



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET
POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques

Option : Biologie et Physiologie de la Reproduction.

Thème

**Effet de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis*
à deux doses différentes (200µl/Kg et 400µl/Kg) sur
l'appareil reproducteur des lapins mâles infantiles
de la population locale.**

Réalisé par : Mr. BERCHICHE Abdeslam

Mlle. MALEK Meriem

Soutenu devant le jury composé de :

Président :	Mr KHEDDACHE A.	MCB	UMMTO
Promotrice :	Mme LAKABI-AHMANACHE L.	MCA	UMMTO
Co-Promotrice :	Mme MEHALLI N.	Doctorante	UMMTO
Examinatrice :	Mme AKDADER S.	MCB	UMMTO

2020-2021

Remerciements

Nous voudrions exprimer notre gratitude à **Mme LAKABI L. Ep. AHMANACHE** Maitre de Conférences A à l'UMMTO qui nous a fait l'honneur d'accepter d'être notre promotrice, de nous diriger tout au long de notre travail et, nous la remercions pour sa patience et ses encouragements.

Nous voudrions exprimer notre gratitude et notre profond respect à notre Co-promotrice **Mme MEHALLI N.** Doctorante à l'UMMTO pour toute l'aide et le temps qu'elle nous a consacré.

Nous voudrions aussi remercier **Mr KHEDDACHE A.** Maitre de Conférences B à l'UMMTO d'avoir fait l'honneur de présider le jury de cette soutenance, nos sincères remerciements et nos immenses grâces.

Nous exprimons nos reconnaissances à **Mme AKDADER S.** Maitre de Conférences B à l'UMMTO qui a bien voulu nous accorder une partie de son temps pour examiner et juger ce modeste travail.

Nous voudrions aussi remercier **Mme MEDJDOUB F. Ep. BENZAAD** Professeur à l'UMMTO, pour son accueil dans son laboratoire ainsi que toute son équipe, nos sincères remerciements et nos immenses grâces.

Nous n'oublions pas de remercier **dada Brahim** pour sa gentillesse et son agréable accueil au sein de son élevage cynologique de DJEBLA à Oueguenoun.

Enfin, nous tenons à remercier tous nos enseignants du département des Sciences biologiques ainsi que toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Liste des

Figures et

Tableaux

Liste des figures

Figure 1 : Représentation schématique de l'appareil génital du lapin mâle (Barone et <i>al.</i> , 1973).	2
Figure 2 : Schéma des enveloppes testiculaires (Barone, 2001)	3
Figure 3 : Vascularisation du testicule (Bailleul et Mauroy, 1991).....	4
Figure 4 : Représentation d'un épидидyme	5
Figure 5 : Schéma de la structure intra-testiculaires (Muller et Clos, 1997).....	8
Figure 6 : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007)...	8
Figure 7 : Cellule de Sertoli (Siffroi, 2001)	9
Figure 8 : Schéma d'un spermatozoïde de mammifère (Le Moigne et Foucrier, 2009).....	12
Figure 9 : Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009)	14
Figure 10 : Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000)	18
Figure 11 : Différentes étapes de la spermatogenèse (Marieb, 2006)	20
Figure 12 : Etapes de la spermiogenèse (Gayrard, 2007).....	22
Figure 13 : Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Pons-Rejraji et Drevet 2004).....	24
Figure 14 : Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (Dizier et <i>al.</i> , 2014).....	27
Figure 15 : Saugе officinale (Boullard, 2001).....	34
Figure 16 : A : Feuilles (Bougrow, 2009), B : Fleurs (Bouguerra, 2012), et C : Fruits (Bouhdjera, 2005) de la Saugе officinale	34
Figure 17 : Pesée des lapins et administration de l'huile essentielle (Original, 2021)	37
Figure 18 : Sacrifice et dissection des lapins (Original, 2021).....	38
Figure 19 : Séparation et pesage des organes génitaux (Original, 2021)	38
Figure 20 : Inclusion et formation de bloc (Original, 2021)	40
Figure 21 : Photographie d'un microtome et du bain Marie (Original, 2021)	41
Figure 22 : Coloration topographique (Original, 2021)	42
Figure 23 : Montage de lame et lamelle (Original, 2021)	42
Figure 24 : Représentation des poids corporels des lapins infantiles avant et après l'administration de l'huile essentielle de la <i>Salvia officinalis</i>	44
Figure 25 : Représentation des poids testiculaires gauches et droits en fonction de la dose de l'huile essentielle de la <i>Salvia officinalis</i> administrée	45
Figure 26 : Représentation des poids testiculaires totaux en fonction des différentes doses de l'huile essentielle de la Saugе officinale.....	46
Figure 27 : Représentation des poids relatifs testiculaire en fonction de la dose de l'huile essentielle de la <i>Salvia officinalis</i> administrée	47
Figure 28 : Représentation des poids épидидymaires gauches et droits en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Saugе officinale administrée	48
Figure 29 : Représentation des poids épидидymaire totaux en fonction des différentes doses de l'huile essentielle de la Saugе officinale.....	48
Figure 30 : Représentation des poids relatifs épидидymaire en fonction des doses de la <i>Salvia officinalis</i> administrées.....	49
Figure 31 : Coupe histologique du testicule du lapin infantile du lot témoin (Original, 2021).	51

Listes des Figures et des Tableaux

Figure 32 : Coupe histologique du testicule du lapin infantile du lot traité par l'huile essentielle de la Saugue officinale à la dose 1 (Original, 2021)	51
Figure 33 : Coupe histologique du testicule du lapin infantile du lot traité par l'huile essentielle de la <i>Salvia officinalis</i> à la dose 2 (Original, 2021)	52
Figure 34 : Coupe histologique de l'épididyme d'un lapin infantile du lot témoin (Original, 2021).....	53
Figure 35 : Coupe histologique représentant la structure de l'épididyme d'un lapin traité par l'huile essentielle de la <i>Salvia officinalis</i> à la dose 1 (Original, 2021).....	54
Figure 36 : Coupe histologique représentant la structure de l'épididyme d'un lapin traité par l'huile essentielle de la <i>Salvia Officinalis</i> à la dose 2 (Original, 2021).....	54

Liste des tableaux

Tableau I : Composition de l'huile essentielle de <i>Salvia Officinalis</i> (Reguez et al., 2013) ...	36
--	----

Abréviations

Abréviations

Abréviation	Signification
ABP :	Androgène Binding Protéine
AMPC :	Adénosine Monophosphate Cyclique
ARNm :	Acide Ribonucléique Messenger
ATP :	Adénosine-triphosphate
CB :	Cellule Basale
CL :	Cellule de Leydig
CP :	Cellule Principale
CS :	Cellule de Sertoli
ESM :	Erreur Standard à la Moyenne
FSH :	Follicule Stimulating Hormone
GnRH :	Gonadotropin-Releasing Hormone
INRA :	Institut National de la Recherche Agronomique
LH :	Luteinizing Hormone
LT :	Lymphocyte T
Lu :	Lumière
Mo :	Monocyte
N :	Noyau
P.S.E.M.R.V.C. :	Production, Sauvegarde des Espèces Menacées et des Récoltes, influence des Variations Climatique.
REG :	Réticulums Endoplasmiques Granuleux
REL :	Réticulum Endoplasmique Lisse
R-GnRH :	Récepteur à Gonadotropin-Releasing Hormone
Sc :	Spermatocyte
SCI :	Stéréocils
Sg :	Spermatogonie
TC :	Tissu Conjonctif



Sommaire

Sommaire

Liste des figures et tableaux Abréviations

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

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

1. Anatomie de l'appareil génital mâle.....	2
1.1. Anatomie des testicules.....	3
1.2. Anatomie d'épididyme.....	4
1.3. Canal déférent.....	5
1.4. Glandes annexes.....	6
1.4.1. Vésicule séminale.....	6
1.4.2. Glande vésiculaire.....	6
1.4.3. Prostate.....	6
1.4.4. Glandes para prostatiques.....	6
1.4.5. Glandes bulbo-urétrales ou glandes de Cowper.....	6
1.5. Canal éjaculateur.....	7
1.6. Urètre.....	7
1.7. Voies externes d'excrétion et organe copulateur (pénis).....	7
2. Histologie du testicule.....	7
2.1. Compartiment germinal.....	8
2.1.1. Cellule de Sertoli.....	9
2.1.2. Cellules germinales.....	10
2.2. Compartiment interstitiel.....	13
2.2.1. Liquide des compartiments intra testiculaires.....	13
2.2.2. Cellule de Leydig.....	13
3. Histologie épидидymaire.....	14
3.1. Lumière du canal épидидymaire.....	14
3.2. Epithélium épидидymaire.....	14
3.2.1. Cellules principales.....	15
3.2.2. Cellules basales.....	15
3.2.3. Cellules en halos.....	15
3.2.4. Cellules claires.....	16

Sommaire

3.2.5. Cellules apicales.....	16
3.2.6. Cellules étroites.....	16

Chapitre II : Physiologie de la Reproduction

1. Développement des gonades et puberté.....	17
1.1. Différenciation et développement des gonades.....	17
1.2. Développement pondéral.....	18
1.3. Développement comportemental.....	18
1.4. Maturation sexuelle.....	18
1.4.1. Phase infantile.....	19
1.4.2. Phase pré-pubère.....	19
1.4.3. Phase pubertaire.....	19
1.4.4. Maturité sexuelle.....	19
2. Fonctions physiologiques du testicule.....	20
2.1. Fonction exocrine du testicule : Spermatogenèse.....	20
2.1.1. Spermatocytogenèse.....	21
2.1.2. Méiose.....	21
2.1.3. Spermiogénèse.....	21
2.2. Fonction endocrine du testicule : Stéroïdogénèse.....	22
3. Fonctions physiologiques de l'épididyme.....	23
3.1. Fonction physiologique de l'épithélium.....	23
3.1.1. Sécrétion mérocrine.....	23
3.1.2. Sécrétion apocrine.....	24
3.2. Fonction physiologique de la lumière.....	25
3.2.1. Maturation des spermatozoïdes.....	25
3.2.2. Acquisition de la motilité.....	25
3.2.3. Protection.....	26
3.2.4. Stockage.....	26
4. Régulation de la fonction de reproduction.....	26
4.1. Régulation interne.....	26
4.1.1. Axe hypothalamo-hypophysio-gonadique.....	26
4.1.2. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par les testicules.....	29

Sommaire

4.1.3. Régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire.....	29
4.2. Régulation externe.....	30
4.2.1. Température.....	30
4.2.2. Saison.....	30
4.2.3. Eclairage.....	31
4.2.4. Humidité (l'hygrométrie).....	31
4.2.5. Alimentation.....	31
4.2.6. Age.....	32
4.2.7. Etat sanitaire.....	32
4.2.8. Huiles essentielles.....	32

Chapitre III : Matériels et Méthodes

1. Matériels biologiques	33
1.1. Modèle animal.....	33
1.2. Matériels végétal.....	34
1.2.1. Saugе officinale (Salvia Officinalis).....	34
1.2.2. Huile essentielle de la Saugе officinale.....	35
1.3. Autres matériels.....	36
2. Protocole expérimental.....	36
2.1. Pesée et administration de l'huile essentielles.....	37
2.2. Sacrifice des animaux et prélèvement des organes génitaux.....	38
3. Etude histologique.....	39
3.1. Fixation des échantillons.....	39
3.2. Déshydratation et éclaircissement.....	40
3.3. Imprégnation.....	40
3.4. Inclusion.....	40
3.5. Confection des coupes et collage.....	41
3.6. Déparaffinage et réhydratation.....	41
3.7. Coloration topographique et Déshydratation.....	41
3.8. Montage de lame et lamelle.....	42
3.9. Observation au microscope optique.....	43
4. Etude statistique.....	43

Sommaire

Chapitre IV : Résultats et Discussions

1.	Résultats de l'étude macroscopique.....	44
1.1.	Poids corporel.....	44
1.2.	Poids testiculaire.....	45
1.3.	Poids testiculaire relatif à 100g de poids corporel.....	46
1.4.	Poids épидидymaire.....	47
1.5.	Poids relatif épидидymaire.....	49
2.	Résultats de l'étude microscopique.....	50
2.1.	Résultats microscopiques du testicule.....	50
2.2.	Résultats microscopiques de l'épididyme.....	51
3.	Discussion des résultats.....	53
 Conclusion.....		58
Référence Bibliographiques.....		59
Annexes		
Résumé		

A decorative border with a repeating geometric pattern of interlocking circles and lines, framing the entire page.

Introduction

Introduction

De nos jours, les productions animales sont de plus en plus diversifiées mais leurs performances restent toujours insuffisantes pour couvrir le déficit en protéines animales. Afin de remédier à ce manque, le développement de la cuniculture constitue une alternative intéressante.

Le lapin est un animal de laboratoire destiné à la recherche médicale et à l'application biotechnologique puisqu'il offre beaucoup d'avantages notamment dans le domaine de la reproduction. En effet, il est caractérisé par un court intervalle entre les générations, une bonne productivité, une facilité d'élevage et une prolificité importante (Joly et Theau Clément, 2000).

Or ces animaux sont très sensibles aux conditions de l'environnement tel que la durée d'éclairage, la température combinée à une humidité relative qui peuvent impacter ces performances de reproduction.

Récemment, plusieurs études menées et correctement validés apportent des preuves que certains extrait des plantes notamment les plantes aromatique qui contiennent des substances particulières principalement les huiles essentielles qui peuvent améliorer la qualité et la fonction spermatiques (Nozhat et *al.*, 2014).

Les huiles essentielles sont des produits aromatiques riches en phyto-œstrogènes 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 (El Kalamouni, 2010).

Malheureusement en Algérie ces ressources naturelles ne sont pas très exploitées, donc il semble intéressant de tester et d'élargir à des fins thérapeutiques, économiques et agronomiques ces fractions aromatiques (Bessah et *al.*, 2015).

Cependant, le but de ce travail qui fait partie des travaux de recherche de Dr. Lakabi L. consiste de mettre en évidence l'effet de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à deux doses différentes sur les poids corporels, testiculaires et épидидymaires ainsi que sur les structures histologiques des testicules et des épидидymes chez les lapins infantiles de la population locale.

Ce travail est subdivisé en quatre chapitres dont le premier portera sur les rappels anatomiques et histologiques de l'appareil génital mâle, le deuxième abordera la physiologie de la reproduction, puis le troisième exposera l'expérimentation en décrivant le matériel et les méthodes utilisés, suivi du quatrième qui présentera les résultats obtenus ainsi que la discussion et au final une conclusion sur les principaux apports de ces travaux qui permettra de dégager quelques perspectives.

CHAPITRE I :

Rappels anatomiques et

histologiques de

l'appareil génital mâle

Le terme « appareil génital mâle » désigne tous les organes et structures qui participent à la formation, la maturation, l'émission sous pression des différents constituants du sperme (Jardin et De Fourmestaux, 1984).

1. Anatomie de l'appareil génital mâle

L'organisation générale de l'appareil génital du lapin mâle est voisine à celle des autres mammifères, sauf pour la capacité supplémentaire de pouvoir rétracter les testicules dans l'abdomen ou de les extérioriser dans les bourses grâce à un tissu musculaire qui est le crémaster (Boussit, 1989), ainsi que quelques différences concernant la taille, le poids et la forme des organes (Hamon *et al.*, 1999).

Il comporte 3 grandes parties : la partie glandulaire constituée par les testicules, la partie tubulaire constituée par l'épididyme, le canal déférent, l'urètre et en fin la partie copulatrice constituée par le pénis (Barone, 1976), ainsi que les glandes annexes qui sont ; la prostate, les vésicules séminales, la glande de Cowper... (Figure 1).

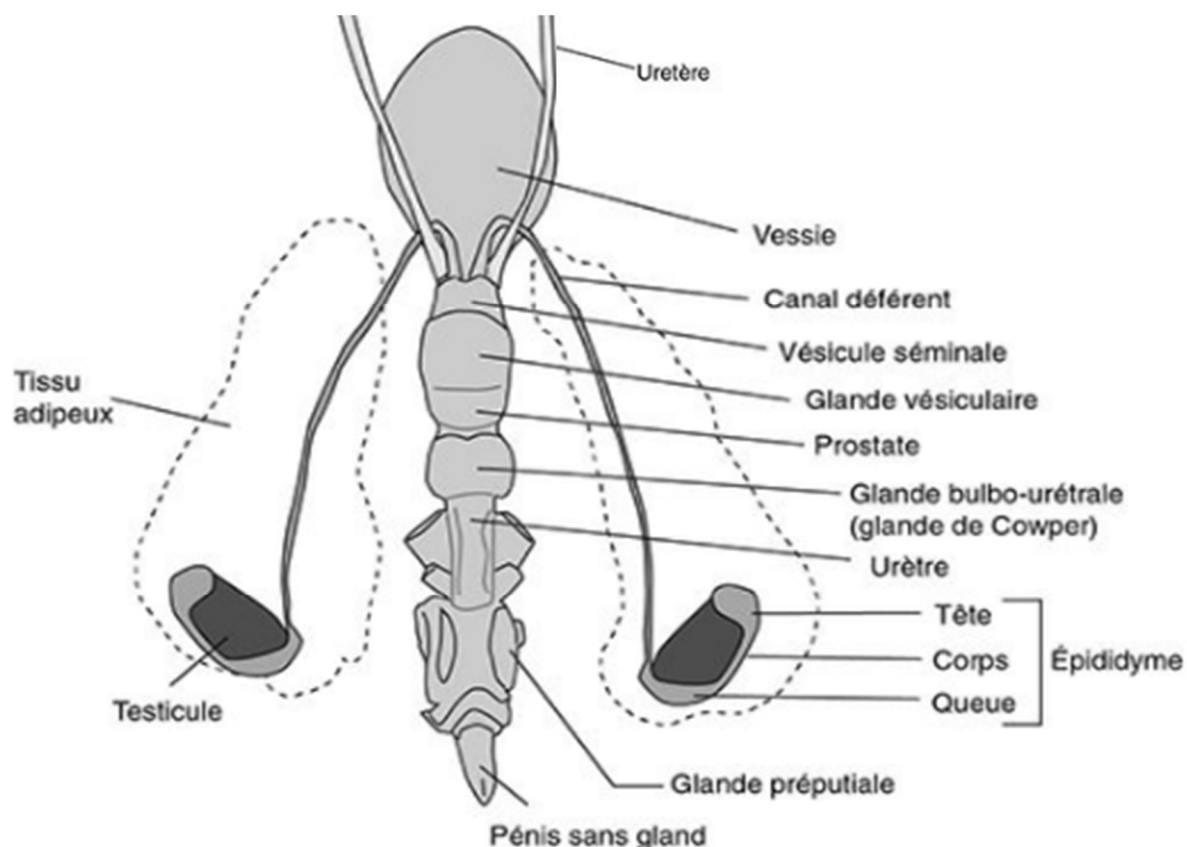


Figure 1 : Représentation schématique de l'appareil génital du lapin mâle (Barone *et al.*, 1973).

1.1. Anatomie des testicules

Les testicules sont les glandes génitales mâle, qui sont des organes pairs, pleins, ovales et allongés, amincis aux extrémités, de couleur rosée, de consistance ferme et élastique, situés de part et d'autre de la ligne inguinale et logés dans deux scrotums bien distincts à l'extérieur de la cavité abdominale.

Cette situation leur permet de se maintenir à une température inférieure de 2 à 3 degrés de la température corporelle, une température de 34°C à 35°C est essentielle pour une spermatogenèse normale (Barone, 1984 ; Van Nguyen, 2007). Selon Barone (2001), le testicule d'un lapin adulte mesure 3 à 3,5 cm de longueur, 1 à 1,5 cm de largeur et pèse environ 1 à 2g.

Les testicules montent dans la cavité abdominale en raison de la fermeture du canal inguinal sous l'effet de la frayeur ou lors de combats avec d'autres mâles, ou ils redescendent dans les bourses, et cela sous l'effet d'un tissu musculaire appelé crémaster (Boussit, 1989).

Ces enveloppes protègent et soutiennent la glande testiculaire ainsi que ses premières voies d'excrétion (épididyme et début du conduit déférent) et ses vaisseaux sont protégés et soutenus par des enveloppes, dont on peut distinguer 6 plans membraneux, dont 2 plans superficiels, le scrotum et le dartos, un plan intermédiaire représenté par la tunique celluleuse ou *fascia spermaticque* externe et 3 plans profonds à savoir le crémaster, la tunique fibreuse ou *fascia spermaticque* interne et la tunique séreuse vaginale (Figure 2).

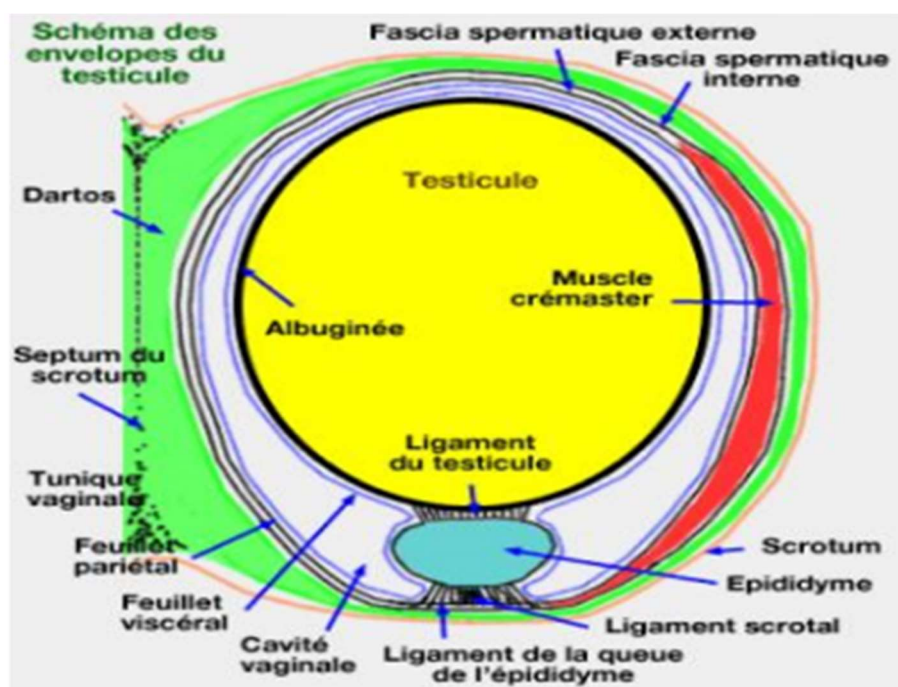


Figure 2 : Schéma des enveloppes testiculaires (Barone, 2001)

Les testicules sont définis par leur rôle principal qui consiste à la synthèse des gamètes mâles (les spermatozoïdes) depuis des cellules souches vers leur migration dans le *rète testis*.

Les testicules sont irrigués par les artères testiculaires qui naissent de l'aorte abdominale et sont drainés par les veines testiculaires qui constituent une ramification du plexus pampiniforme autour de l'artère testiculaire située sous la vaginale du testicule.

L'innervation dépend de 2 plexus nerveux ; le plexus spermatique qui est parasympathique et le plexus différentiel qui est sympathique (Figure 3) (Jardin et De Fourmestreaux, 1984).

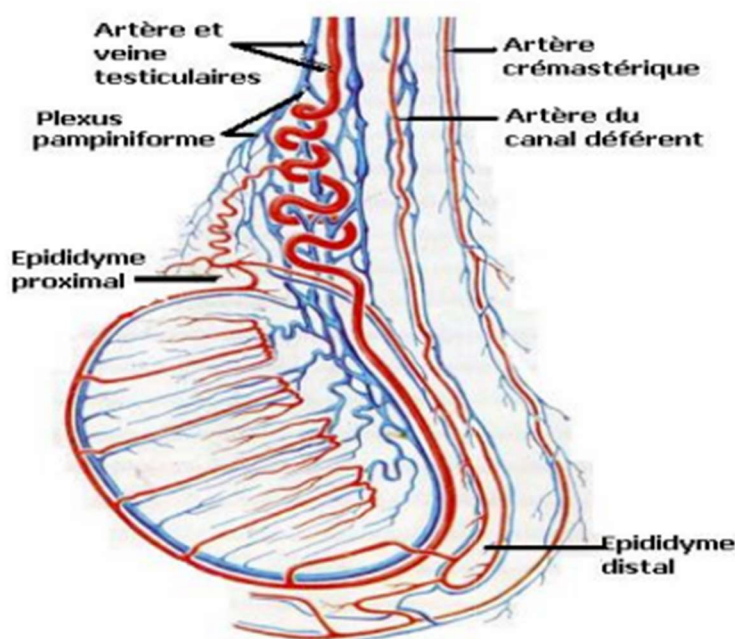


Figure 3 : Vascularisation du testicule (Bailleul et Mauroy, 1991)

1.2. Anatomie d'épididyme

Les spermatozoïdes quittent le *rète testis* vers les canaux efférents pour être dirigés dans l'épididyme où ils subissent leur maturation (Hamilton, 1975 ; Robaire et Hermo, 1988).

L'épididyme du lapin est situé au bord médian du testicule avec lequel il est lié, c'est un canal extrêmement replié sur lui-même à l'intérieur d'une tunique conjonctive qui lui confère une forme globale et allongée en croissant d'un pôle à l'autre du côté dorsal du testicule (Thibault et Levasseur, 2001).

Selon Barone (1978) ; Thibault et Levasseur, (2001), l'épididyme forme des lobules séparés par des travées conjonctives ou *septa* et comporte trois parties (Figure 4) :

- Une tête (caput ou région proximale) volumineuse qui coiffe largement l'extrémité du testicule dans laquelle pénètrent les cônes efférents.
- Un corps (corpus ou région médiane) représentant la portion moyenne qui est épaisse chez le lapin, très pelotonnée, constituée essentiellement par le canal épидидymaire.
- Une queue (cauda ou région distale) bien détachée formant un appendice globuleux et mobile, suivi par le canal déférent.

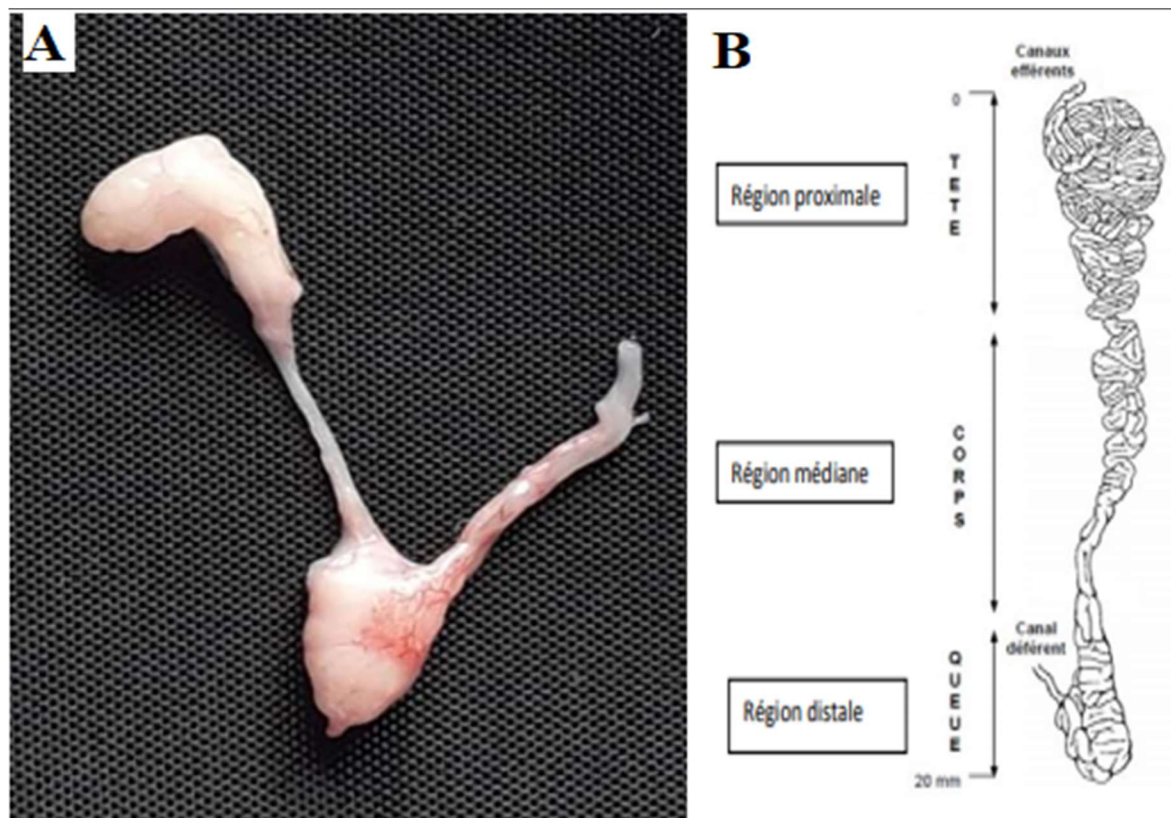


Figure 4 : Représentation d'un épидидyme ; A : Photo d'un épидидyme (Original 2021), B : Schéma des différentes parties d'un épидидyme (Hermo et Robaire, 2002).

1.3. Canal déférent

La queue de l'épididyme se poursuit par le canal déférent qui fait suite au canal épидидymaire, il mesure 12 à 15cm de longueur chez le lapin (Barone, 2001).

Ce canal pénètre dans la cavité abdominale et atteint la face dorsale de la vessie formant un très léger renflement pelvien avant de se jeter dans l'urètre. Le canal déférent assure le transit jusqu'à l'urètre grâce à un péristaltisme basal, additionné d'une motricité brusque lors de l'éjaculat (Barone, 1978 ; Bonnes et *al.*, 2005).

1.4. 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).

1.4.1. Vésicule séminale

Sous forme de petits organes, glandulaires, bosselés dont sa partie caudale fusionne avec les canaux déférents pour former un canal éjaculateur impair qui s'ouvre dorsalement dans l'urètre. Ces glandes élaborent un liquide clair, gélatineux, épais et blanc, le plasma séminal constituant une partie du sperme (Barone, 1984 ; Abraham et Kiersznbaum, 2002 ; Welsch, 2002).

1.4.2. Glande vésiculaire

Aussi appelée glande pro prostatique ou prostate crâniale, elle est de forme ovale, relativement volumineuse, bilobée avec une couleur blanchâtre liée à l'accumulation des sécrétions granulaires blanches. Sur la face dorsale, elle s'ouvre dans l'urètre par deux canaux excréteurs (Holtz et Foot, 1978).

1.4.3. Prostate

La prostate, chez le lapin, est remplacée par un complexe de plusieurs glandes tubulo-alvéolaires qui sécrète environ 1/3 du volume de sperme (Lebas, 1996), cette sécrétion est légèrement acide et contient divers ions (Setchell et Brooks, 1988). Elle est située en position antérieure à la vessie et aux vésicules séminales et elle s'ouvre dans l'urètre.

1.4.4. Glandes para prostatiques

Selon Holtz et Foot (1978), tous les lapins ont au moins une paire de glandes para prostatiques qui sont de petite taille et de forme arrondie, situées ventralement à la prostate et de part et d'autre de l'urètre où elles se débouchent par un nombre variable de petits conduits (Barone, 2001).

1.4.5. Glandes bulbo-urétrales ou glandes de Cowper

Ce sont des formations sphériques paires, bilobées, volumineuses chez les lapins et placées postérieurement à la prostate et dorsalement à l'urètre dans lequel elle s'ouvre par au moins 4 canaux (Sabbagh, 1983). Ces glandes, entourées chacune par une capsule conjonctive (Roger, 2002), sécrètent un liquide mucoïde semblable au liquide prostatique qu'elles déversent dans la région postérieure de l'urètre membraneux (Boussit, 1989).

1.5. Canal éjaculateur

C'est un canal court, qui se situe derrière la vessie et qui est un prolongement du canal déférent après l'abouchement des vésicules séminales et traverse la prostate pour s'ouvrir dans l'urètre. Ce canal éjecte les spermatozoïdes dans l'urètre prostatique juste avant l'éjaculation (Tortora et *al.* 1995).

1.6. Urètre

L'urètre détermine la partie terminale de la voie génitale mâle partant de la vessie vers l'extrémité du pénis en tapissant son intérieur (Marieb, 1999 ; Barone, 2001). C'est un conduit long de 12 à 13 cm, dont 8 à 9 seulement pour la partie pénienne, il sert à l'excrétion de l'urine et du sperme lors de l'éjaculation (Barone, 2001).

1.7. Voies externes d'excrétion et organe copulateur (pénis)

Selon Boussit (1989), le pénis est l'organe mâle de copulation, de miction et de transfert de sperme chez les mammifères, mesurant environ 3 à 5 cm de longueur. Il est dépourvu de glandes et il est dirigé obliquement vers l'arrière au repos, dans ce cas il est enfermé dans un replie tégumentaire qui est le fourreau, par contre pendant l'érection, le pénis prend une position horizontale dirigé vers l'avant.

2. Histologie du testicule

Les testicules sont recouverts de deux tuniques ; une tunique superficielle qui est la vaginale dérivant du feuillet péritonéale et une capsule fibreuse qui est l'albuginée, constituée de faisceaux de collagène et renfermant des cellules musculaires lisses (Muller et Clos, 1997).

Cette tunique s'épaissit encore au niveau de la coiffe épидидymaire et s'enfonce à l'intérieur du testicule pour former le corps d'Highmore qui est un cône fibreux. Ce dernier est parcouru par un réseau de canalicules appelé le *rète testis*.

Du corps d'Highmore partent des cloisons conjonctives qui sont les *septa testis*, en délimitant 200 à 300 lobules testiculaires, ainsi chaque lobule testiculaire contient 2 à 4 tubes séminifères très longs qui débouchent par de courts segments rectilignes, les tubes droits, dans le *rète testis* (Figure 5) (Vacheret, 1999).

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

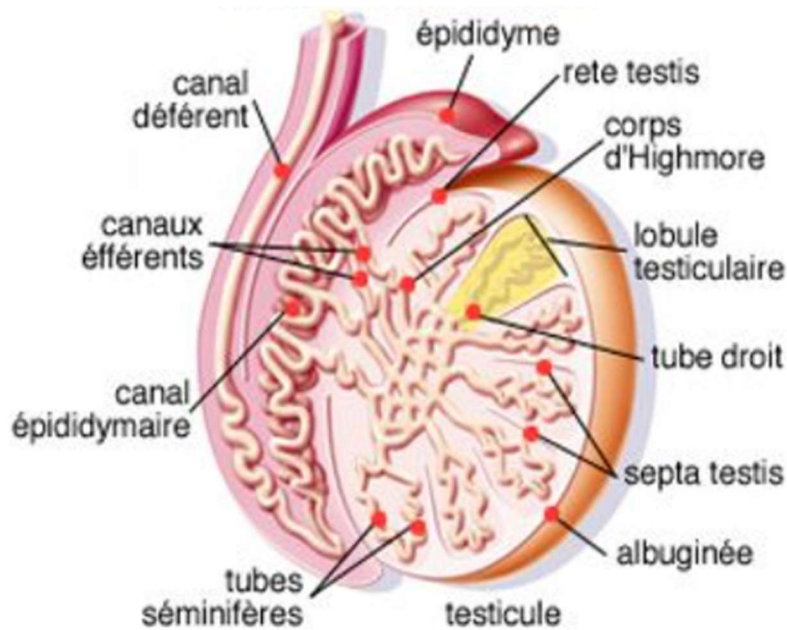


Figure 5 : Schéma de la structure intra-testiculaires (Muller et Clos, 1997)

2.1. Compartiment germinal

Le tube séminifère est l'unité fonctionnelle du testicule, très long et pelotonné, constitué d'un épithélium séminifère reposant sur une lame basale, qui est principalement un ensemble de cellules de soutien (cellules de Sertoli) et de cellules germinales à des différents stades de développement (spermatogonies, spermatocytes, spermatides et spermatozoïdes), ainsi d'une lumière bordée par cette épithélium (Figure 6) (Wrobel, 1990 ; Martine, 2009).

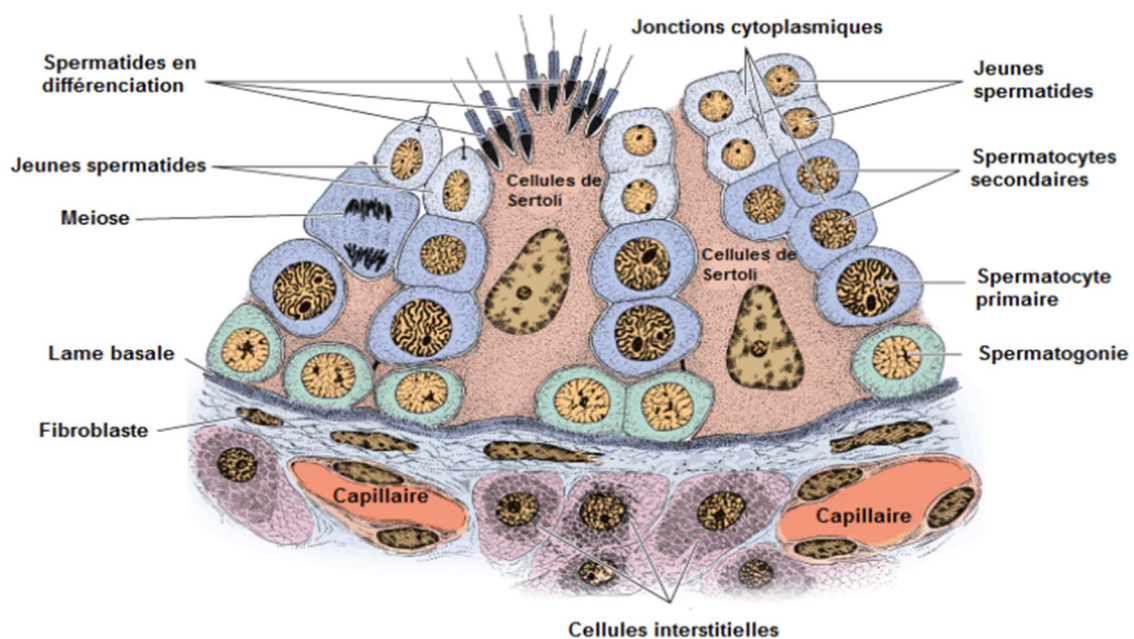


Figure 6 : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007).

Chaque tube séminifère est limité par une paroi propre, la gaine péri tubulaire et entouré d'une fine couche de cellules contractiles appelées cellules myoïdes péri tubulaires qui ont pour rôle la propulsion et l'évacuation des spermatozoïdes immobiles dans le testicule (Dadoune, Siffroi *et al.*, 2000).

Le liquide contenu dans ces tubes séminifères assure le transport des spermatozoïdes dans la lumière (Barone, 2001 ; Thibault, 2001).

2.1.1. Cellule de Sertoli

La cellule de Sertoli est une grande cellule pyramidale caractérisée par des réticulum endoplasmiques granuleux (REG) et réticulum endoplasmique lisse (REL) très développés, un cytosquelette formé de microtubules et un réseau dense de microfilaments d'actine et de filaments intermédiaires (Lakabi, 2017).

Chaque cellule de Sertoli est connectée aux cellules adjacentes par des jonctions serrées, disposées au pôle basal liant deux compartiments, basal ou périphérique et central ou adluminal. D'autres types de jonctions relient les cellules de Sertoli entre elles et avec les cellules germinales, dont des jonctions d'ancrage et des jonctions communicantes de type Gap (Figure 7) (Little et Holyoak, 1992 ; Amann, 1993).

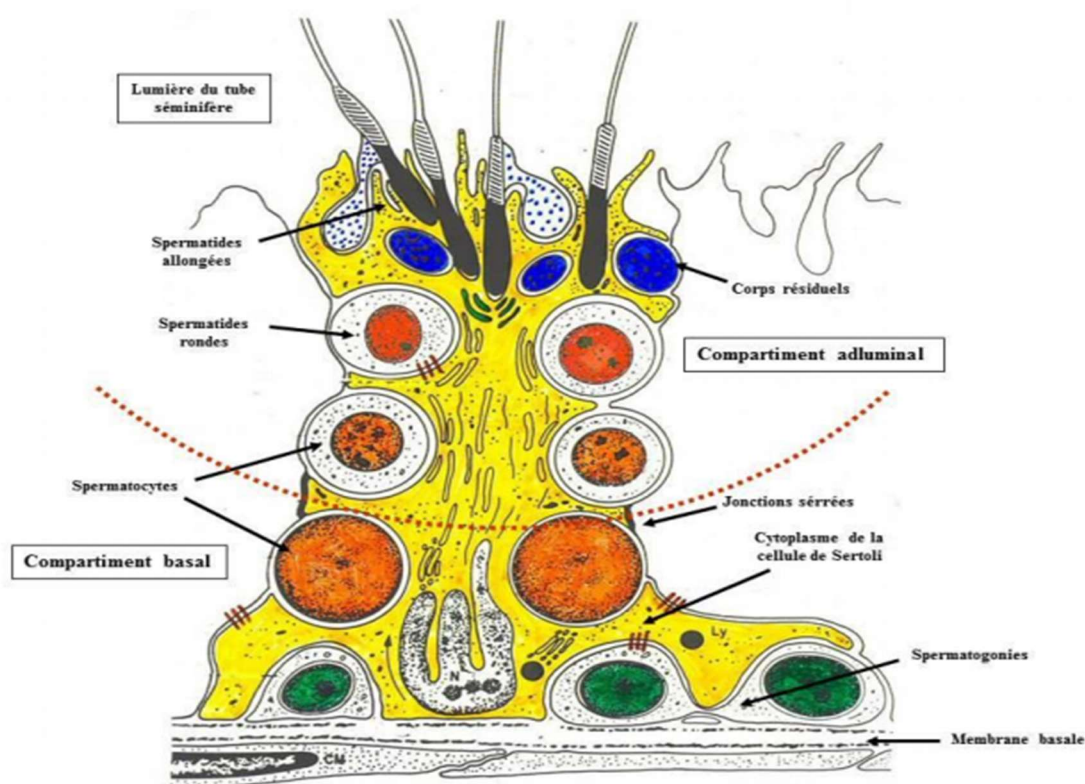


Figure 7 : Cellule de Sertoli (Siffroi, 2001).

Hazard et Perlemuter (2000) rappellent les différents rôles des cellules de Sertoli qui sont principalement :

- Contrôle de la maturation et de la migration des cellules germinales ;
- Phagocytose des cellules germinales dégénérantes ;
- Sécrétion tubulaires et interstitielles ;
- Synthèse des stéroïdes et des protéines ;
- Protection contre les réactions immunitaires.

2.1.2. Cellules germinales

En allant de la lame basale du tube séminifère vers sa lumière, tous les types de cellules germinales s'organisent en plusieurs assises au niveau de l'épithélium séminifère, à savoir ; les spermatogonies (Ad, Ap, B), 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).

2.1.2.1. Spermatogonies

Les spermatogonies sont les cellules les moins différenciées, elles se trouvent en contact directe avec la lame basale et elles sont reconnaissables grâce à l'état de condensation de leur chromatine (Vacheret, 1999 ; Siffroi, 2001).

Vacheret (1999) rappelle que les spermatogonies sont de petites cellules diploïdes arrondies ou ovalaires, de 10 à 15 μm de diamètre. On distingue trois sortes de spermatogonies selon l'aspect de leur noyau ;

- Les spermatogonies Ad (dark), cellules souches de réserve à noyau arrondi et dense, avec nucléole périphérique et des vacuoles nucléaires, qui se divisent pour donner les spermatogonies Ap.
- Les spermatogonies Ap sont des cellules de renouvellement à chromatine claire, avec nucléoles centraux et sans vacuoles nucléaires, qui se divisent pour donner les spermatogonies B.
- Les spermatogonies B qui sont des cellules filles constituées d'un noyau ovalaire clair à chromatine en agrégat périphérique et un nucléole bien visible, qui se divisent pour donner les spermatocytes.

2.1.2.2. Spermatoocytes

D'après Marthin et Barryn (2001), Deux types de spermatoocytes sont produits au cours de cette activité spermatique :

- Les spermatoocytes de 1er ordre (spermatoocytes I) sont caractérisés par un cytoplasme abondant et un noyau volumineux contenant une chromatine disposée en amas grossiers ou en fins filaments, facilement reconnaissable.

- Les spermatoocytes de 2ème ordre (spermatoocytes II) sont le résultat de la première division de la méiose. Des spermatoocytes II, sont des cellules plus petites qui vont rapidement terminer la deuxième division de la méiose. Elles engendrent des cellules à (n) chromosomes ; les spermatides.

2.1.2.3. Spermatides

Les spermatides sont des cellules haploïdes de petite taille (de 6 à 7 µm de diamètre), ovoïdes avec un noyau rond et clair contenant un appareil de Golgi juxta nucléaire (Dadoune et *al.*, 2000). Elles se localisent à proximité de la lumière des tubes séminifères (Junqueira et Carneiro, 2007).

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

2.1.2.4. Spermatozoïdes

Les spermatozoïdes, résultat final de la spermatogénèse, disposés en bouquet à l'apex des cellules de Sertoli, sont des cellules très petites, allongées, de 55 à 57 µm de diamètre chez le lapin (Robert et Vincent 1995), dotées d'une motilité flagellaire et d'une forme filiforme constitués de trois parties distinctes la tête, la pièce intermédiaire et le flagelle (queue) (Figure 8).

La tête est piriforme et rétrécie caudalement, mesurant environ 6,5 µm de longueur sur 4 µm de largeur, elle constitue la partie essentielle car elle renferme une masse homogène de chromatine représentant le noyau, coiffée à sa partie antérieure par l'acrosome qui est aplati et pourvu de glycoprotéines et d'enzymes utilisées pour la pénétration de la membrane de l'ovocyte lors de la fécondation.

La pièce intermédiaire, longue de 7 à 8 µm, est une partie cytoplasmique, rétrécie, qui représente le segment unissant la tête à la queue. Elle renferme la majorité des mitochondries qui sont le siège de la production énergétique nécessaire au mouvement.

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

La production journalière de spermatozoïdes chez le lapin est estimée de 25 à 60 millions par gramme de testicule, soit une production de 100 à 250 millions de spermatozoïdes par animal et par jour. Celle-ci varie en fonction de la race (surtout selon le format), de l'âge (en fonction des variations de poids testiculaire) et de l'environnement (Boussit, 1989).

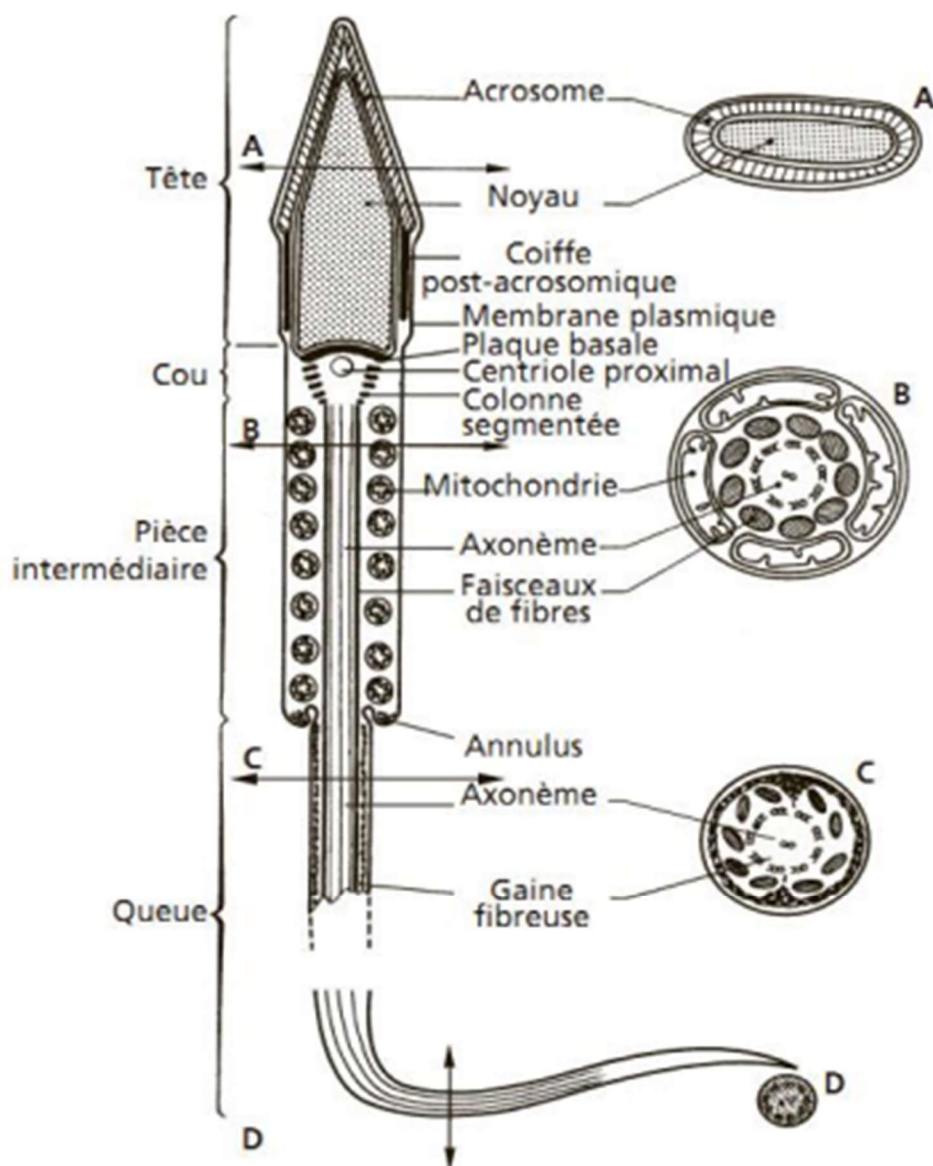


Figure 8 : Schéma d'un spermatozoïde de mammifère (Le Moigne et Foucrier, 2009).

2.2. Compartiment interstitiel

Ce compartiment est constitué par un tissu interstitiel, liquide des compartiments intra-testiculaire et essentiellement les cellules de Leydig.

2.2.1. Liquide des compartiments intra testiculaires

Dans les espaces inter tubulaires, le tissu interstitiel apparaît comme un tissu conjonctif lâche, vascularisé et innervé, se trouvent les cellules de Leydig, productrices d'hormones stéroïdiennes.

Le tissu interstitiel contient des vaisseaux lymphatiques plus au moins développés et des capillaires sanguins propices à la circulation des hormones périphériques et testiculaires, des fibroblastes, des macrophages, des leucocytes, des mastocytes et de nombreux autres composés du sang (Frend et *al.*, 1973).

Les cellules interstitielles et les tubes séminifères logés dans les espaces péri tubulaires baignent dans le liquide interstitiel qui participe aux fonctions endocrines et paracrines du testicule (Hazard et Perlemuter, 2000).

Ce liquide est composé de 90% d'eau et a pour origine le plasma sanguin (Marieb, 2006). Il est riche en minéraux essentiellement en potassium, en magnésium, en phosphate, en calcium, en chlore. Il est très riche en Androgène Binding Protéine (ABP) et pauvre en autres protéines (Hocheau de Reviers et Royere, 1996). Il contribue au transport des spermatozoïdes ainsi qu'à leur nutrition. Cependant, sa composition subit des remaniements au niveau du *rête testis*.

2.2.2. Cellule de Leydig

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

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

Les cellules de Leydig sont les cellules stéroïdogènes qui se différencient dans le deuxième compartiment du testicule, l'espace interstitiel. Ces cellules produisent des androgènes qui sont essentiels pour la masculinisation et l'apparition des caractères sexuels primaires et secondaires (Dizier et *al.*, 2014).

3. Histologie épидидymaire

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

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

3.1. Lumière du canal épидидymaire

Pour rejoindre le système éjaculateur depuis les gonades mâles, les spermatozoïdes transitent à travers l'épидидyme au niveau de sa lumière, où ils baignent dans un milieu de nature très complexe : le fluide épидидymaire. Ce dernier est composé principalement d'ions, de petites molécules organiques, de protéines et de macromolécules.

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

3.2. Epithélium épидидymaire

Six types cellulaires entrent dans la composition de l'épithélium épидидymaire : les cellules basales, étroites, apicales, claires, en *halos* et principales, qui présentent des caractéristiques structurales et fonctionnelles très variées de la région proximale à la région distale du tubule (Figure 9) (Robaire *et al.*, 2006).

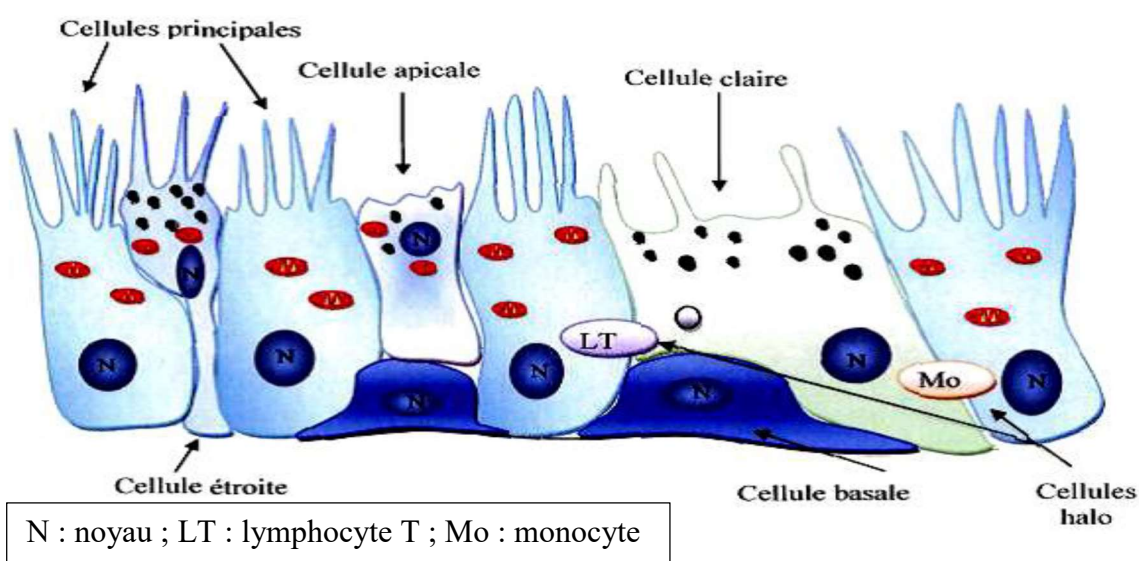


Figure 9 : Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009).

3.2.1. Cellules principales

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

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

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

3.2.2. Cellules basales

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

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

3.2.3. Cellules en *halos*

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

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

3.2.4. Cellules claires

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

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

3.2.5. Cellules apicales

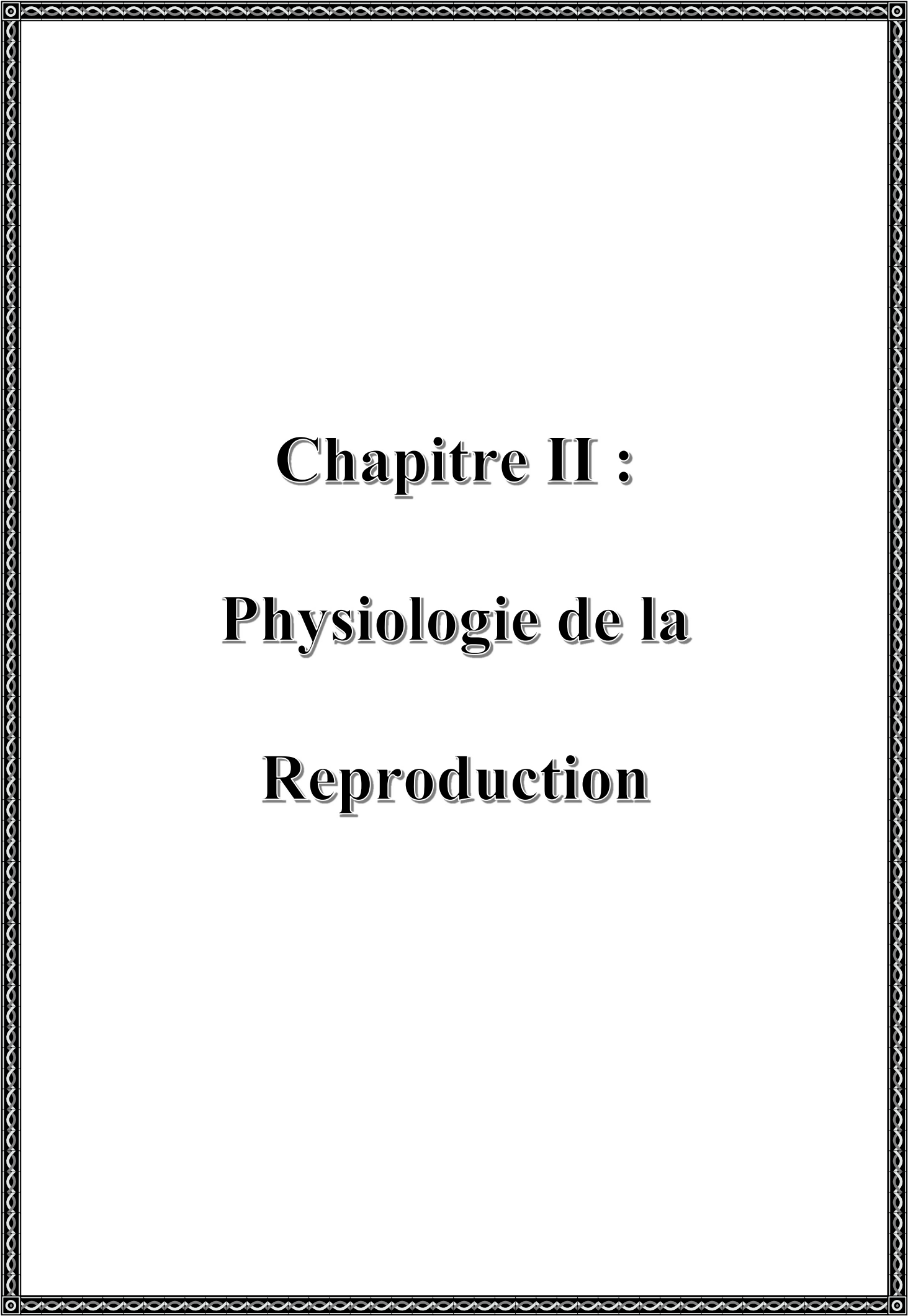
Qualifiées ainsi en raison de la localisation de leur noyau au pôle apical de l'épithélium, elles présentent un cytoplasme dense très riche en mitochondries. Elles se trouvent principalement dans le segment initial où elles représentent 10% de la population cellulaire totale de l'épididyme, leur nombre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

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

3.2.6. Cellules étroites

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

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



Chapitre II :

Physiologie de la

Reproduction

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

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

1. Développement des gonades et puberté

Avant la puberté plusieurs développements ont été observés au niveau organique (organes génitaux) et corporel.

1.1. Différenciation et développement des gonades

La différenciation des organes reproducteurs du lapin mâle a lieu pendant la vie fœtale (Figure 10) avec formation de l'albuginée entre le 14^{ème} et 15^{ème} jour de gestation, quelques jours plus tard les tubes séminifères apparaissent entourés de cellules germinales, au 19^{ème} jour de gestation il y a la production d'androgènes (Alvarino, 2000).

Les canaux de Müller régressent à partir du 20^{ème} jour, la formation de la prostate commence le 21^{ème} jour et au 24^{ème} jour le développement des canaux de Wolf et la régression des canaux de Müller sont bien établis.

Entre le 21^{ème} et 30^{ème} jours de gestation, la testostérone est présente au niveau des testicules de fœtus mâle (Skinner, 1967). A la naissance, les testicules se trouvent en position abdominale et la descente de ces derniers dans les sacs scrotaux coïncide avec la puberté (Alvarino, 1993).

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

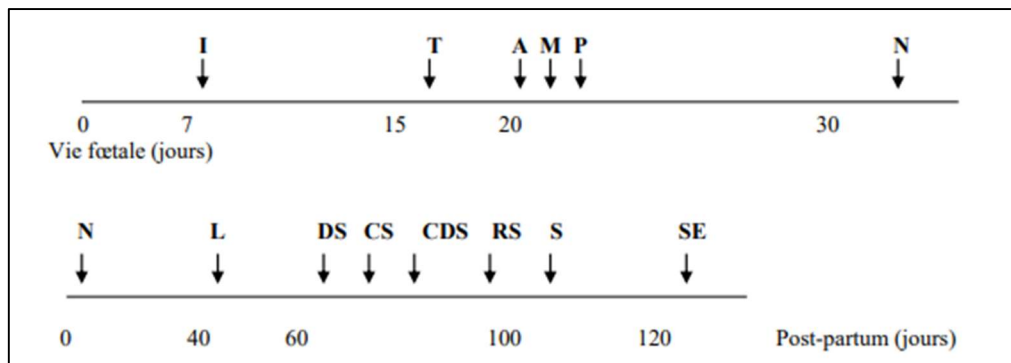


Figure 10 : Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000).

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.

1.2. Développement pondéral

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

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

1.3. Développement comportemental

Les premières manifestations de comportement sexuel apparaissent vers 60-70 jours : le jeune lapin commence alors à faire des tentatives de chevauchement.

A partir de la 12^{ème} semaine d'âge, les jeunes lapins montrent un certain nombre de manifestations sexuelles (reniflement de la région Ano-génitale de la femelle, agressivité et tentatives de monte) (Berger et *al.*, 1982 ; Bell et Mitchell, 1984).

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

1.4. Maturation sexuelle

La maturation sexuelle chez le lapin s'effectue en quatre (4) étapes dont ; la phase infantile, la phase pré-pubère, la phase de la puberté et en fin la phase de la maturité sexuelle.

1.4.1. Phase infantile

Cette étape est la période allant de la naissance à l'âge de 40 jours, et qui est caractérisée par une croissance lente des testicules et des vésicules séminales, ainsi que par des niveaux faibles de FSH et de testostérone circulant dans le sang (Martinet, 1973).

1.4.2. Phase pré-pubère

La phase pré-pubère commence vers l'âge de 40 jours et se caractérise par une augmentation importante des niveaux de testostérone (+921%) et de FSH (+384%) qui se produit entre 40 et 60 jours.

Durant cette phase, la croissance des testicules s'accélère et les cellules de Leydig responsable de la spermatogenèse commence à fonctionner (Martinet, 1973), entraînant les premières divisions goniale vers 45 jours qui s'accélèrent vers 70 jours, quand les niveaux d'androgène circulants sont les plus élevés et les premiers spermatozoïdes apparaissent vers l'âge de 110 jours (Skinner, 1967).

1.4.3. Phase pubertaire

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

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).

1.4.4. Maturité sexuelle

La maturité sexuelle est définie comme le moment où la production quotidienne de sperme n'augmente plus. En effet, la production quotidienne de sperme qui est dépendante de nombreux facteurs, est de l'ordre de $2 \cdot 10^7$ spermatozoïdes (Fortun et *al.*, 2015).

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

2. Fonctions physiologiques du testicule

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

2.1. Fonction exocrine du testicule : Spermatogénèse

La spermatogénèse est le processus de différenciations cellulaire qui permet la production des gamètes mâles matures haploïdes (n) : les spermatozoïdes, à partir de cellules souches diploïdes ($2n$) (Figure 11) (Tortora et Derrickson, 2007).

Chez le lapin, elle débute entre 40^{ème} et 50^{ème} jours d'âge, et elle dure de 38 à 41 jours (Martinet, 1973), et avec l'apparition des premiers spermatozoïdes peu viables dans les éjaculats à 110 jours d'âge (Lebas, 2009).

Selon Amann (1993), la spermatogénèse se déroule au niveau des tubules séminifères des testicules en passant par trois (3) grandes étapes qui sont ; la spermatocytogénèse, la méiose et la spermiogénèse.

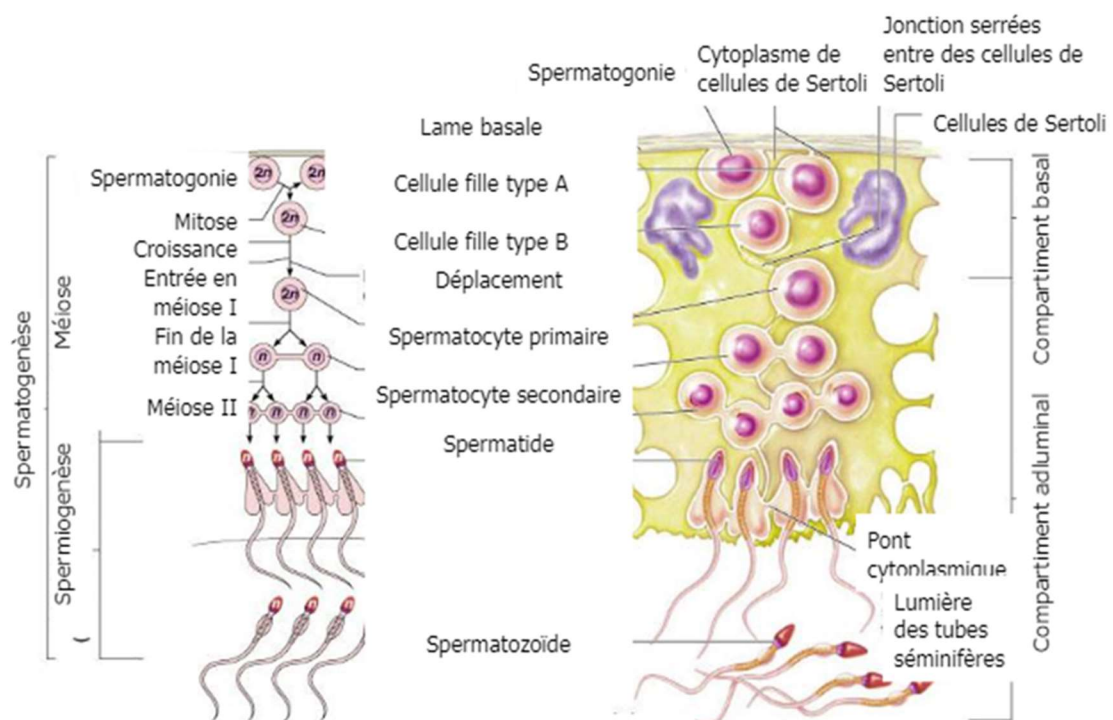


Figure 11 : Différentes étapes de la spermatogénèse (Marieb, 2006).

2.1.1. Spermatocytogenèse

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

La phase de multiplication cellulaire assure également le renouvellement des spermatogonies, nécessaires au maintien d'un nombre suffisant de cellules souches (Little et Holyoak, 1992 ; Barone, 2001).

2.1.2. Méiose

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

2.1.3. Spermiogénèse

C'est l'étape où les spermatides subissent une série remarquable de modifications qui aboutissent à la libération de spermatozoïdes mûrs (Figure 12) (Barone, 2001).

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

- La condensation du noyau et la déshydratation de la chromatine.
- La formation de l'acrosome au départ d'une vésicule golgienne.
- Le développement de l'appareil flagellaire à partir du centriole distal.
- Le glissement du cytoplasme le long de l'axe flagellaire et la différenciation de diverses structures fibreuses qui se condensent autour de celui-ci.
- Le repositionnement des mitochondries en une rangée hélicoïdale autour de la partie initiale du flagelle (pars intermedia).
- L'élimination de la plus grande partie du cytoplasme (corps résiduel).

A partir de ce stade il n'y a plus de divisions cellulaires, par contre des métamorphoses extrêmement complexes à l'échelle moléculaire et cellulaire apparaissent (Schulz *et al.*, 2005).

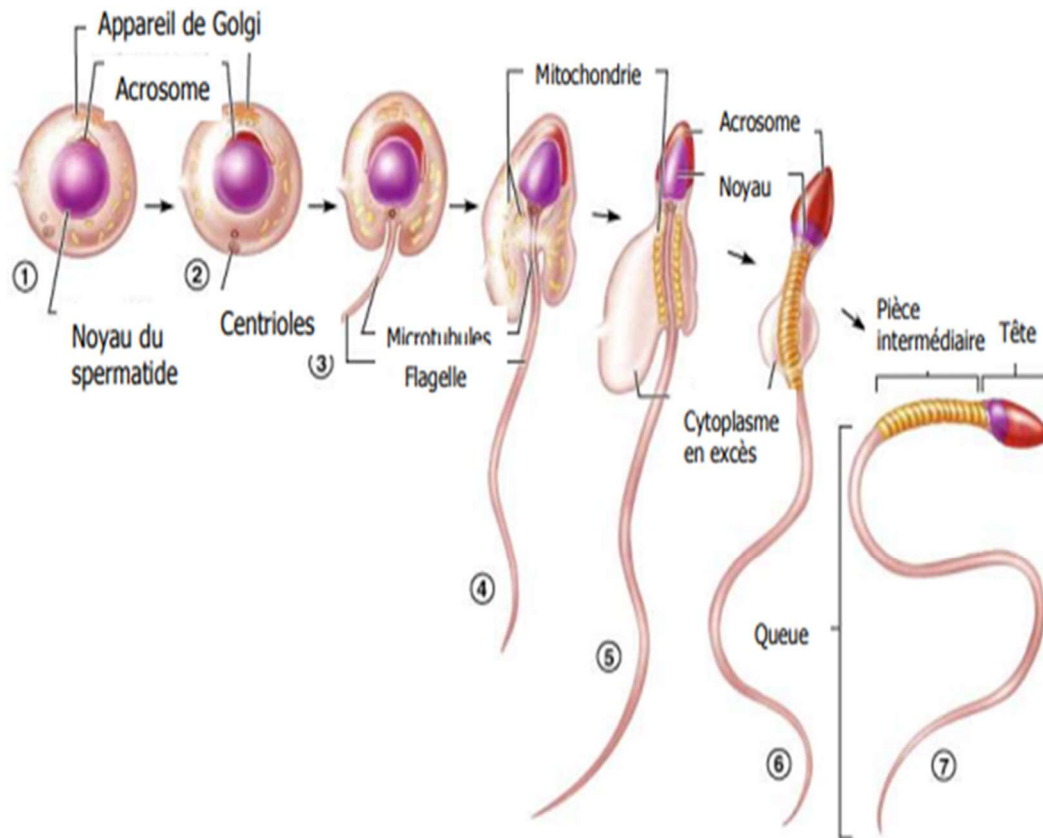


Figure 12 : Etapes de la spermiogénèse (Gayrard, 2007).

2.2. Fonction endocrine du testicule : Stéroïdogénèse

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

La biosynthèse des androgènes nécessite l'intervention d'un certain nombre d'enzymes agissant en cascade à partir d'un précurseur commun à tous les stéroïdes, le cholestérol (Saez, 1994).

En effet, la testostérone agit directement sur la différenciation des canaux de Wolf, le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires, après son métabolisme en dihydrotestostérone par l'enzyme 5- α réductase dans les tissus périphériques (prostate, épидидyme, vésicule séminale), elle a une action anabolisante au niveau de tous les tissus, en particulier musculaire et osseux et intervient dans le dimorphisme sexuel cérébral et la physiologie du comportement sexuel.

En association avec la FSH, la testostérone est essentielle pour l'initiation et le maintien de la spermatogenèse. 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).

3. Fonctions physiologiques de l'épididyme

L'épididyme est formé d'un épithélium pseudostratifié qui assure toutes les sécrétions et aussi d'une lumière qui assure à son tour le transit des spermatozoïdes.

3.1. Fonction physiologique de l'épithélium

Les sécrétions protéiques de l'épithélium épидидymaire s'effectuent essentiellement par les cellules principales dites aussi stéréociliées qui le composent, et ceci selon deux modes différents : sécrétion mérocrine et sécrétion apocrine (Figure 13).

3.1.1. Sécrétion mérocrine

Ce mode de sécrétion est le mode le plus fréquent chez les différents types cellulaires. Les protéines sécrétées selon ce mode sont issues de la traduction d'ARNm par les ribosomes au niveau du réticulum endoplasmique rugueux.

Ces protéines se caractérisent par la présence d'un peptide signal au niveau de l'extrémité N-terminale de la séquence d'acides aminés, et elles sont ensuite véhiculées vers l'appareil de Golgi pour subir des modifications post-traductionnelles (Pons-Rejraji et Drevet 2004) telles que la glycosylation et l'acylation, qui seront transportées dans des granules de sécrétion (Thibault et Levasseur, 2001).

Ces granules à leur tour migrent jusqu'au pôle apical de la cellule afin de libérer leur contenu à l'extérieur, ceci par fusion de leur membrane avec la membrane plasmique cellulaire (Pons-Rejraji et Drevet 2004).

3.1.2. Sécrétion apocrine

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

Contrairement au mode mérocrine, la synthèse de même que les modifications post traductionnelles des protéines sécrétées selon le mode apocrine, s'accomplissent dans le cytoplasme des cellules (Sullivan et *al.*, 2005).

Effectivement, puisque la séquence primaire de ces protéines est dépourvue de peptide signal, les protéines ne peuvent s'associer au réticulum endoplasmique et la synthèse a donc lieu exclusivement sur des ribosomes libres (Girouard, 2009).

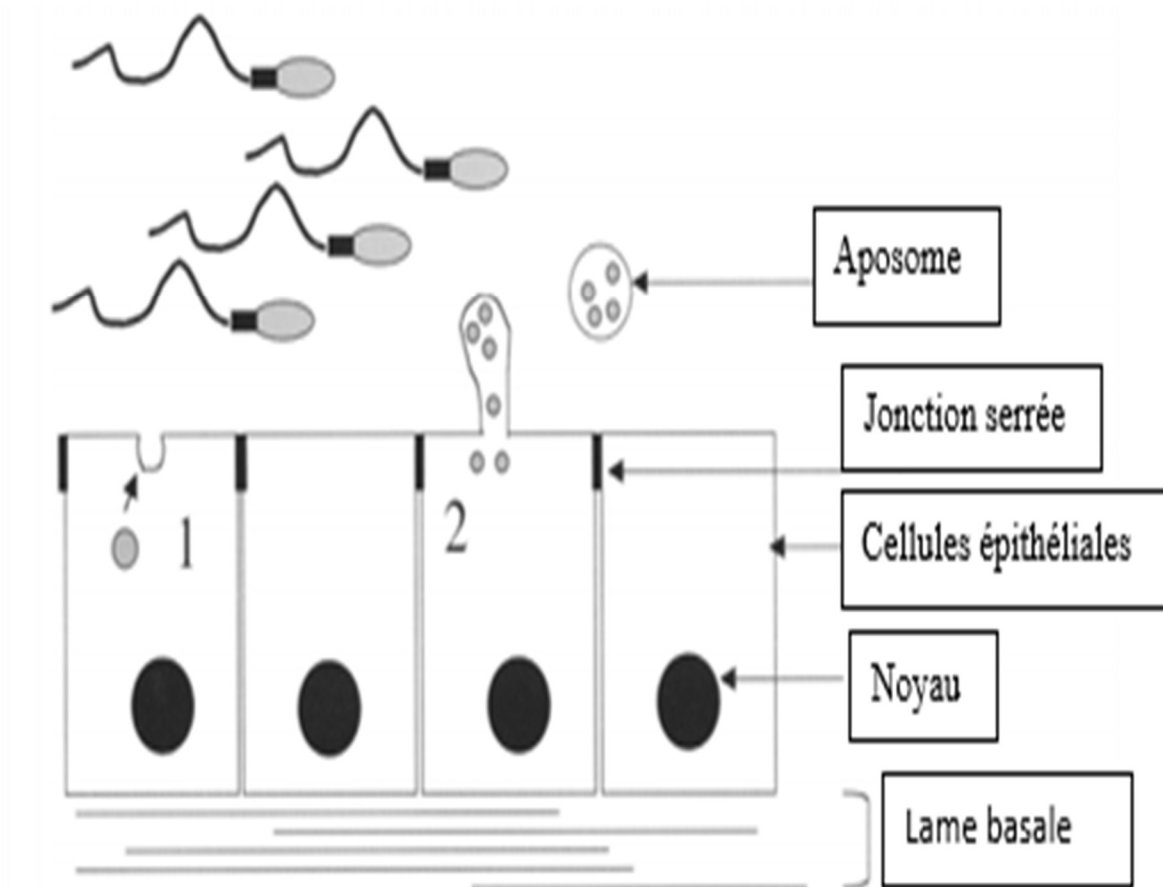


Figure 13 : Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Pons-Rejraji et Drevet 2004). 1-sécrétion mérocrine, 2- sécrétion apocrine.

3.2. Fonction physiologique de la lumière

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

3.2.1. 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 dans l'épididyme 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, ces différentes propriétés sont acquises au cours de leur transit (Noblanc et *al.*, 2012).

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

3.2.2. Acquisition de la motilité

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

Le contrôle de cette mobilité dépend de facteurs exogènes et endogènes et l'activation de la motilité du flagelle se fait grâce aux changements de concentration de différents ions et énergie produite par les mitochondries.

L'ATP produit permet la mise en place de la phosphorylation de la tyrosine sur la totalité du flagelle (Ho et Suarez, 2001 ; Mukai et Okuno, 2004), qui se produit d'une façon graduelle au cours de sa progression dans la lumière de l'épididyme pour atteindre son maximum dans la queue où le spermatozoïde est pleinement mature et acquiert la capacité de se mouvoir. La concentration intra-spermatique en AMPc augmente aussi lors du transit épидидymaire et permet d'induire la motilité (Aitken et *al.*, 2007).

3.2.3. Protection

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

3.2.4. Stockage

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

4. Régulation de la fonction de reproduction

La fonction de reproduction subit deux régulations, une régulation interne grâce l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique et une régulation externe par les différents facteurs environnants.

4.1. Régulation interne

La fonction de reproduction chez les lapins mâles est sous le contrôle d'un système hormonal complexe ceci par l'intervention de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique (Figure 14).

4.1.1. Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique

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

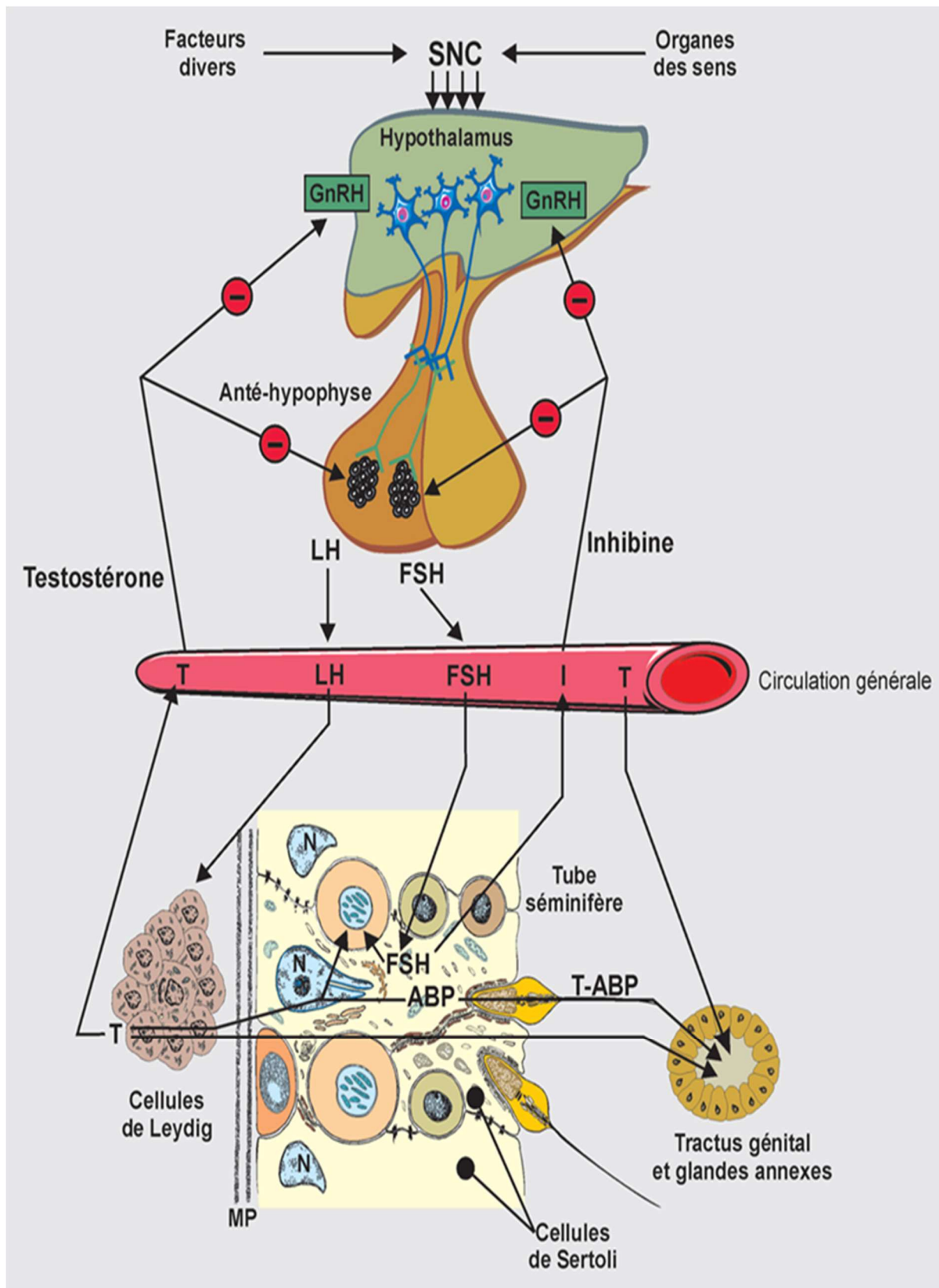


Figure 14 : Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (Dizier et al., 2014).

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

4.1.1.1. Hypothalamus

L'hypothalamus contrôle l'hypophyse par le biais de la GnRH qui est un décapeptide d'un poids moléculaire faible, non antigénique, secrété de manière pulsatile par le noyau arqué et les noyaux pré et supra optique de l'hypothalamus, induisant la sécrétion de LH et FSH via des récepteurs membranaires spécifiques R-GnRH des cellules gonadotropes de l'antéhypophyse (Hammoud et *al.*, 1997 ; Thibault et Levasseur, 2001 ; Bonnes et *al.*, 2005).

Les neurones à GnRH sont modulés par de nombreux neurotransmetteurs et neuropeptides. Parmi les sécrétagogues du GnRH, le neuropeptide Kiss1 (Pinilla et *al.*, 2012 ; Beltramo et *al.*, 2014).

4.1.1.2. Hypophyse

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

4.1.1.3. Gonades (testicules)

La sécrétion de la testostérone ainsi que la production des spermatozoïdes sont sous le contrôle des gonadotrophines hypophysaires FSH et LH circulant dans le sang pour atteindre le testicule.

La FSH agit sur les cellules de Sertoli en se fixant sur ses récepteurs pour activer la production des facteurs Sertoliens tel que l'ABP, la transferrine et divers agents nécessaire au bon déroulement de la spermatogenèse (Widmaier et *al.*, 2009).

Tandis que la LH agit sur les cellules de Leydig pour la sécrétion de la testostérone qui favorise la spermatogenèse, le développement des organes génitaux masculins et les caractères sexuels secondaires (Nguyen et Bourouina, 2008).

La régulation de la fonction gonadotrope est caractérisée par un rétrocontrôle négatif par les sécrétions testiculaires, exercé au niveau de l'axe hypothalamo-hypophysaire et gonadique.

En effet La concentration élevée de la testostérone ainsi d'autre molécules tel que l'inhibine ont 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 (Bridges et *al.*, 1993 ; Dohle et *al.*, 2003).

4.1.2. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par les testicules

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

L'inhibine empêche la production de testostérone par les cellules de Leydig, alors que l'activine stimule la production de testostérone par les cellules de Leydig in vitro (Lin et *al.*, 1989).

Selon l'intensité de la spermatogenèse, les cellules de Sertoli sécrètent l'inhibine β dans le sang, qui exerce un rétrocontrôle inhibiteur de la FSH par l'hypophyse (Ying, 1988 ; Tilbrook et Clarke, 2001 ; Dohle et *al.*, 2003).

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

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

4.1.3. 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 (Robaire et *al.*, 2003).

4.2. Régulation externe

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

4.2.1. Température

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

L'exposition des mâles à des températures élevées (34 C° pendant 8 h) déprime l'activité sexuelle et perturbe la spermatogénèse, en augmentant sensiblement le pourcentage des spermatozoïdes morts (Boussit, 1989 ; Kasa et Thwaites, 1992).

Selon Finzi et *al.* (2000), l'effet de l'hyperthermie est plus rapide sur l'apparition des anomalies que sur la chute de la concentration spermatique.

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

4.2.2. Saison

Selon Frolich (1948), le volume des éjaculats et leur concentration en spermatozoïdes atteignent le maximum en mars, et son minimum est observé en juillet (Brambell, 1944).

Ces variations s'accompagnent d'une réduction de la taille des testicules de mars à juillet, de l'ordre de 60 % du poids maximum et d'un accroissement testiculaire dès août.

Il s'en suit une « stérilité estivale » associée à une augmentation du pH du sperme, une baisse de la motilité et la concentration des spermatozoïdes, une augmentation du pourcentage de spermatozoïdes anormaux et une baisse de la *libido* (Hiroe et Tomizuka, 1965).

4.2.3. Eclairage

Selon Boyd (1985) et Theau-Clément, (1994), l'éclairage joue un rôle important dans la reproduction des lapins, car ils ont observé une augmentation du poids testiculaire et du pourcentage de spermatozoïdes vivants après un passage de 8 heures à 16 heures d'éclairement et une diminution du même paramètre si l'opération est inversée.

De plus, les caractéristiques quantitatives et qualitatives des éjaculats étaient significativement plus élevées pour le lot de 16 heures par jour, seul le volume était plus élevé pour le lot de 8 heures d'éclairement.

De ce fait, une bonne conduite de l'élevage implique un éclairage de 30 à 40 lux à condition que la lumière soit répartie de façon uniforme dans toute la pièce (Lebas et *al.*, 1990).

4.2.4. Humidité (l'hygrométrie)

Dans les normes recommandées, l'humidité relative doit être maintenue entre 60 et 70% (Lebas, 2009) car une 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).

4.2.5. Alimentation

L'alimentation des lapins affecte les caractéristiques de la semence lorsque le niveau des apports nutritionnels est insuffisant, la *libido* et la quantité de sperme par éjaculat sont touchés par le facteur de l'alimentation sans toucher à la qualité de la semence (Joly et Theau, 2000).

Les mâles nourris à volonté montrent une augmentation en volume de la semence, des spermatozoïdes par éjaculat, et une meilleure *libido*. Cependant la concentration du sperme est comparable à celles des mâles nourris avec un régime limité.

Les restrictions alimentaires sévères peuvent affecter le volume du sperme et le nombre de spermatozoïdes par éjaculat. Notant aussi que la composition des aliments pendant la période d'élevage a un effet direct sur les performances de tous les animaux d'élevage (Luzi et *al.*, 1996).

Une alimentation basée uniquement sur les fourrages grossiers est insuffisante pour la couverture des besoins de production chez le lapin (Lebas et *al.*, 1984 ; Berchiche et Zerrouki, 2000).

4.2.6. Age

L'âge des mâles influence significativement sur la concentration et le nombre des spermatozoïdes motiles obtenus par éjaculat. En effet les mâles adultes de 9 à 12 mois ont une semence de concentration et un nombre de spermatozoïdes motiles plus élevé que celle des mâles jeunes de 4 à 5 mois (Theau et *al.*, 2009).

4.2.7. 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).

4.2.8. Huiles essentielles

Des études récentes ont montrés que d'autres facteurs peuvent influencer positivement ou négativement sur la fertilité des lapins mâles comme : facteurs génétiques, facteurs environnementaux et l'administration des huiles essentielles.

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



Chapitre III :

Matériels et Méthodes

Cette étude fait partie des activités de recherche de Dr. Lakabi et s'inscrit dans le cadre de l'étude histo-fonctionnelle du développement gonadique et de la maturité sexuelle des lapins mâles de la population locale.

L'objectif de ce présent travail est de déterminer l'effet de l'huile essentielle de la Sauge officinale sur le poids corporel et gonadique ainsi que son effet sur la structure histologique du testicule et de l'épididyme du lapin mâle infantiles (un mois) de la population locale.

1. Matériels biologiques

Ce travail a été réalisé sur un modèle animal qui est le lapin mâle infantile de la population locale et un modèle végétal qui est la Sauge officinale.

1.1. Modèle animal

Le lapin (*Oryctolagus cuniculus*) est un modèle essentiel en recherche scientifique, car il offre beaucoup d'avantages dans le domaine de la reproduction et permet la mise en évidence de quelques processus reproducteurs comme les changements morphologiques de cycle épithéliale séminifère (Ewuola et Equinike, 2010).

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

Règne : Animal

Embranchement : Vertébrés

Classe : mammifères

Super Ordre : Glires

Ordre : Lagomorphes

Famille : Léporides (lièvre et lapin)

Sous-famille : Leporinae

Genre : *Oryctolagus*

Espèce : *Oryctolagus cuniculus*

1.2. Matériels végétal

Dans ce travail, la Sauge officinale est utilisé comme modèle végétale, afin de distinguer l'effet de son huile essentielle sur la structure histologique gonadique.

1.2.1. Sauge officinale (*Salvia officinalis*)

Sauge officinale (*Salvia officinalis*) de la famille des labiées est un sous arbrisseau annuelle et biannuelle d'origine méditerranéenne (Figure 15), aussi appelée sauge de Grèce, herbe sacrée, grade sauge, thé d'Europe (Fabre et al., 1992). La sauge est une plante guérisseuse par excellence, dont il existe environ 900 espèces identifiées autour du monde contre une trentaine environ en Algérie (Maksinovie et al., 2007).



Figure 15 : Sauge officinale (Boullard, 2001).

La sauge est une plante vivace à tige ligneuse à la base formant un buisson dépassant parfois 60 cm, rameaux vert blanchâtre quadrangulaire (Verbois, 2003), des feuilles assez grandes et épaisses, vertes et ovales (Hans et al., 2007), les fleurs sont bleu-violacées en épis visibles en Mai et Aout (Busser, 1997), le fruit en forme de tétrakènes brunâtre dont chacun renferme une graine (Figure 16) (Cuvier et al., 1835).

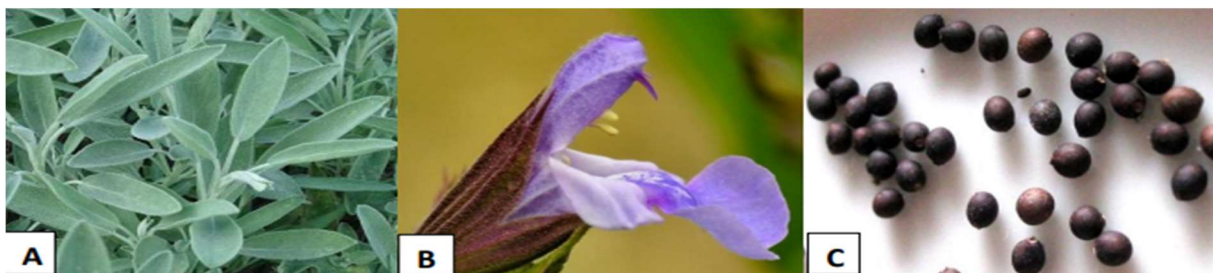


Figure 16 : A : Feuilles (Bougrow, 2009), B : Fleurs (Bouguerra, 2012), et C : Fruits (Bouhdjera, 2005) de la Sauge officinale

Selon Hippolyte et *al.* (1993) ; Ristic et Brkic, (1999), la systématique de la Sauge officinale (*Salvia officinalis*) est la suivante :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae

Ordre : lamiales

Famille : lamiaceae

Genre : salvia

Espèce : *Salvia officinalis*

1.2.2. Huile essentielle de la Sauge officinale

Une huile essentielle est une substance liquide, odorante, volatile de consistance huileuse sécrétée par les plantes aromatiques (Lardry et Haberkorn, 2007). Elle représente l'essence de la plante ou autrement dit son parfum (Bonnafous, 2013). Elle est soluble dans les huiles végétales, dans l'alcool, l'éther, mais elle est insoluble dans l'eau à laquelle elle confère un léger parfum (Adiaratou, 2001).

L'extraction se fait soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changements significatifs à sa composition (Vele, 2015).

L'huile essentielle de la sauge est 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 (Aouadhi, 2010), une odeur camphrée avec une saveur chaude, amère et piquante (Cuvier et *al.*, 1835). Elle est utilisée comme plante médicinale (usage pharmaceutique), en cosmétologie et en alimentation. Sa composition chimique diffère d'une région à une autre dont les plus importants sont représentés dans le tableau I.

Tableau I: Composition de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* (Reguez et al., 2013).

Hydrocarbures terpéniques	Humilène	Trace à 18.9 %
	A-pinène	1.7 à 13.1 %
	P-pinène	0.5 à 17.9 %
Cétones	Camphre	4.1 à 27.5%
	A-Thujone	1.5 à 44.2 %
	P-tujone	1 à 36.7 %
Alcools	Bornéol	0,7 à 6,2%
Ester	Acetate de bornyl	0,1 à 3,5%

1.3. Autres matériels

Cette expérimentation a nécessité l'utilisation d'autres matériels tel que ; les béchers, tubes sec, eppendorf, éprouvettes, pipettes graduées, des bavettes, papiers filtres, des gants, ciseaux, scotch, étiquettes, spatules, balance électronique, balance a précision, centrifugeuse, étuve, plaque chauffante, portoirs, micropipettes (10-100 μ l ; 100-1000 μ l), pince, poire, pissettes, cassette d'inclusion, cryo-tubes, moules à paraffine, lames et lamelles, microtome, microscope optique...

2. Protocole expérimental

L'expérimentation a été faite en deux grandes étapes dont la première consiste à l'attribution des huiles essentielles et les sacrifices des lapins mâles infantiles (un mois) appartenant à la population locale qui a eu lieu au niveau d'un élevage cunicole privé situé à Djebba, wilaya de Tizi Ouzou.

La deuxième partie de l'expérimentation comprend l'étude histologique des structures gonadiques effectuée dans le laboratoire de recherche Production, Sauvegarde des Espèces Menacées et des Récoltes, influence des Variations Climatique (PSEMRVC) du Pr. Medjdoub-Bensaad F. à l'université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.

Cette expérience a été réalisée dans la période printanière sur 15 lapins infantiles (1 mois), ces derniers sont repartis en 3 lots de 5 lapins chacun, dont un lot témoin, et deux lots traités par la Sauge officinale, l'un avec la dose 1 (200 μ l/kg) et l'autre avec la dose 2 (400 μ l/kg).

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

2.1. Pesée et administration de l'huile essentielles

L'expérimentation proprement dite n'est entamée qu'une semaine après la mise en cage des animaux afin de leur permettre de s'adapter à ce nouveau environnement et éviter ainsi l'effet de stress.

Les lapins ont été pesés afin de déterminer le volume de l'huile essentielle de la Sauge officinale à administrer en dose unique le matin (8h-12h) par voie orale après l'avoir mélangée dans 0.5 ml d'eau distillé (Figure 17).



Figure 17 : Pesée des lapins et administration de l'huile essentielle (Original, 2021).

2.2. Sacrifice des animaux et prélèvement des organes génitaux

Une semaine après l'administration de l'huile essentielle, les animaux ont été sacrifiés par saignement et le sang a été récolté dans des tubes étiquetés puis centrifugés, ensuite les lapins sont disséqués (Figure 18), et en fin les organes génitaux sont prélevés, séparés, dégraissés et pesés à l'aide d'une balance de précision (0,01g) (Figure 19).



Figure 18 : Sacrifice et dissection des lapins (Original, 2021).



Figure 19 : Séparation et pesage des organes génitaux (Original, 2021).

Les testicules et épидидymes droits sont déposés dans des cassettes étiquetés et plongés directement dans une solution de fixation, le Bouin Hollande pour une étude histologique, alors que les testicules et épидидymes gauches sont placés dans des eppendorfs et congelés à -20°C, pour une utilisation ultérieure.

3. Etude histologique

L'étude histologique est une étude importante qui permet une observation microscopique du tissu, elle se déroule en plusieurs étapes successives et obligatoires afin de réaliser des coupes fines de l'échantillon étudié, prêtes à recevoir la coloration histologique d'intérêt. La procédure utilisée est inspirée de celle mise au point par Martoja et Martoja (1967).

Le protocole expérimental est résumé dans les étapes suivantes :

- Fixation des échantillons
- Déshydratation et éclaircissement
- Imprégnation
- Inclusion
- Confection des coupes et collage
- Déparaffinage et réhydratation
- Coloration topographique et Déshydratation
- Montage de lame et lamelle
- Observation des lames sous microscope optique

3.1. Fixation des échantillons

La fixation est la première étape de l'étude histologique, elle est considérée comme un traitement physico-chimique qui s'effectue sur des tissus vivants, de ce fait, cette manipulation permet de conserver et d'immobiliser les structures cellulaires dans un état plus proche que celui de l'état vivant, et aussi elle permet de protéger ces tissus de l'attaque bactérienne et enzymatique.

Parmi les fixateur les plus utilisés ; le Bouin Hollande, qui appartient à la famille des fixateurs coagulants à base de métaux lourds. Ce fixateur est un mélange de formol et d'acide picrique, et il est préparé au laboratoire.

Les cassettes contenant les organes sont plongées, dans le Bouin Hollande, un volume trois fois supérieur pendant 7 jours.

3.2. Déshydratation et éclaircissement

La déshydratation a pour but d'évacuer toute l'eau contenue dans l'organe et préparer la pièce à l'inclusion dans la paraffine. Elle se fait en passant l'organe mis au paravent dans les cassettes dans des bains d'alcool qui est l'éthanol à des degrés croissants (50°, 70°, 90° et 100°) pendant 45 minutes chacun, ce qui permet d'éviter la désorganisation des structures puis le transférer dans deux bains de Xylène pendant 45 minutes chacun pour l'éclaircissement.

3.3. Imprégnation

L'imprégnation consiste à plonger les cassettes d'organes dans 3 bains successifs de paraffine pendant 45 minutes pour chaque bain dans une étuve 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 en moitié paraffine et moitié xylène (toluène).

3.4. Inclusion

Après l'imprégnation à la paraffine, on procède à l'étape de l'inclusion qui consiste à placer l'échantillon dans un moule contenant de la paraffine en fusion et recouvert par la partie étiquetée de la cassette (Figure 20), tout en veillant à respecter le plan de coupe. Les blocs qui en résultent sont enfin refroidis, afin de les démouler facilement permettant ainsi de les conserver sans endommager l'échantillon.



Figure 20 : Inclusion et formation de bloc (Original, 2021).

3.5. Confection des coupes et collage

Des coupes fines de 2 à 5µm d'épaisseur sur les blocs d'organes ont été réalisées, en utilisant un microtome à paraffine de type Leica au niveau de laboratoire d'anatomopathologie du CHU de Tizi-Ouzou. Les coupes sont récupérées sur des lames porte-objet propres qui seront incubées tout une nuit à 38°C dans une étuve pour fixer l'échantillon à la lame (Figure 21).



Figure 21 : Photographie d'un microtome à gauche et du bain Marie à droite (Lakabi, 2017).

3.6. Déparaffinage et réhydratation

Le déparaffinage est une opération qui permet de retirer la paraffine qui imprègne la coupe. Il est suivi d'une réhydratation, qui est une séquence inverse de celle de la déshydratation. Il consiste en deux bains de xylène, puis en bains d'alcool éthylique à des degrés décroissants (100°, 90°, 70°, 50°) pendant 10 à 15 min pour chaque bain.

3.7. Coloration topographique et Déshydratation

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

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

Afin de réaliser cette coloration, une série de coloration topographique a été suivie dont l'ordre est indiqué dans la Figure 22.

Cette coloration est suivie d'une déshydratation dans des bains d'alcool éthylique à degrés croissants (50°, 70°, 90°, 100°).



Figure 22 : Coloration topographique (Original, 2021) ; A : Hématoxyline (5min), B : Eau de robinet, C : Fuch sine penceau (15s), D : Eau acétifiée, E : Acide phosphomolibdique (3 à 5min), F : Eau acétifiée, G : Vert lumière (passage), H : Eau acétifiée.

3.8. Montage de lame et lamelle

Le montage est l'opération qui consiste à fixer, à l'aide d'une goutte d'Eukitt, une lamelle de verre sur l'échantillon histologique, qui permette l'adhérence entre la lame et la lamelle. Une légère pression sur la lamelle permet de chasser les bulles d'air (Figure 23). Après montage, les lames sont séchées, nettoyées au toluène puis observées par un microscope optique.



Figure 23 : Montage de lame et lamelle (Original, 2021).

3.9. Observation au microscope optique

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

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

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

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

4. Etude statistique

Les variables poids vifs, poids des épидидymes obtenus durant cette étude ont été soumis à une analyse de variance « ANOVA ». Le traitement statistique des données et les présentations graphiques des résultats ont été réalisés sous Microsoft Office Excel 2013.

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 :

Résultats et Discussion

Cette étude porte sur l'effet de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à deux doses sur la fertilité des lapins mâles infantiles de la population locale, et cela en réalisant deux études ; l'une macroscopique en déterminant les poids corporels, les poids testiculaires et épидидymaires et les poids relatifs, et l'autre microscopique en réalisant des études sur les structures histologiques testiculaires et épидидymaires.

1. Résultats de l'étude macroscopique

Ces résultats porteront sur le poids corporel avant et après l'administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale, ainsi que sur le poids testiculaire et épидидymaire et les poids relatifs chez les lapins traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à deux doses (dose 1=200µl/kg, dose 2=400µl/kg) tout en comparant avec les lapins témoins.

1.1. Poids corporel

Le poids corporel, en kilogramme (Kg), est exprimé par la moyenne des poids des lapins de chaque lot \pm l'erreur standard liée à la moyenne (ESM).

Les valeurs moyennes du poids corporel des lapins infantiles avant et après l'administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale sont représentées dans la Figure 24.

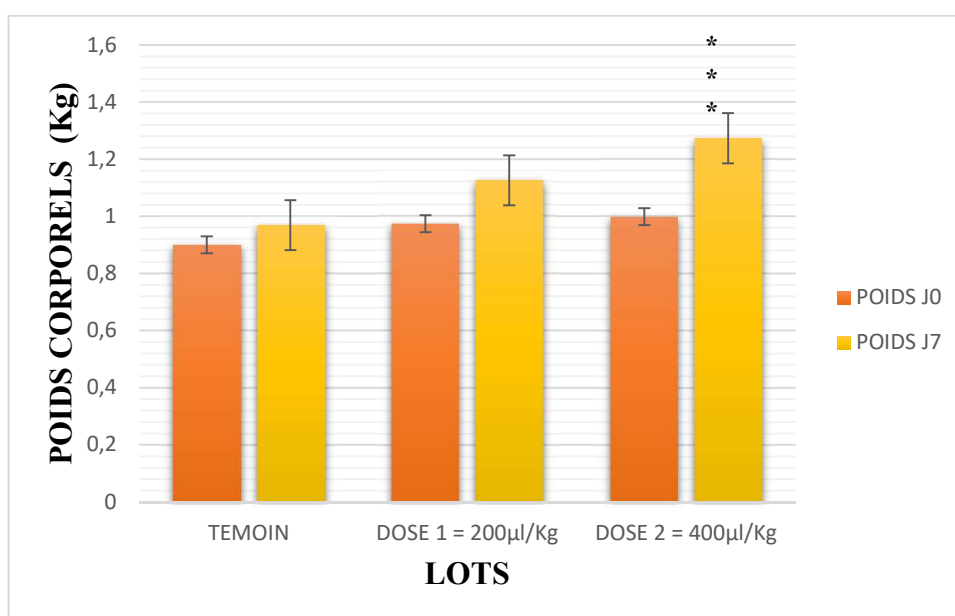


Figure 24 : Représentation des poids corporels des lapins infantiles avant et après l'administration de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis*.

T : Témoin ; J0 : Avant traitement ; J7 : Après traitement.

(***) : Différence très significative entre les traités par la dose 2 et les témoins.

Une évolution du poids corporel entre J0 et J7 est observé chez les différents lots avec un écart de 0,069Kg chez les témoins suivit par ceux traité par la dose 1 avec un écart de 0,152Kg tandis que chez les animaux traité par la dose 2 de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* est le plus important avec un écart de 0,274Kg.

Le poids corporel moyen des lapins du lot témoin est de $0,969 \pm 0,064$ Kg, pour le lot traité par la dose 1 de l'huile essentielle de la Saugue officinale sa valeur est de $1,126 \pm 0,127$ Kg et elle est de $1,273 \pm 0,043$ Kg pour le lot traité par la dose 2.

Ces augmentations sont très significatives ($P < 0,01$) entre les animaux traités par la dose 2 de l'huile essentielle de la Saugue officinale et les témoins à J7.

1.2. Poids testiculaire

Le poids testiculaire, en grammes (g), est exprimé par la valeur moyenne \pm l'erreur standard liée à la moyenne (ESM).

Le poids des testicules droits et gauche des lapins infantiles traités par les deux doses de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* est représenté dans la Figure 25.

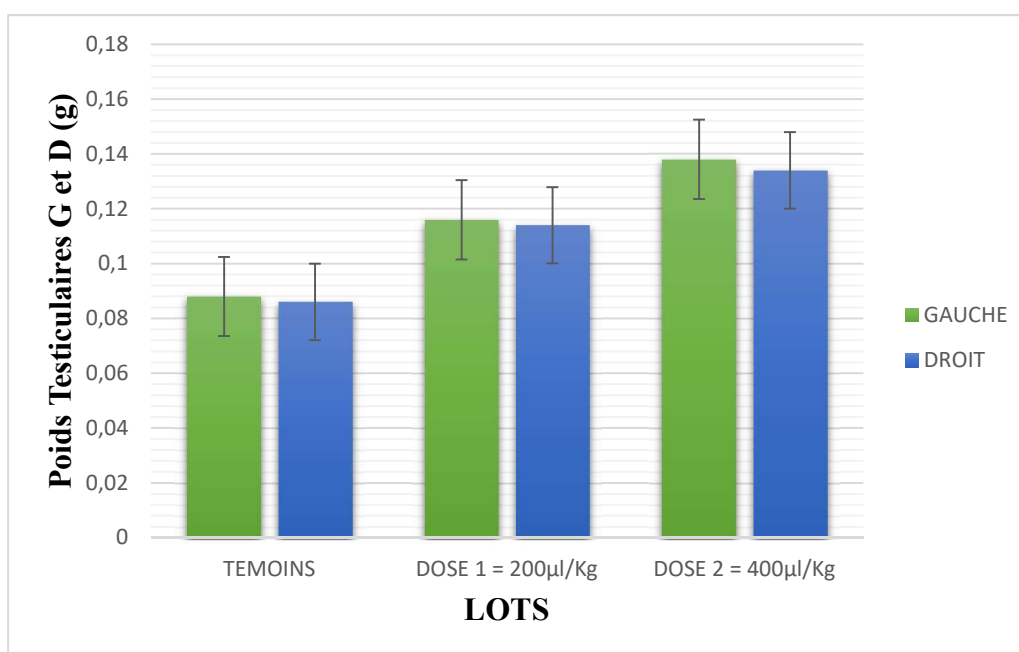


Figure 25 : Représentation des poids testiculaires gauches et droits en fonction de la dose de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* administrée.

La valeur des poids testiculaires gauche est un plus importante que celle des testicules droits, et cela dans tous les lots. Néanmoins l'écart entre eux est plus important chez le lot traité par la dose 2 de l'huile essentielle de la Sauge officinale qui est de 0,04g.

Les poids testiculaires totaux des lapins infantiles des lots témoins et traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* sont représentés dans la Figure 26.

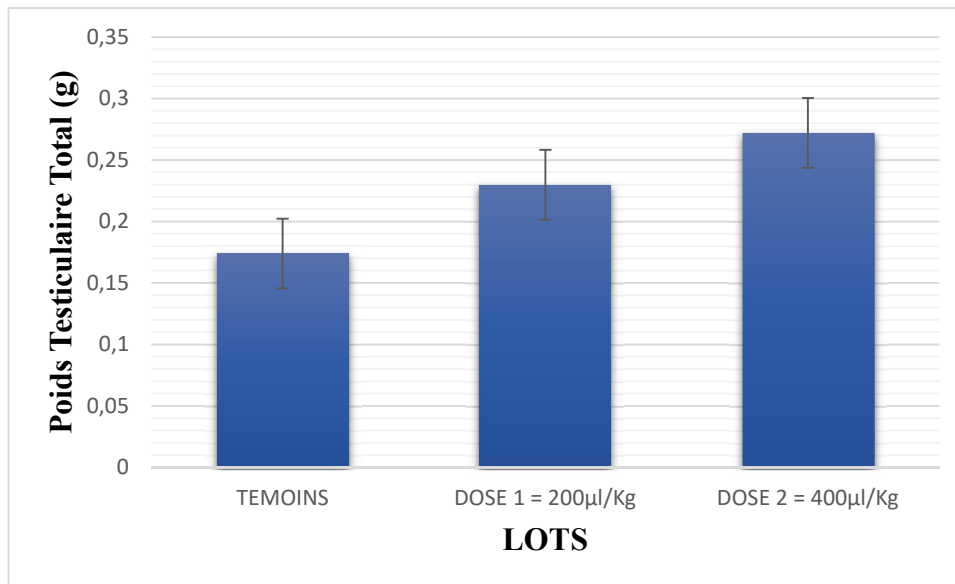


Figure 26 : Représentation des poids testiculaires totaux en fonction des différentes doses de l'huile essentielle de la Sauge officinale.

La valeur moyenne du poids testiculaire total des lapins traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale est plus importante que celle des témoins dont la valeur est de $0,174 \pm 0,0225$ g.

Cependant les animaux traités par la dose 2 ont une valeur plus élevée par rapport à ceux traités par la dose 1 dont les valeurs sont respectivement de $0,272 \pm 0,0459$ g pour la dose 2 et de $0,23 \pm 0,0442$ g pour la dose 1.

1.3. Poids testiculaire relatif à 100g de poids corporel

Les valeurs moyennes du poids relatif à 100g de poids corporel des testicules de lapins âgés de 1 mois en fonction de la dose administrée de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* sont représentées dans la Figure 27.

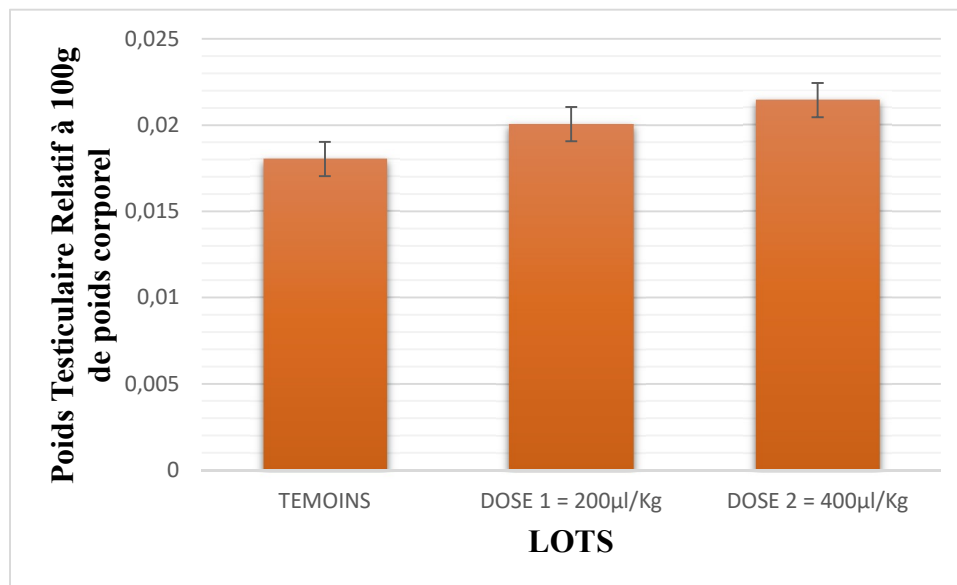


Figure 27 : Représentation des poids relatifs testiculaire en fonction de la dose de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* administrée.

La valeur moyenne du poids testiculaire relatif à 100 g du poids corporel est plus élevée chez les lapins traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale par rapport aux témoins, avec un écart de 0,002 entre les lapins témoins et ceux traité par la dose 1 et un écart est de 0,0034 entre les témoins et les traités par la dose 2.

La comparaison entre les lapins traités par la dose 1 et ceux traités par la dose 2 de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* a révéler que la valeur de ceux traités par la dose 2 est un peu plus élevée par rapport à la valeur de ceux traités par la dose 1 avec un écart de 0,0014.

1.4. Poids épидидymaire

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

Le poids des épидидymes droits et gauches des lapins infantiles traités par les deux doses de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* est représenté dans la Figure 28.

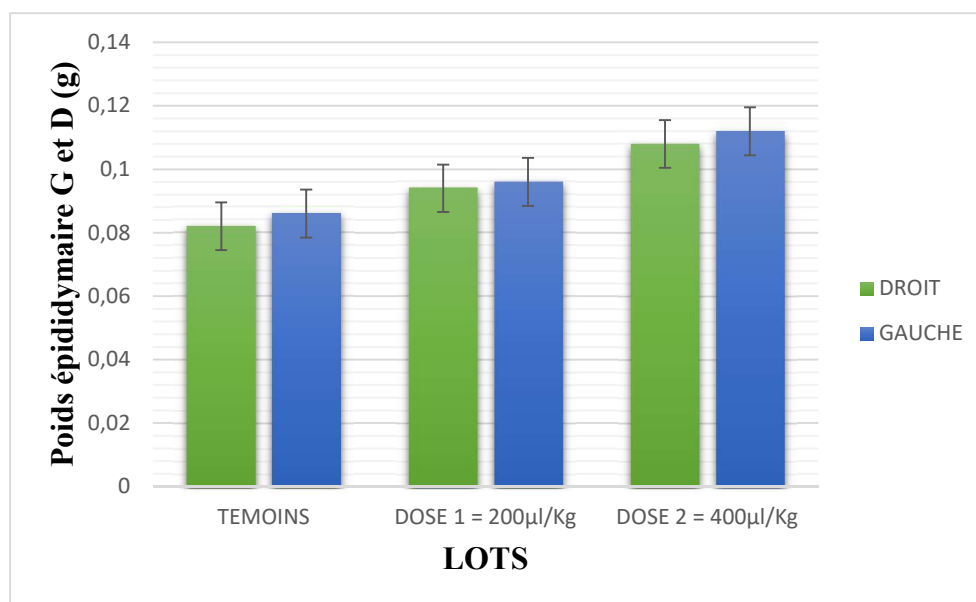


Figure 28 : Représentation des poids épидидymaires gauches et droits en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Saugе officinale administrée.

La valeur moyenne des poids épидидymaires gauches est un plus importante que celle des épидидymes droits, et cela dans tous les lots.

Néanmoins l'écart entre le lot traité par la dose 2 de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* est élevé par rapport à ceux traités par la dose 1 dont la valeur est de 0,016g ainsi qu'une différence est observée entre le lot traité par la dose 1 et le lot témoin dont la valeur est de 0,01g.

Les poids testiculaires totaux des lapins de 1 mois des lots témoins et ceux traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale sont représentés dans la Figure 29.

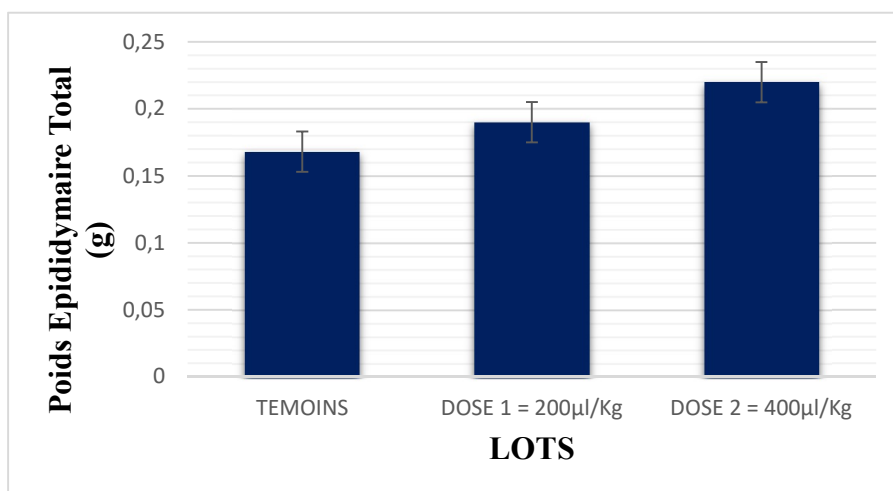


Figure 29 : Représentation des poids épидидymaire totaux en fonction des différentes doses de l'huile essentielle de la Saugе officinale.

Une augmentation dépendante à la dose de l'huile de la *Salvia officinalis* administrée est observée, dont un écart d'une valeur de 0,022g entre les lapins du lot traités par la dose 1 de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* et ceux du lot témoins ainsi d'un écart un plus élevé entre ceux traités par la dose 2 et ceux traités par la dose 1 dont la valeur est de 0,052g.

La valeur moyenne du poids épидидymaire total des lapins traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à la dose 1 et dose 2 est plus importante que celle des témoins dont la valeur est de $0,168 \pm 0,0412g$.

Cependant les animaux traités par la dose 2 ont une valeur plus élevée par rapport à ceux traités par la dose 1 dont les valeurs sont respectivement de $0,22 \pm 0,0476g$ pour la dose 2 et de $0,19 \pm 0,0524g$ pour la dose 1.

1.5. Poids relatif épидидymaire

Les valeurs moyennes du poids relatif à 100g de poids corporel des épидидymes de lapins infantiles en fonction de la dose administrée de l'huile essentielle de la Saugе officinale sont représentées dans la Figure 30.

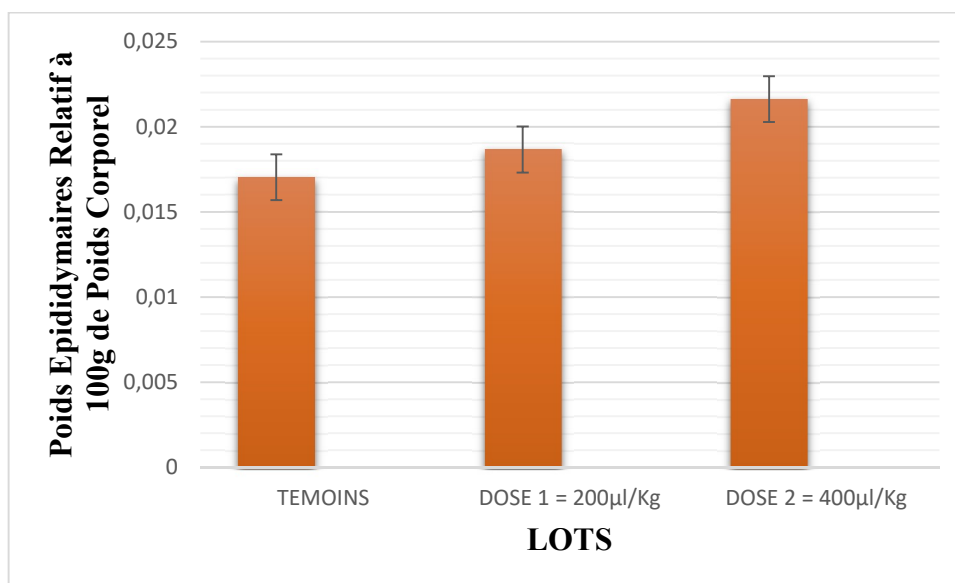


Figure 30 : Représentation des poids relatifs épидидymaire en fonction des doses de la *Salvia officinalis* administrées.

La valeur moyenne du poids épидидymaire relatif à 100 g du poids corporel est plus élevée chez les lapins du lot traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* par rapport aux témoins, avec un écart de 0,0016 entre les lapins témoins et ceux traité par l'huile essentielle de la Saugе officinale à la dose 1 et un écart de 0,0046 entre les témoins et les traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale à la dose 2.

La comparaison entre les lapins traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à la dose 1 et ceux traités à la dose 2 à révéler que la valeur de ceux traités par la dose 2 est un peu plus élevée par rapport à la valeur de ceux traités par la dose 1 avec un écart de 0,003.

2. Résultats de l'étude microscopique

Les observations microscopiques ont été enregistrées, pour tous les échantillons, avec deux grossissements ; le faible permet une observation globale des structures tissulaires et le fort grossissement (x400) est effectué pour une observation plus détaillée des structures notamment cellulaires.

Ces résultats porteront sur les structures histologiques des testicules et des épидидymes des deux lots traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis*, l'un par la dose 1 = 200µl/kg, et l'autre par la dose 2 = 400µl/kg, et cela en comparant avec le lot des lapins témoins.

2.1. Résultats microscopiques du testicule

À la naissance, l'animal dispose d'un 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. La structure histologique des testicules révèle une grande variabilité en fonction de l'âge.

Le cycle spermatogénique représente l'ensemble des divisions et des différenciations cellulaires aboutissant à la formation des spermatozoïdes (Boussit, 1989).

Chez les lapins infantiles du lot témoin, la structure histologique globale du testicule montre, au faible grossissement, différentes formes de tubes séminifères dépourvus de lumière (Figure 31). Tandis que l'observation au fort grossissement révèle un épithélium séminifère constitué par les deux types cellulaires classiques du tube séminifère, les cellules de la lignée germinale ou spermatogonies et les cellules somatiques épithéliales, cellule de Sertoli. Les spermatogonies qui sont des cellules peu volumineuses, à noyaux arrondis et une chromatine condensée et très colorée, distribuées sur toute la section du tube, au centre et/ou à la périphérie (Figure 31).

Tandis que les cellules de Sertoli sont des cellules de grandes tailles qui repose sur la lame basale, reconnaissable par leurs noyaux à encoches de forme irrégulière conique pyramidale ou triangulaire (Figure 31).

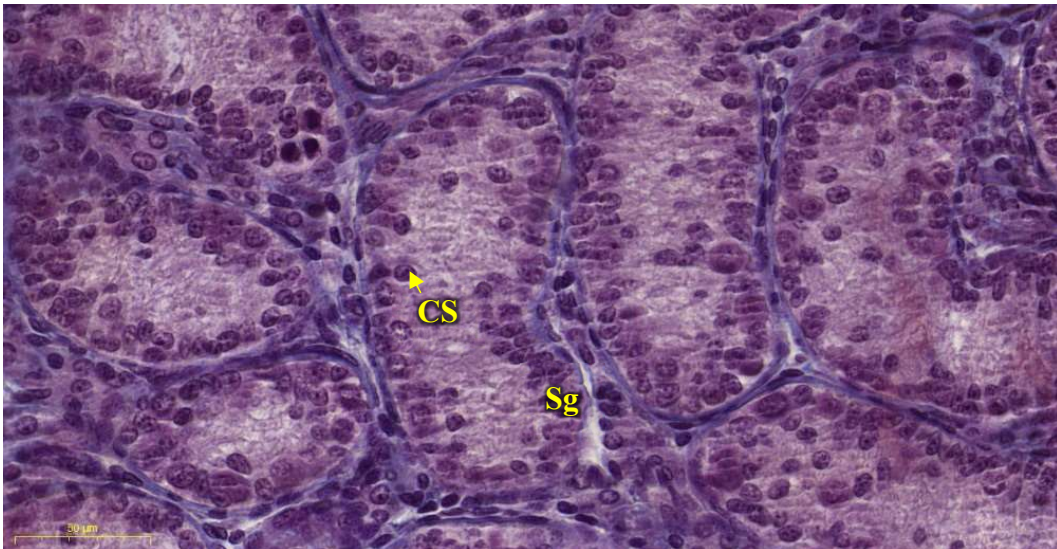


Figure 31 : Coupe histologique du testicule du lapin infantile du lot témoin (Original, 2021).

CS : Cellule de Sertoli ; Sg : Spermatogonie

Pour le lot traité par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à la dose 1 de 200 $\mu\text{l/kg}$, la même structure histologique que les lapins témoins est observée avec une apparition des premiers spermatozoïdes dans quelque tube avec un nombre très réduit. Les autres cellules de la lignée germinale ainsi que la lumière des tubes séminifère sont totalement absents (Figure 32).

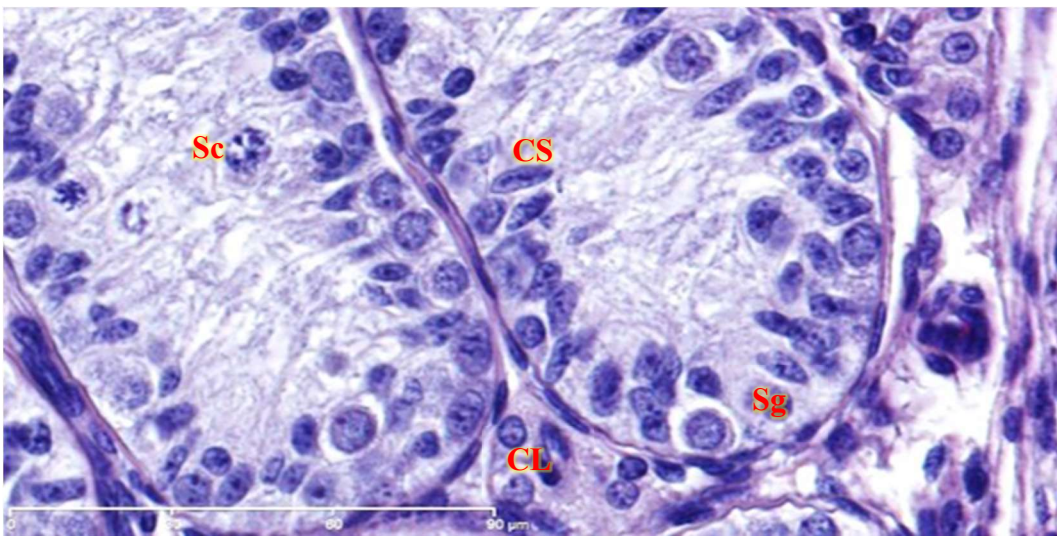


Figure 32 : Coupe histologique du testicule du lapin infantile du lot traité par l'huile essentielle de la Saugue officinale à la dose 1 (Original, 2021).

CS : Cellule de Sertoli ; Sg : Spermatogonie ; Sc : Spermatozoïde ; CL : Cellule de Leydig

Cependant pour le lot traité par cette huile à la dose 2 de 400 $\mu\text{l}/\text{kg}$, il a été constaté qu'un nombre un peu plus élevé de spermatoocytes dans un peu plus de tubes séminifères que le lot traité par la dose 1. Les autres cellules de la lignée germinale ainsi que la lumière des tubes séminifère sont toujours absents (Figure 33).

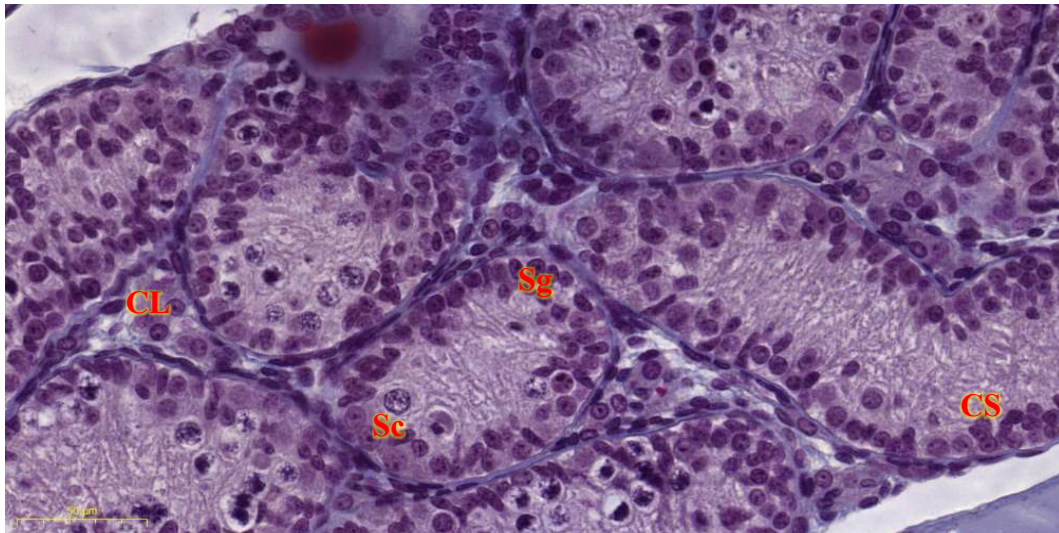


Figure 33 : Coupe histologique du testicule du lapin infantile du lot traité par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à la dose 2 (Original, 2021).

CS : Cellule de Sertoli ; Sg : Spermatogonie ; Sc : Spermatoocyte ; CL : Cellule de Leydig

2.2. Résultats microscopiques de l'épididyme

L'observation au microscope photonique de la coupe histologique de l'épididyme des lapins témoins représentée dans la Figure 34, montre des tubes maintenus entre eux par un tissu conjonctif intertubulaire formé de fibres conjonctives éparpillées, des cellules musculaires, des fibroblastes et des vaisseaux sanguins.

La lumière des tubes épидидymaires apparaît vide et dépourvue de spermatozoïdes et entourée d'un épithélium cubique simple constitué exclusivement de cellules principales dépourvues de stéréocils émanant de leurs parties apicales (Figure 34).

Chaque section épидидymaire apparaît entourée par une ou deux couches de cellules musculaires lisses très aplaties formant une ceinture autour du tube épидидymaire (Figure 34).

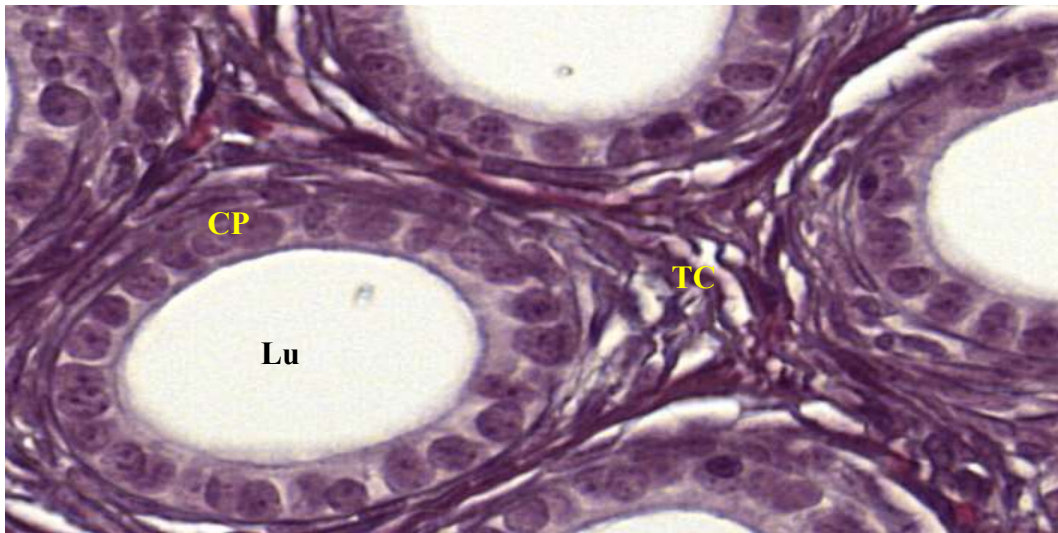


Figure 34 : Coupe histologique de l'épididyme d'un lapin infantile du lot témoin (Original, 2021)

Lu : Lumière ; **TC** : Tissu Conjonctif ; **CP** : Cellule Principale

L'observation microscopique des différentes coupes histologiques réalisées sur les épидидymes des lapins infantiles traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* a montré des variations structurales selon la dose administrée.

En effet, la structure histologique de l'épididyme des lapins traités par les deux doses (200µl/kg et 400µl/kg) montre au fort grossissement un tissu conjonctif intertubulaire qui contient des fibres conjonctives mieux organisés, des cellules musculaires, des fibroblastes et des vaisseaux sanguins, ainsi qu'une lumière dépourvue de spermatozoïdes (Figure 35).

L'épithélium du lot traité par la dose 1 est prismatique pseudostratifié (Figure 35) alors qu'il était cubique chez les témoins. Il est constitué de cellules basales réparties de façon discontinue le long de l'épithélium et de cellules principales occupant presque la totalité de l'épithélium et possédant des stéréocils courtes et très peu nombreuses alors que ces dernières sont absentes totalement dans l'épithélium du lot témoin.

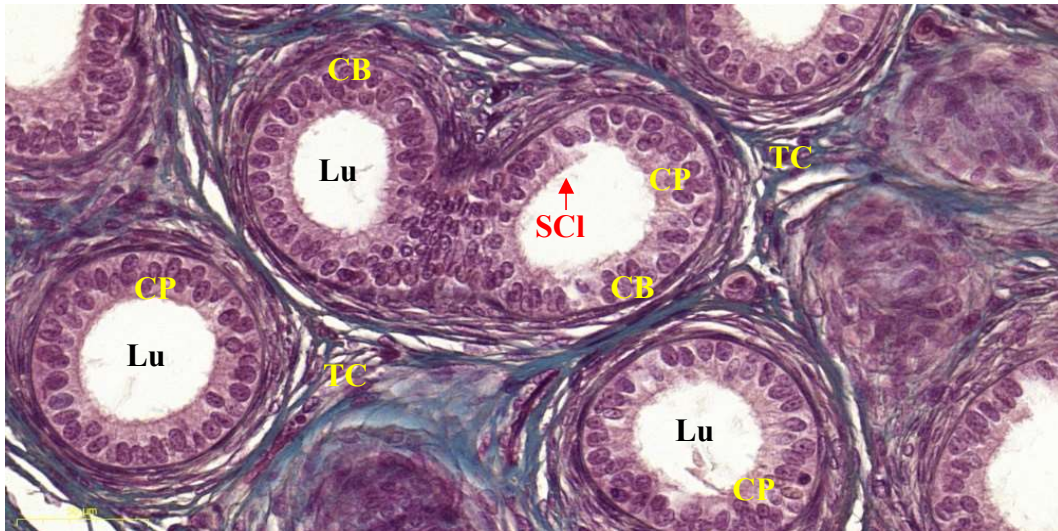


Figure 35 : Coupe histologique représentant la structure de l'épididyme d'un lapin traité par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à la dose 1 (Original, 2021).

Lu : Lumière ; CB : Cellule Basale ; TC : Tissu Conjonctif ; CP : Cellule Principale ;
SCI : Stéréocils

L'épithélium des épидидymes des lapins traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale à la dose 2, est prismatique pseudostratifié avec des cellules principales qui sont très hautes et munies de stéréocils plus grandes et un plus nombreuses que celles des animaux traités par la dose précédente, et de quelques cellules étroites éparpillées sur tous le long de l'épithélium épидидymaire (Figure 36).

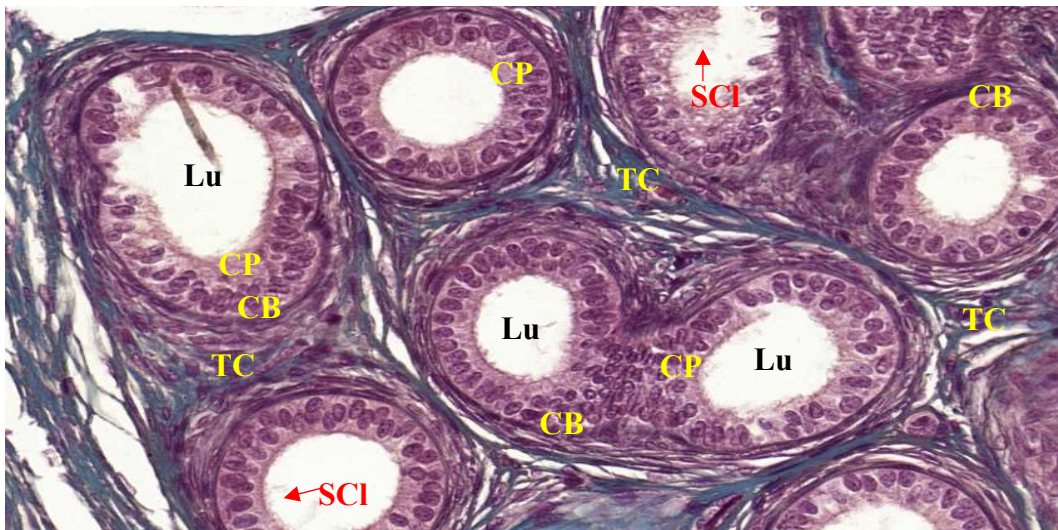


Figure 36 : Coupe histologique représentant la structure de l'épididyme d'un lapin traité par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à la dose 2 (Original, 2021).

Lu : Lumière ; CB : Cellule Basale ; TC : Tissu Conjonctif ; CP : Cellule Principale ;
SCI : Stéréocils

3. Discussion des résultats

Les résultats obtenus portent sur les modifications des paramètres macroscopiques (poids corporel, poids testiculaire et épидидymaire) et de la structure histologique des testicules et épидидymes des lapins infantiles traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale.

3.1. Paramètres macroscopiques

Ces variables macroscopiques tels que le poids corporel, le poids gonadique total et le poids gonadique relatif à 100g de poids corporel, ont été considérées comme des marqueurs de la maturité sexuelle chez divers mammifères (Schinckel et *al.*, 1983 ; Salhab et *al.*, 2001 ; Mandal et *al.*, 2004).

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, 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).

L'étude des paramètres macroscopiques (poids corporel, poids testiculaire total, poids épидидymaire total et poids gonadique relatif à 100g de poids corporel) montre des valeurs plus importantes chez les lapins traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à deux doses par rapport à celles des témoins. L'augmentation de ces paramètres macroscopiques est en corrélation positif avec la dose de l'huile essentielle de la Saugе officinale administrée.

Les résultats obtenus corroborent avec ceux obtenus par Daoud (2020) ; Korabi (2020), qui ont également constaté une augmentation des poids corporels, testiculaires et épидидymaire chez les lapins traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis*.

Les effets des deux huiles essentielles Romarin à verbenone et Saugе officinale sur les paramètres macroscopiques (poids vifs, poids total et volume) sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins (Nessah et Zaatri, 2018).

Les résultats concernant le gain de poids sont similaires à ceux des études antérieures sur la supplémentation des régimes de poulet de chair avec des huiles essentielle d'Origan, Romarin, Saugе et Lavande (Alçiçek et *al.*, 2003 ; Botsoglou et *al.*, 2004 ; Bozkurt et *al.*, 2009 ; Bozkurt et *al.*, 2012).

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

Morakinyo et *al.* (2008) suggèrent que l'augmentation du poids absolu du testicule et de l'épididyme après 28 jours de traitement par du *Zingiber* chez les rats pourrait être due à une biosynthèse accrue des androgènes induite par cette huile.

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

3.2. Paramètres microscopiques

Les variables microscopiques comme l'apparition des cellules germinales plus développées dans les tubs séminifères et épидидymaires, l'apparition de la lumière des tubes séminifères ainsi que la nature de l'épithélium épидидymaire ou encore la taille de ses cellules sont utilisées comme indicateurs de la maturité sexuelle. Ces paramètres concordent modérément avec les variables macroscopiques en donnant une information supplémentaire sur la maturité fonctionnelle des testicules et des épидидymes (Schinckel et *al.*, 1983 ; Chemes, 2001 ; Salhab et *al.*, 2001 ; Lunstra et Cundiff, 2003 ; Mandal et *al.*, 2004).

L'étude histologique du testicule des lapins infantiles traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale révèle l'apparition des premiers spermatoocytes dont le nombre est un peu plus élevé chez ceux traités par la dose 2 alors qu'elles sont absentes chez les témoins.

Cela signifie que l'huile essentielle de la Sauge officinale fait partit des huiles essentielles qui ont un fait stimulateur de la spermatogénèse au niveau du testicule tel que il a été démontré par Merabti et Sellah (2020) qui travaillaient sur l'effet de l'huile essentielle de la *Mentha Peperita* sur l'appareil de reproduction des lapins mâles.

Les changements structuraux de l'épithélium épидидymaire est bien visible chez les traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* aux deux doses par rapport aux témoins. Cela signifie que l'huile essentielle de la Sauge officinale a un effet sur la fonction de reproduction chez les lapins mâles de la population locale. Dans le même sens que comme il a été prouvé par Bensalem et Rabia (2020) sur l'effet de l'huile essentielle de la *Mentha Peperita*.

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

Des auteurs tels que Haeri et al. (2006), qui ont étudié l'effet de différentes huiles essentielles sur la fertilité des rats mâles comme l'huile essentielle de la Sarriette (*Satureja khuzestanica*), administrée par voie orale à des doses de 75, 150 et 225 mg / kg / jour pendant 45 jours, ont constaté une amélioration considérable de tous les paramètres évalués tels que la puissance, la fécondité, l'indice de fertilité et la taille de la litière.

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

Selon Viger et Robaire (1996), la régulation des fonctions de l'épithélium et de la lumière de l'épididyme est sous le contrôle des androgènes et plus particulièrement de la 5 α -dihydrotestostérone (DHT) et 5 α -androstane-3 α , 17 β -ol (3 α -diol), issus de la conversion de la testostérone, qui sont considérés comme les modulateurs principaux de différentes fonctions de l'épididyme. D'après Fan et Robaire (1998), la testostérone a une action directe dans le maintien de la morphologie des cellules principales épидидymaires et dans l'inhibition de l'apoptose.

Akdogan et al., (2004) rapportent lors de leur étude sur l'effet de l'huile essentielle de la *Mentha Peperita* sur la reproduction du rat mâle une augmentation du diamètre des tubes séminifères et que le seul effet de cette huile essentielle sur le tissu testiculaire était l'arrêt de la maturation des cellules germinales dans les tubes séminifères. Ce qui est contradictoire aux résultats obtenus dans l'étude réalisée sur l'effet de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* sur la reproduction des lapins mâles de la population locale.

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

Conclusion

Conclusion

Cette étude portant sur l'effet de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* à deux doses différentes sur les paramètres macroscopiques dont le poids corporel, le poids testiculaire et le poids épидидymaire, ainsi que sur les paramètres microscopiques dont la structure histologique testiculaire notamment les tubes séminifère et la structure histologique de l'épithélium épидидymaire chez les lapins mâles infantiles de la population locale, a permis de distinguer différents changements.

Les résultats obtenus ont permis de constater que l'huile essentielle utilisée a induit une valeur plus élevée des différents paramètres étudiés (poids corporel et poids testiculaire) chez les lapins traités par rapport aux témoins d'une part. D'autre part cette augmentation est dose dépendante de façon proportionnelle avec l'augmentation de la dose de l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* administrée.

Sur le plan histologique l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* a induit au niveau testiculaire l'apparition de quelques premiers spermatocytes chez les lapins infantiles traités par cette huile par rapport aux lapins témoins dont le nombre de ces spermatocytes augmente avec l'augmentation de la dose administrée. Ainsi que la transformation de l'épithélium épидидymaire de cubique à prismatique pseudostratifié chez respectivement les témoins et les traités avec augmentation du nombre de stéréocils et apparition de cellules basales.

De ce fait il semblerait que l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* aux deux doses utilisées a un effet positif sur le développement des testicules et l'épididyme, la spermatogenèse et la fertilité des lapins infantiles âgés de 1 mois.

Afin de compléter cette recherche, il serait de grand intérêt de réaliser d'autres études :

- Etudier les variations hormonales pour appuyer les résultats obtenus ;
- Réaliser cette étude dans un temps plus large et des doses différentes sur un effectif plus grand et à des âges distincts ;
- Etudier l'effet de l'huile essentielle sur l'axe hypothalamo-hypophysaire ;
- Renforcer cette étude par une étude histomorphométrique ;
- Etudier les effets des autres huiles essentielles ;
- Etudier l'effet de cette huile essentielle sur l'appareil reproducteur féminin ;
- Des études précliniques et des essais cliniques chez l'homme sont nécessaires pour trouver une place possible dans les thérapies des troubles de la fertilité.

Références

Bibliographiques

A

- **Abraham L. et Kierszenbaum M.D. (2002).** Histologie et biologie cellulaire : une introduction à l'anatomie pathologique. édition médicales internationales, Paris : 619-532.
- **Adamali H.I. et Hermo L. (1996).** Apical and narrow cells are distinct cell types differing in their structure, distribution, and functions in the adult rat epididymis. *J. Androl.* 17 : 208–222.
- **Adamali H.I., Somani I.H., Huang J.Q., Gravel R.A., Trasler J.M. et Hermo L. (1999).** II: characterization and development of the regional and cellular specific abnormalities in the epididymis of the mice with beta-hexosaminidase A deficiency. *J. Androl.* 20 (6) : 803-824.
- **Adiaratou T. (2001).** Étude de la phytochimie et de l'activité antipaludique de *Alchornea cordifolia Schmach (Euphobiaceae)*. Doctorat en pharmacie, Bamako (Mali) : 60p.
- **Aitken R.J., Nixon B., Lin M., Koppers A.J., Lee Y.H. et Baker M.A. (2007).** Proteomic changes in mammalian spermatozoa during epididymal maturation. *Asian J. Androl.* 9 : 554-564.
- **Akdogan M., Ozguner M., Kocak., Oncu M. et Çicek E. (2004).** Effects of pepper mint teas of plasma testosterone, follicle-stimulating hormone, and luteinizing hormone levels and testicular tissue in rats. *Urology.* 64 (2) : 394-398.
- **Alçiçek A., Bozkurt M. et Çabuk M. (2003).** The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 33 : 89-94.
- **Al-Saaidi J.A.A., Al-Khuzai A.L.D. et Al-Zobaydi N.F.H. (2009).** Effect of alcoholic extract of *Nigella sativa* on fertility in male rats. *Iraqi J. Vet. Sci., Suppl II* : 123-128.
- **Alvarino J.M.R. (1993).** Control de la reproduction en el conejo. *Mundi-Prensa* (1) : 137p.
- **Alvarino J.M.R. (2000).** Reproductive performance of male rabbits. In: *Proc. 7th World Rabbit Congr., Valencia*, vol. A : 13-35.
- **Amann R.P. (1993).** Physiology and Endocrinology. Physiology and Endocrinology. In: *McKinnon AO, VOSS JL (eds), Equine Reproduction (1ed.), Lea et Febiger eds*, Philadelphia : 1137-1154.

Références Bibliographiques

- **Aouadhi S. (2010).** Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle à étude de 57 plantes recommandées par les herboristes, mémoire de Master, à la faculté de médecine de Tunis : 76p.

B

- **Badran H.H. et Hermo L. (2002).** Expression and regulation of aquaporins 1, 8 and 9 in the testis, efferent ducts, and epididymis of adult rats and during postnatal development. *J. of androl.*, vol. 23 : 358-373.
- **Bailleul J.P. et Mauroy B. (1991).** Anatomie des testicules et voies spermatiques et des bourses, éd. *techniques E.M.Cnéphrologie-urologie*, France : 1860 p.
- **Barone R., Paveux C., Blin P.C. et Cuq P. (1973).** *Atlas d'anatomie du lapin*, Masson éditions, Paris 220p.
- **Barone R. (1976).** Anatomie comparée des Mammifères domestiques. Tome 3 : Splanchnologie 2 : Appareil uro-génital, foetus et ses annexes, *péritoine et topographie abdominale*. Paris: 896 p.
- **Barone R. (1978).** Color atlas of veterinary anatomy. *Anat.Rec.*, vol.1-2: 59-64.
- **Barone R. (1984)** .Anatomie comparée des mammifères domestique, tome 2 : Splanchnologie 1, appareil digestif, appareil respiratoire. Eds. *Vigot, Paris* (France) : 853p.
- **Barone R. (2001).** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4 : splanchnologie II. *Edition Vigot Frères*, Paris : 241-516.
- **Bell D.J. et Mitchell S. (1984).** Effects of Female Urine on Growth and Sexual Maturation in Male Rabbits. *Journal of Reproduction and Fertility*, 71 : 155-160.
- **Beltramo M., Dardente H., Cayla X. et Caraty A. (2014).** Mécanismes cellulaires et synchronisation intégrative du contrôle neuroendocrinien de la sécrétion de GnRH par la kisspeptine. *Endocrinol. moléc. et cell.*, 382 (1) : 387-399.
- **Bensalem K. et Rabia H. (2020).** Effets de l'huile essentielle de la Menthe poivrée (*Mentha piperita*) à cinq doses différentes sur la structure épидидymaire des lapins mâles infantiles de la population blanche, mémoire de Master à l'UMMTO : 65p.
- **Berchiche M. et Zerrouki N. (2000).** Reproduction des femelles de population locale: essai d'évaluation de quelques paramètres en élevage rationnelle 3ème JRPA (*conduit et performances d'élevage*).

Références Bibliographiques

- **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 follicle stimulating hormone (FSH) in plasma rabbit from birth to adulthood. Correlation with sexual and behavioural development. *Eur. J. Endocrinol.*, 99 (3) : 459-465.
- **Bessah R. et Benyoussef E.H. (2015).** La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques. *Journal of Renewable Energies*, 18 (3) : 513-528.
- **Boiti C. (2005).** Guidelines for the handling of rabbit bucks and semen. *Worl. Rabbit Sci.* 13 : 71-91.
- **Bonnafous C. (2013).** Traité scientifique Aromathérapie - Aromatologie et aromachologie édition *Dangles*.
- **Bougrow S. (2009).** Reconnaître les champignons les plante et baies sauvages, E/P/A, 410p.
- **Bouguerra A. (2012).** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire, mémoire de Magister, à l'Université Mentouri Constantine : 128p.
- **Bouhdjera K. (2005).** Contribution a l'étude chimique et biologique de deux plantes médicinales Sahariennes *Oudneya africana* R.Br. et *Aristida pungens* L, Thèse de Doctorat en Chimie Organique Appliquée, a l'Université Abou Bekr Belkaid, 2005 : 149p.
- **Boullard B. (2001).** Plantes médicinales du monde croyances et réalités, *Boeck secundair* : 636p.
- **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture chez. Edition *Association française de cuniculture*, France ; Diffusion *Lavoisier* TEC et DOC : 17-34p.
- **Bonnes G., Desclaude J., Desclaude J., Drogoul C., Gadoud R., Jussiau R., Le Loc'h A., Montémas L. et Robin G. (2005).** Reproduction des animux d'élevage. 2ème Edition *Educagri* : 407p.
- **Botsoglou N.A., Christaki E., Florou-Paneri P., Giannenas I., Papageorgiou G. et Spais A.B. (2004).** Effect of a mixture of herbal essential oils or α -tocopheryl acetate on performance parameters and oxidation of body lipid in broilers. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 34 : 52-61
- **Boyd I.L. (1985).** Effect of photoperiod and melatonin on testis development and regression in wild European rabbits. *Biol. of Repro.*, 33 : 21-29.

Références Bibliographiques

- **Bozkurt M., Küçükyılmaz K., Çatlı A.U. et Çınar M. (2009).** Effect of dietary mannan olig saccharide with or without oregano essential oil and hop exctrat supplementation on the perfomance and slaughter characteristics of male broilers. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 39 (3) : 223-232.
- **Bozkurt M., Küçükyılmaz K., Çatlı A.U., Özyıldız Z., Çınar M., Çabuk M. et Çöven F. (2012).** Influences of an essential oil mixture supplementation to corn versus wheat-based practical d ets on growth, organ size, intestinal morphology and immune response of male and female broilers. *Ital. J. Anim. Sci.* 11 : 290-297
- **Brambell F.W.R. (1944).** The reproduction of the wild rabbit, oryctolagus cuniculus. *proc. zool. Soc. lond.* 114 : 1-114.
- **Bridges N.A., Hindmorsh P.C., Pringle P.J., Matthews D.R. et Brouk C.G. (1993).** The relationship between endogenous testosterone and gonadotrophin secretion. (edition oxford) *Clin Endocrinol*, 38 : 373-378.
- **Busser. C. (1997).** Se soigner par les plantes du XIVème au XXème siècle, Université de paris et Strasbourg : 210p.

C

- **Castellini C. (2008).** Semen production and management of rabbitbuckks. *9th World. Rabbit. Congress.,Verona (Italy)* : 10-13.
- **Chemes H.E. (2001).** Infancy is not a quiescent period of testicular development. *Int. J. Andrology.* 24 : 2-7.
- **Cohen J.P., Hoffer A.P. et Rosen S. (1976).** Carbonic anhydrase localization in the epidimymis and testis of the rat: histo chemical and biochemical analysis. *Biol. Reprod.* 14 : 505-517.
- **Cooper T.G. (1998).** Interactions between epididymal secretions and spermatozoa. *J. Repro. and Fert. Suppl.*, vol 53 : 119-136.
- **Cornwall G.A., Hsia N. (2003).** A new subgroup of the family 2 cystatins. *Mol. Cell. Endocrinol*, 200 : 1-8.
- **Cuvier G., Richard A., Auguste P. et Drapiez J. (1835)** Histoire naturelle médicale et pharmaceutique, *H. Dumont* : 501p.

D

- **Dadoune J.P., Hadjisky P., Siffroi J.P. et Vendrely G. (2000).** Histologie : de la biologie à la clinique. 2ème édi. *Méd.sci. flammariion*, Paris : 960p.
- **Dadoune J.P. et Demoulin A. (2001).** Structure et fonction du testicule in Thibault C. et Levasseur M.C. (2001). La reproduction chez les mammifères et chez l'homme. *Edition INRA*, Paris : 256-289.
- **Daoud N. (2020).** Étude des effets des huiles essentielles Romarin à verbénone et Saugue officinale à deux doses différentes sur la structure épидидymaire des lapins mâles prépubères de la souche synthétique, mémoire de Master, UMMTO : 69p.
- **Dizier S.M., Chastant M.S. et coordinatrices (2014).** La reproduction animale et humaine. *Ed. Quæ, France* : 750p.
- **Dohle G.R., Smit M. et Weber R.F. (2003).** Androgens and male fertility. *World J. Urol.*, 21 (5) : 341-345.
- **Duittoz A., Prevot V., Saint-Dizier M. et Chastand M.S. (2014).** Développement neuroanatomie et fonction des neurones à Gonadotropin Releasing Hormone. In la reproduction animales et humaine. *Quæ* , France : 839 p.
- **Dym M.R., Raj H.G.M., Lin Y.C., Chemes H.E., Kotitie N.J., Nayfeh S.N. et French F.S. (1979).** Is FSH required for maintenance of spermatogenesis in adult rats? *J. Reprod. Fertil.*, vol. 1 (26) : 175-181.

E

- **Ewuola E.O. et Equinike G.N. (2010).** Effects of dietary of fumonisin B1 on the onset of puberty, semenquality, fertility rates and testicular morphology in male rabbits. *Reprod.*, 139 : 439-450.
- **EL kalamouni (2010).** Caractérisations chimiques d'extraits de plantes : 22-38.

F

- **Fabre M.C., Genin A., Merigoux J. et Moget E. (1992).** Herboristerie Familiale, Des Recettes Simples, Pour Resoudre Les Problèmes Simples : 93p.
- **Fan X. et Robaire B. (1998).** Orchidectomy induces a wave of apoptotic cell death in the epididymis. *Endocrinol.* 139 : 2128-2136.

Références Bibliographiques

- **Finzi A., Daader A., Yamani K., Soliman A. et Askar A. (2000).** Influence of chronique high relative humidity on semen quality of hot stressed bucks. *7th world Rabbit congress.*
- **Flickinger C.J., Howards S.S. et English H.F. (1978).** Ultrastructural differences in efferent ducts and several regions of the epididymis of the hamster. *Am. J. Anat.* 152 : 557-585.
- **Fortun-Lamothe L., Theau-Clément M., Combes S., Allain D., Lebas F., Le Normand B. et Gidenne T. (2015).** Chapitre 2 : Physiologie. In Gidenne T., *Le Lapin; de la biologie à l'élevage.* Editions *Quæ*, Versailles (France) : 39-83.
- **Frend R., Bogerd J., França L. et Vilela D.A.R. (1973).** La fonction reproductive masculine. *Organisation de la Santé, Genève, vol. 520* : 6-11.
- **Frolich A. (1948).** Some factors affecting semen production in rabbits. *primo. Congo intern. fisiopat. h.iprod. animal fecond. artif., milano* : 173p

G

- **Gabe M. (1968).** Techniques Histologiques. *Massie e Cie*, Paris : 1113 p.
- **Gaddum P. (1968).** Sperm maturation in male reproductive tract - development of motility. *Anatom. rec.*, 161 (4) : 471-482.
- **Garcia-Tomas M., Sanchez J. et Piles M. (2009).** Post-natal sexual development of testis and epididymis in the rabbit: variability and relationships among macroscopic and microscopic markers. *Animal Reproduction*, 110 : 347-355.
- **Gayrard V. (2007).** Physiologie de la reproduction des mammifères : 97p.
- **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.
- **Grasse P.P. (1949).** Traité de zoologie Anatomie, Systématique, Biologie. Paris : *Editon Masson et Cie.* : 979p.

H

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

Références Bibliographiques

- **Hamilton D.W. (1975).** Structure and function of the epithelium lining the ductuli efferentes, ductus epididymis, and ductus deferens in the rat. *In R.O. Geep et E.B. Astwood (éd). Handbook of physiology, Section 7, Volume 5. Washington, DC: American Physiology Society : 259-301.*
- **Hammoud G.I., Koivisto M., Kouvalainen K. et Vinko R. (1997).** Serum steroids and pituitary hormones in infants with particular reference to testicular activity. *Journal Clin Endocrinol Metab*, 49 : 49-45, 420p.
- **Hamon R., Thepot N. et Salaun G. (1999).** Biologie de la reproduction des mammifères d'élevage. *Editions Educagri : 132p.*
- **Hans D. et Kothe W. (2007).** 1000 Plantes aromatiques et médicinales, *Terres Edition : 336p.*
- **Hancock A.D., Robertson D.M. et Kretser D.M. (1992).** Inhibin and inhibin alpha-chain precursors are produced by immature rat Sertoli cells in culture. *Bio. Reprod.*, 46 : 155-161.
- **Hazard J. et Perlemuter L. (2000).** Endocrinologie, Abrégé. *Edition Masson, Paris : 363-375.*
- **Hermo L. et Robaire B. (1988).** Efferent ducts, epididymis and vas deferens: structure functions, and thier regulation. *In: knobil E., Neill J.(éd.). The physiology of Reproduction*, New York : 1085p.
- **Hermo L., Adamali H. I. et Andonian S. (2000).** Immunolocalization of CA II and H⁺ V-ATPase in epithelial cells of the mouse and rat epididymis. *J. Androl*, 21 : 376-391.
- **Hermo L. et Robaire B. (2002).** Epididymal cell types and their functions; Dans : The Epididymis: From Molecules to Clinical Practice. *Kluwer Academic/Plenum.*, 42 : 81–102.
- **Hermo L., Chong D.L., Moffatt P., Sly W.S., Waheed A. et Smith C.E. (2005).** Region and cell-specific differences in the distribution of carbonic anhydrases II, III, XII, and XIV in the adult rat epididymis. *J. Histochem. Cytochem.*, 53 : 699–713.
- **Hinton B.T. et Palladino M.A. (1995).** Epididymal epithelium : its contribution to the formation of a luminal fluid microenvironment. *Microsc. Res. Tech.* 30 : 67–81.

Références Bibliographiques

- **Hippolyte I., Allain P., Pellecier J. (1993).** Variation de la teneur de certain composés de l'huile essentielle de la Sauge (*Salvia officinalis* L.) en fonction de divers états physiologiques huile essentielles, biochimie, *Salvia officinalis*, micropropagation, vitroplant, terpène, société botanique de France. *Acta. Bot. Gall. Ball. Soc. Bot. Fr (1904). Tome140- fascicule 2* : 225-225.
- **Hiroe K. et Tomizuka T. (1965).** Effets d'un environnement à température élevée sur la production de sperme chez les animaux domestiques. (jap) - *bulletin of the national Institute of animal industry*, Japan, 9 : 27-3s.
- **Ho H.C. et Suarez S.S. (2001).** Hyperactivation of mammalian spermatozoa: function and regulation. *Reprod.*, 722 : 519-526.
- **Hochereau De Reviers M.T.H. et Royere D. (1996).** Anatomie fonctionnelle du testicule adulte in Drosdowsky M.A., Belaisch J. et Vermeulen A. *Endocrinol. Mascul. Edition Doin*, Paris : 35-46.
- **Hoffer A.P., Hamilton D.W. et Fawcett D.W. (1973).** The ultrastructure of the principal cells and intraepithelial leucocytes in the initial segment of the rat epididymis. *Anat. Rec.* 175 : 169-201.
- **Holtz W. et Foot R.H. (1978).** The Anatomy of the reproductive system in male Dutch Rabbits (*Oryctulus cuniculus*) with special emphasis on the accessory sex glands. *J. Morph.* 58 : 1-20.

J

- **Jardin A. et De Fourmestraux N. (1984).** In Mauvais-Jarvis P. Médecine de la reproduction masculine. *Edition Flammarion Med. Sci.* : 15-23.
- **Joly T. et Theau-Clément M. (2000).** Reproduction et physiologie de la reproduction. 7^{ème} Congrès mondial de cuniculture. *A.S.F.C. Valencia "Ombres et Lumières"* : 19-24.
- **Jones R., Hamilton D.W. et Fawcett D.W. (1979).** Morphology of the epithelium of the extratesticular rete testis, ductuli efferentes and ductus epididymidis of the adult male rabbit. *Am. J. Anat.* 156 : 373-400.
- **Junqueira L.C. et Carneiro J. (2007).** Basic histology. 11th ed. Copyright © The Mc Grow hill companies, Chikago : 260-265.

K

- **Kasa I.W. et Thwaites C.J. (1992).** Semen quality in bucks exposed to 34°C for 8h on either 1 or 5 days. *J. App. Rabbit Res.* 15 : 500-568.

Références Bibliographiques

- **Kammerer M., Leclerc S. et Poncet A. (2012).** 100 Intoxications chez les animaux de compagnie. *Edition Maloine*, Paris : 986 p.
- **Korabi K. (2020)** Etude des effets des huiles essentielles *Salvia officinalis* et *Mentha peperita* à deux doses différentes sur la structure des épидидymes des lapins mâles pré pubères (3 mois) de la souche synthétique, mémoire de Master à l'UMMTO : 95p.

L

- **Lakabi L. (2017).** Etude du développement postnatal des structures testiculaire et épидидymaire du lapin mâle de la population blanche et qualité de la semence. *Thèse de Doctorat* université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou : 161p.
- **Lampiao F. (2013).** Les effets anti-fertilité d'*Acacia nilotica* chez les rats mâles Wistar. *J. de Reprod. Infer.*, vol. 14 (1) : 39-42.
- **Lardry J.M. et Haberkorn V. (2007).** L'aromathérapie et les huiles essentielles *Kinésithérapie, la revue*, 2007, vol. 7, no 61 : 14-17.
- **Lebas F., Coudert P., Rouvier R. et Rochambeau H. (1984).** Le lapin : élevage et pathologie *édition FAO*, Rome : 1984-298.
- **Lebas F., Coudert P. et De Rochambeau H. (1990).** Le lapin : élevage et pathologie. *Collection F.A.O : production et santé animale* : 210p.
- **Lebas F. Coudert P. De Rochambeau H. et Thebaut R.G. (1996).** Le Lapin, Elvage et Phathologie (nouvelle édition révisée). *FAO éditeur*, Rome : 227p.
- **Lebas F. (1996).** Reproduction and reproduction physiology, Genetics and selection, General physiology, Ethology and welfare. Proceedings of the 6th World Rabbit Congress, *AFC Edition. Lempdes*, Toulouse France, vol. 2 : (France) : 440p.
- **Lebas F. (2009).** Biologie du lapin. Sous chapitre 7.2. Reproduction du mâle. [Lapin & Cuniculture : index biologie.](#)
- **Le Moigne A. et Foucrier J. (2009).** Biologie du développement. 7^{ème} Edition. DUNOD Inc. : 416p.
- **Lin T., Calkins J.K., Morris P.L., Vale W. et Bardin C.W. (1989).** Regulation of Leydig cell function in primary culture by inhibin and activin. *Endocrinol.* 125 (4) : 2134-40.
- **Little T.V. et Holyoak G.R. (1992).** Reproductive anatomy and physiology of the stallion. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, 8 (1) : 1-29.

- **Lunstra D.D. et Cundiff L.V. (2003).** Growth and pubertal development in Brahman, Boran, Tuli, Belgian Blue, Hereford and Angus sired F1 bulls. *J. Anim. Sci.* 81 (6) : 1414- 1426.
- **Luzi F., Meartens L., Mijten P. et Pizzi F. (1996).** Effect of feeding level and dietary protein content on libido and semen characteristics of bucks. 6th world Rabbit Congress. Toulouse (France).

M

- **Maksinovic M., Danijela V., Mladen M., Sebaheta A et Sonja S.Y. (2007).** Effet of the environmental condition on essential oil profil in twodinaricsalviaspecies : *Salvia brachydonvandas and Salvia officinalis L. Bioch. System. and Ecol.*, 35 : 473-478.
- **Marieb E.N. (1999).** Anatomie et physiologie humaines 2ème édition *DeBoeck université*, France : 1014p.
- **Marieb E.N. (2006).** Anatomie et physiologie humaines. 6ème édition *renouveau pédagogique*, France : 1096p.
- **Martine A. (2009).** Histologie embryologie, biologie de la reproduction cytogénétique et génétique médicale, in exploration de la fonction de reproductionversant masculin, Edition *BIOFORMA*, Paris : 217p.
- **Martinez-Garcia F., Regadera J., Cobo P., Palacios J., Paniagua R. et Nista I.M. (1995).** The apical mitochondria-rich cells of the mammalien epididymis. *Andrologia*, 27 : 199-206.
- **Martinet L. (1973).** Quelques aspects de la physiologie de la reproduction du lapin. Conférence, *Session ITAVI, Toulouse*.
- **Marthin H.J. et Barryn J.E. (2001).** Reproduction. Edition, *DeBoeck Université*, Paris : 298p.
- **Martoja R. et Martoja M. (1967).** Initiation aux techniques de l'histologie animale. Edition *Masson et cie*, Paris : 343p.
- **Mandal D.K., Singh K. et Tyagi S. (2004).** Age related changes in body size and gonadal development of growing Friestwal bulls. *Indian J. Anim. Sci.* 74 (1) : 31-34.
- **Merabti A. et Sellah D. (2020).** Effet de l'huile essentiel de *Mentha peperita* à différentes doses sur les structures testiculaires chez les lapins mâles infantiles de la population blanche, *mémoire de Master à l'UMMTO* : 68p.

Références Bibliographiques

- **Micol D., Robelin J. et Geay Y. (1993).** Composition corporelle et caractéristique biologiques des muscles chez les bovins en croissance et à l’engrais. *INRA Prod. Anim.*, 6(1) : 61-69.
- **Migaud M., Dardente H., Keller M., Batailler M., Meurisse M. et Pillon-Ricaud D. (2016).** Contrôle neuroendocrinien de la reproduction chez les mammifères. *INRA Prod. Anim.*, Paris, 29 (4) : 255-266.
- **Moore H.P. et Kelly R.B. (1985).** Secretory protein targeting in a pituitary cell line: differential transport of foreign secretory proteins to distinct secretory pathways. *J. Cell. Biol.* 101 : 1773-1781.
- **Morakinyo A.O., Adeniyi O.S. et AriKawe A.P. (2008).** Effects of Zingiber Officinale on r productive functions in the male rat. *J. biomed. research*, Vol II : 329-334.
- **Muller Y. et Clos J. (1997).** La reproduction (Gonades, gamètes et fécondation). Edition *Nathan*, Paris : 9-31.
- **Mukai C. et Okuno M. (2004).** Glycolysis plays a major role for adenosine triphosphate supplementation in mouse sperm flagellar movement. *Biol. Reprod.*, 71 : 540-547.

N

- **Nessah N. et Zaatri S. (2018).** Etude préliminaire sur les effets des huiles essentielles (Romarin à verbénone et Saugue officinale) sur la structure des testicules et épидидymes des lapins mâles âgés de 3 mois pré pubère de la souche synthétique. Mémoire fin d’étude pour l’obtention du Master, option biologie et physiologie de la reproduction. université UMMTO : 65p.
- **Nguyen S.Y. et Bourouina R. (2008).** Manuel d'anatomie et de physiologie : Les fondamentaux. *Editions Lamarre*, Paris : 421p.
- **Noblanc A., Kocer A. et Drevet J.R. (2012).** Le rôle de l’épididyme. *Méd. Sci.*, 28 : 519-25.
- **Nozhat F., Alae S., Behzadi K. et Chegini N.A. (2014).** Evaluation of possible toxic effects of spearmint (*Mentha spicata*) on the reproductive system, fertility and number of offspring in adult male rats. *Avicenna journal of phytomedicine*, 4 (6) : 420–429.

O

Références Bibliographiques

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

P

- **Pinilla L., Aguilar E., Dieguez C., Millar R.P. et Tena-Sempere M. (2012).** Kisspeptines et reproduction : rôles physiologiques et mécanismes de régulation. *Rev. physio.*, 92 (3) : 1235-1316.
- **Piles M., Gianola D., Varona L. et Blasco A. (2003).** Bayesian inference about parameters of a longitudinal trajectory when selection operates on a correlated trait. *J. Anim. Sci.*, 81 : 2714–24.
- **Pollanen P. et Cooper T.G. (1994).** Immunology of the testicular excurrent ducts. *J. Reprod. Immunol.*, 26 : 167-216.
- **Pons-Rejraji H. et Drevet J. (2004).** Secretions apocrines dans le tractus genital male : Roles potentiels dans la maturation des gametes. *Androl.*, 14 : 22-33.

R

- **Ramé A., Sylvie T. et Héron N. (2007).** Anatomie et physiologie. *Elsevier Masson SAS*, Paris : 592 p.
- **Ramos A.S.Jr. et Dym M. (1977).** Fine structure of the monkey epididymis. *Am. J. Anat.*, 149 : 501-531.
- **Reguez S., Daami-Remadi M., Chaieb I., Laarif A. et Hamrouni I. (2013).** Composition Chimique, Activité Antifongique et Activité Insecticide de l'Huile Essentielle de *Salvia officinalis*. *Tunisian Journal of Medicinal Plants and Natural Products (TJMPNP)*, vol. 9 : 65-76.
- **Ristic D. et Brkic N.T. (1999).** Zalfija *Salvia officinalis* L., Bric D (ed) *institutue for medicinal plants Josif Panacic*. Belgrade and Art Grafik Belgrad : 151-167.
- **Robaire B. et Hermo L. (1988).** Efferent ducts, epididymis, and vas deferens: structure, functions, and their regulation. In the *Physiologie of Reproduction*. Edition *Knobil E. et Neill, J. Rav. Pres.*, New-York : 999-1080.
- **Robaire B. et Viger R.S. (1995).** Regulation of epididymal epithelial cell functions. *Biol. Reprod.*, vol. 52 : 226-236.

Références Bibliographiques

- **Robaire B., Jervis K.M. et Ezer N. (2003).** Cell Dynamics and Cell Death in the Epididymal Epithelium. In: Hinton B.T. et Turner T.T. Third International Conference on the Epididymis. Edition *The Van Doren Company, Charlottesville, Virginia, USA* : 35-49
- **Robaire B., Hinton B.T. et Orgebin-Crist M.C. (2006).** The epididymis. Edition Neill J.D., *Physiol. of Reprod*, New York : 1071-1148.
- **Robert C. et Vincent P. (1995).** Biologie physiologie humaine. Edition *Vuibert*. Paris : 700p.
- **Roger T. (2002).** Anatomie comparée des Animaux de Laboratoire. Edition *Méd. Sci. Flammarion*, Lyon : 200p.
- **Roser J.F. (2008).** Regulation of testicular function in the stallion: an intricate network of endocrine, paracrine and autocrine systems. *Anim. Reprod. Sci.*, 107 (3-4) : 179-96.
- **Roustan A. (1992).** L'amélioration génétique en France: le contexte et les acteurs. Le lapin. *Prod. Anim.*, France : 45-47.
- **Rowley M.J., Teshima F. et Heller C.G. (1970).** Duration of transit of spermatozoa through the human male ductular system. *Fertil. Steril.*, 21 : 390-396.

S

- **Sabbagh M. (1983).** Etude de la sexualité et de la reproduction du lapin domestique *Oryctolagus cuniculus* à des températures élevées en corrélation avec la régulation thermique, le comportement alimentaire et le fonctionnement thyroïdien et surrénalien en période d'adaptation au stress thermique. *Thèse de Doctorat Vétérinaire*, Université de DAKAR, *Ecole inter-états des Sciences et Vétérinaires* : 113p.
- **Salhab S.A., Zarkawi M., Wardeh M.F., Al-Masri M.R. et Kassem R. (2001).** Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, bodyweight and parental size in growing ram lambs. *Small Ruminant Res.*, 40 : 187-191.
- **Saez J.M. (1994).** Leydig cells: endocrine, paracrine régulation. *Endocr. Rev.*, 15 (5) : 547-626.
- **Schinckel A., Johnson R.K., Pumfrey R.A. et Zimmerman D.R. (1983).** Testicular growth in boars of different genetic lines and its relationship to reproductive performance. *J. Anim. Sci.*, 56 (5) : 1065-1076.

Références Bibliographiques

- **Schulz R.W., Menting S., Bogerd J., França L.R. et Vilela D.A.R. (2005).** Sertoli cell proliferation in adult testi evidence from two fish species belonging to different orders. *Biol.Reprod.*, 73 : 891-898.
- **Seiler P., Cooper T.G. et Nieschlag E. (2000).** Sperm number and condition affect the number of basal cells and their expression of macrophage antigen in the murine epididymis. *Int. J. Androl.*, 23 : 65-76.
- **Serre V. et Robaire B. (1999).** Distribution of immune cells in the epididymis of the aging Brown Norway rat is segment specific and related to the luminal content. *Biol. Reprod.*, 61 : 705-714.
- **Setchell B.P. et Brooks D.E. (1988).** Anatomy, vasculature, innervation and fluids of the male reproductive tract. Edition *E. Knobil et J. Neil. The physiology of Reproduction. Raven. Press. Ltd.*, New York : 753-836.
- **Setchell B.P., Maddocks S. et Brooks D.E. (1994).** Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. *The physiology of reproduction* : 1063-1175.
- **Shérif M., Sibghatullah S., Sree H. et Mueen A. (2013).** Sensibility of male rats fertility against olive oil, *Nigella sativa* oil and pomegranate extract. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, 3 (7) : 563-8.
- **Sherwood L. et Ectors F. (2015).** Physiologie humaine. 3e édition. Louvain-la-Neuve. Edition *De Boeck*. USA : 746p.
- **Siffroi J.P. (2001).** L'appareil génital masculin. Service d'Histologie, Biologie de la Reproduction et Cytogénétique Hôpital. Edition *Teno*. France : 1-45.
- **Skinner J.D. (1967).** Puberty in the male rabbit (Brief communication). *J. Reprod. Fert.*, 14 : 151-154.
- **Smith E.F. et Wargo M.J. (2003).** L'asymétrie de l'appareil central définit l'emplacement du glissement des microtubules actifs dans les flagelles de *Chlamydomonas*. *Actes de l'Acad. nationale des sci.*, 100 (1) : 137-142.
- **Soranzo L., Dadoune J.P. et Fain-Maurel M.A. (1982).** Segmentation of the epididymal duct in mouse : an ultrastructural study. *Reprod. Nutr. Dev.*, 22 : 999-1012.
- **Sullivan R., Frenette G. et Legare C. (2005).** Sécrétions apocrines et glandes annexes. *Endrol.*, 15 (1) : 35-40.

T

- **Theau-Clément M. (1994).** Etude de quelques facteurs de variation de la fertilité des femelles et de la production de semence des mâles, pour le développement de l'insémination artificielle chez le lapin : *Oryctolagus cuniculus*. *Thèse d'ingénieur*, école nationale supérieure agronomique de Toulouse (France) : 103p.
- **Theau-Clément M. (2005).** Préparation de la lapine à l'insémination : analyse bibliographique. *11ème journées de la recherche cunicole*, Paris (France) : 67-82.
- **Theau-Clément M., Sanchez A., Duzert R., Saleil G. et Brun J.M. (2009).** Etude de facteurs de variation de production spermatique chez le lapin. *13ème journée de la recherche cunicole*. Edition le Mans, France.
- **Thibault C. (2001).** La reproduction chez les mammifères et l'homme. Edition *Ellipses* : 936 p.
- **Thibault C. et Levasseur M.C. (2001).** La reproduction chez les mammifères et l'homme. Edition *Quae* (Paris) : 940p.
- **Tilbrook A.J. et Clarke I.J. (2001).** Negative feedback regulation of the secretion and actions of gonadotrophin-regulating hormone in males. *Biol. Reprod.*, 64 (3) : 735-742.
- **Tortora G.J., Grabowski S.R. et Parent J.C. (1995).** Biologie humaine Cytogénétique régulation reproduction. Edition *CEC, collégial et universitaire* : 311-322.
- **Tortora G. et Derrickson B. (2007).** Introduction to the human body, the essentials of anatomy and physiology. *John Willey and Sons*, New York : 728 p
- **Trasler J.M., Hermo L. et Robaire B. (1988).** Morphological changes in the testis and epididymis of rats treated with cyclophosphamide: a quantitative approach. *Biol. Reprod.*, 38 : 463-479.
- **Turner R.M. (2003).** Tales from the tail: what do we really know about sperm motility? *J. Androl.*, 24 (6) : 790-803.

V

- **Vacheret N. (1999).** Histologie fonctionnelle des organes. *Faculté de Médecine. Laennec*. Université Claude Bernard, Lyon 1, France : 1-4.
- **Van Nguyen T. (2007).** La sénescence cellulaire induite par des dommages à l'ADN est suffisante pour supprimer la tumorigenèse : un modèle murin. *Le journal de médecine expérimentale* 204 (6) : 1453-1460.

Références Bibliographiques

- **Vele H. (2015).** Valorisation officinale des huiles essentielles autorisées dans les phytomédicaments : 39p.
- **Verbois S. (2003).** Plantes et herbes aromatique saveurs et vertus. Edition *Fernande Lanore*. France : 234p.
- **Veri J.P., Hermo L. et Robaire B. (1993).** Immunocytochemical localization of the Yf subunit of glutathione S-transferase P shows regional variation in the staining of epithelial cells of the testis, efferent ducts, and epididymis of the male rat. *J. Androl.* Department of Anatomy & Cell Biology, McGill University, Montreal, Quebec, Canada, 14 : 23-44.
- **Vézinhet A. (1968).** Effets de l'hypophysectomie sur la croissance pondérale du lapin. *Acad. Sci. Ser., vol. 266* : 2348-2351.
- **Viger R.S. et Robaire B. (1996).** The mRNAs for the steroid 5alpha-reductase isozymes, types 1 and 2, are differentially regulated in the rat epididymis. *J. of Androl., vol. 17* : 27-34.

W

- **Welsch U. (2002).** Précis d'histologie. Cytologie, Histologie, Anatomie Microscopique : Edition *Médicales internationales*. Tournai (Belgique) : 597p.
- **Widmaier H., Raff K. et Strang T. (2009).** Physiologie humaine. Edition *maloine*. Paris : 703p.
- **Wosnitzer M.S. et Paduch D.A. (2013).** Endocrinological issues and hormonal manipulation in children and men with Klinefelter syndrome. *Am. J. Med. Genet. Semin.*, 163 (1) : 16-26.
- **Wrobel K.H. (1990).** Male reproduction system. In : *Textbook of Veterinary Histology*, 2ème Edition : 226-243.

Y

- **Ying S.Y. (1988).** Inhibins, activins, and follistatins: gonadal proteins modulating the secretion of follicle stimulating-hormone. *Endo. Rev.*, 9 : 267-293.

Annexes

ANNEXES

Annexe 1 : Fiches techniques d'histologie

Fiche technique N° 1

Bouin hollandaise (fixateur) (Gabe, 1968) :

Broyer à froid dans un mortier :

Acétate de cuivre 2,5 g.

Eau distillée 100 ml.

Agiter puis ajouter peu à peu :

Acide picrique 4 g.

Le liquide se conserve indéfiniment.

Filter après complète dissolution et ajouter :

Formaldéhyde 36-40% (en solution saturée).

..... 10ml.

Acide acétique cristallisable 1 ml.

Fiche technique N° 2 :

Eau gélatinée de Masson (Martoja, 1967) :

Gélatine en poudre 0,1 à 0,5g

Eau distillée 100 ml

Verser la poudre dans l'eau distillée et laisser gonfler pendant un moment puis tiédir sur une platine chauffante.

Conservation limitée.

Fiche technique N° 3 :

Trichrome de Masson (Martoja, 1967) :

Mode opératoire :

Les coupes déparaffinées hydratées passent successivement dans :

L'hématoxyline de Groat 3 minutes.

Lavage à l'eau courante 5 minutes.

Mélange fuchsine ponceau 5 minutes.

Eau acétifiée à 1% Rinçage.

Orange G 5 minutes.

Eau acétifiée à 1% Rinçage.

Vert lumière 5 minutes.

Eau acétifiée à 1% Rinçage.

Ensuite les coupes sont déshydratées et montées au baume de Canada.

Résultats :

Les noyaux sont colorés en brun noir.

Les cytoplasmes en rouge vif ou bleu.

Hématoxyline de Groat (Martoja, 1967) :

Préparation à froid :

Première solution : Acide sulfurique concentré 0,8 ml

Alun de fer 1 g

Eau distillée 50 ml

Deuxième solution :

Hématoxyline 0,5 g

Alcool à 95° 50 ml

Après dissolution, mélanger les deux solutions, laisser reposer pendant une heure et filtrer.

Se conserve pendant trois mois environ.

Mélange fuchsine acide ponceau (Martoja, 1967) :

Préparation à froid :

Fuchsine acide 0,1 g

Ponceau 0,2 g

Eau distillée 300 ml

Après dissolution ajouter :

Acide acétique 0,6 m

Conservation illimitée

Orange G (Martoja, 1967) :

Acide phosphomolybdique ou

phosphotungstique 3 à 5 g

Eau distillée 100 ml

Orange G 2g

Conservation illimitée

Vert lumière (Martoja, 1967) :

Vert lumière 1g

Eau distillée 100 ml

Acide acétique 0,2 ml

Conservation illimitée

Résumé

Ce travail a pour but d'étudier les effets de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* à deux doses différentes sur les paramètres macroscopiques (poids corporel et poids gonadiques) et sur les paramètres microscopiques (structure histologique des testicules et épидидymes) des lapins mâles infantiles appartenant à la population locale. Cette étude est menée sur 15 lapins répartis en 3 lots dont 1 lot témoins et 2 lots traités par cette huile essentielle à 200 et 400µl/Kg. Ces animaux ont été pesés puis traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale par voie oral en une prise unique. Une semaine après l'administration de l'huile, les lapins ont été sacrifiés et les gonades sont prélevées, pesés et fixés pour effectuer l'étude histologique. Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques (poids corporel, poids testiculaire et poids épидидymaire) sont plus élevés chez les lapins traités par l'huile essentielle de la *Salvia officinalis* par rapport aux témoins, dont ceux traités à la dose 2 (400µl/Kg) présente des valeurs plus importantes que ceux traité à la dose 1 (200µl/Kg). Sur le plan histologique, cette huile a induit l'apparition des premiers spermatoocytes dans les tubes séminifères des lapins traités par rapport aux témoins, dont le nombre augmente proportionnellement à la dose administrée. Au niveau épидидymaire, cette huile a induit la mise en place d'un épithélium prismatique pseudostratifié alors qu'il est cubique chez les témoins, cet épithélium est plus développé avec l'apparition des stéréocils plus nombreuses chez le lot traité à la dose 2 par rapport aux animaux du lot traités par la dose 1. De ce fait, il semblerait que l'huile essentielle utilisée aux deux différentes doses a un effet positif sur la structure des testicules, des épидидymes, la spermatogenèse et la fertilité des lapins mâles infantiles de la population locale.

Mots clés : huile essentielle, *Salvia officinalis*, testicule, épидидyme, lapin mâle infantile, reproduction.

Abstract

This work aims to study the effects of the essential oil of *Salvia officinalis* at two different doses on the macroscopic parameters (body weight and gonadal weight) and on the microscopic parameters (histological structure of the testes and epididymis) of infantile male rabbits. belonging to the local population. This study is carried out on 15 rabbits divided into 3 batches including 1 control batch and 2 batches treated with this essential oil at 200 and 400 µl / Kg. These animals were weighed and then treated with the essential oil of officinal sage orally in a single dose. One week after the administration of the oil, the rabbits were sacrificed and the gonads are removed, weighed and fixed for histological study. The results obtained show that the macroscopic parameters (body weight, testicular weight and epididymal weight) are higher in rabbits treated with *Salvia officinalis* essential oil compared to controls, including those treated with dose 2 (400µl / Kg) has higher values than those treated at dose 1 (200µl / Kg). Histologically, this oil induced the appearance of the first spermatoocytes in the seminiferous tubules of the treated rabbits compared to the controls, the number of which increases in proportion to the dose administered. At the epididymal level, this oil induced the establishment of a pseudostratified prismatic epithelium while it is cubic in the witnesses, this epithelium is more developed with the appearance of more stereocilia in the batch treated at dose 2 by compared to the animals of the batch treated with dose 1. As a result, it would appear that the essential oil used at the two different doses has a positive effect on the structure of the testes, epididymis, spermatogenesis and fertility of infantile male rabbits of the local population.

Key words: essential oil, *Salvia officinalis*, testis, epididymis, infant male rabbit, reproduction.