Histologie*, (pp. 1,5,,9,10). paris: Département de Génétique médicale, Hôpital d'Enfants Armand Trousseau.

Skinner J.D. (1967). Puberty in the male rabbit (Brief communication). *J. Reprod. Fert.* 14: 151-154.

Stormont, G., & Chargui, S. (2021). *Transurethral Resection Of The Prostate.*

Thibault, C. ., (2001). La reproduction chez les mammifères et l'homme. Nouvelle édition, éd. Ellipses.

T

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

V

Vacheret, N. (1999). Histologie fonctionnelle des organes. Dans F. d.-U. Bernard. Lyon France

Vézinhet A. (1968). Effets de l'hypophysectomie sur la croissance pondérale du lapin.

Acad .SciSer. Vol266 : 2348-2351p..

W

Wosnitzer, M. e. (2013). Endocrinological issues and hormonal manipulation in children and men with Klinefelter syndrome. *Am. J. Med. Genet. C. Semin. Med. Genet.*

Wrobel., K. (1990). Male reproduction system, in *Textbook of Veterinary Histology.*, Dans *Textbook of Veterinary Histology*, (pp. 226-243). 2nd ed.

Résumé

Ce travail est une synthèse de trois études qui porte sur les effets des huiles essentielles *Salvia officinalis*, *Menthapulegium* et *Pistacialentiscus* à deux doses différentes (D1 de 100µl/kg, D2 de 200µl/kg) sur les paramètres macroscopiques (poids corporel, poids et volume des testicules et de l'épididymaire) et paramètres microscopiques (histologie des testicules et de l'épididyme) chez les lapins mâles âgés de 3 mois (prépubères) appartenant à la souche locale.

Pour chaque étude les animaux sont pesés puis traités par l'huile essentielle par voie orale en une seule prise. Une semaine après le traitement, les lapins sont sacrifiés et disséqués, les testicules et épидидymes sont prélevés, dégraissés, pesés puis fixés dans la solution de Bouin Holland pour effectuer une étude histologique. Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins, avec des valeurs plus importantes chez ceux traités par la dose 2 (400 µl/kg). Cependant, Sur le plan histologique les huiles induisent une variabilité microscopique importante chez les lapins traités par la dose 2 et la dose 1, au niveau testiculaire qui se traduit par l'apparition des premières spermatides allongées alors que la spermatogenèse est au stade spermatides ronds chez les témoins. Au niveau épидидymaire, l'épithélium est de type prismatique pseudo stratifié riche en stéréocils avec présence des sécrétions dans la lumière de tube épидидymaires, chez les lapins traités qui sont plus développés par rapport aux témoins.

Mots clés: huile essentielle, testicule, épидидyme, lapin mâle, prépubère, fertilité.

Abstract

This work is a synthesis of three studies that focuses on the effects of essential oils *Salvia officinalis*, *Menthapulegium* and *Pistacialentiscus* at two different doses (D1 of 100µl/kg, D2 of 200µl/kg) on macroscopic parameters (body weight, testicular and epididymal weight and volume) and microscopic parameters (testicular and epididymal histology) in 3-month-old (prepubertal) male rabbits belonging to the local strain.

For each study, the animals were weighed and then treated with the essential oil orally in a single dose. One week after treatment, the rabbits were sacrificed and dissected; the testes and epididymides were removed, defatted, weighed and fixed in Bouin Holland's solution for histological study. The results obtained show that macroscopic parameters are higher in treated rabbits compared to controls, with higher values in those treated with dose 2 (400 µl/kg). However, histologically the oils induce a significant microscopic variability in rabbits treated with dose 2 and dose 1, at the testicular level which is reflected by the appearance of the first elongated spermatids while spermatogenesis is at the round spermatid stage in the controls. At the epididymal level, the epithelium is of the pseudo-stratified prismatic type, rich in stereocilia, with the presence of secretions in the lumen of the epididymal tube in treated rabbits, which are more developed than in the controls.

Key words: essential oil, sage, testicle, epididymis, male rabbit, prepubescent rabbit, , fertility.