

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



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

Spécialité : Biologie et Physiologie de la Reproduction

Thème

Etude des effets de l'huile essentielle de la sauge (*Salvia officinalis* L.) sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins mâles prépubères de la population synthétique.

Présenté par :

M^{elle} AIT YAHIA Rima

M^{elle} AIT AHMED LARBI Fella

Soutenu devant le jury composé de :

Président : M^r. Kheddache A.

Maître de conférences B UMMTO

Promotrice : M^{me} LAKABI L.

Maître de conférences A UMMTO

Co-promotrice : M^{me} AKDADER S.

Maître de conférences B UMMTO

Examinatrice : M^{lle} CHOUGAR S.

Maitre de conférences B UMMTO

2021 /2022



Remerciements



On remercie Allah. Grand et miséricordieux, Le tout puissant pour le courage qu'il nous a donné pour mener ce travail à terme.

On tient à exprimer nos sincères remerciements et profond respect

À :

- *Notre promotrice Mme. LAKABI-AHMANACHE L. Maître de conférences classe A à l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou qui nous a fait l'honneur d'accepter de nous diriger tout au long de notre travail, pour sa patience, son aide, sa disponibilité, sa gentillesse et surtout ses judicieux conseils.*
- *Monsieur le président : Kheddach A . Maître de conférences classe B à l'UMMTO.*
- *Notre examinatrice: M^{lle} CHOUGARS. maitre assistante classe B à l'UMMTO.*





Dédicaces

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.
À celle qui m'a donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je
peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et reconnaissance que je te porte.*

*En témoignage, je t'offre ce modeste travail afin de te remercier pour tes
sacrifices et l'affection dont tu m'as toujours entourée. Que dieu te préserve et te
procure santé et longue vie ma chère Maman « **Ouiza** »*

*À celui qui m'a toujours appris comment réfléchir avant d'agir, a celui qui m'a
soutenu tout au long de ma vie scolaire, a celui qui n'a jamais épargné un effort
pour mon bien. Que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie mon cher
Papa « **Kamel** »*

*À mes deux chers frères **Walid** et **Malek***

*Qui ont toujours crû en moi merci pour votre soutien, présence et encouragement
dans tout ce que je voulais faire*

*À tous les membres de ma famille et toutes personnes qui portent
Le nom **AIT YAHIA** et **ABBASSENE***

*À ma chère amie sœur et binôme **Fella** pour tous ses efforts, sa patience
persévérance qui a permet de réaliser ce travail merci pour tout.*

*À tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont soutenu ou aidé durant la
réalisation de ce travail*

Rima





Dédicaces

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.
À celle qui m'a donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je
peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et reconnaissance que je te porte.*

*En témoignage, je t'offre ce modeste travail afin de te remercier pour tes
sacrifices et l'affection dont tu m'as toujours entourée. Que dieu te préserve et te
procure santé et longue vie ma chère Maman « **HOURIA** »*

*À celui qui m'a toujours appris comment réfléchir avant d'agir, a celui qui m'a
soutenu tout au long de ma vie scolaire, a celui qui n'a jamais épargné un effort
pour mon bien. Que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie mon cher
Papa « **SAID** »*

*A mes très chers frères et beau frères (Hmidou, Krimou, Abdnour, Adel, Khaled,
Mohamed) qui ont toujours cru en moi merci de m'avoir toujours soutenue dans
ce que je voulais faire, Avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite*

*A mes très chères sœurs (Tessa, Kenza, Katia, Selma, Rima) qui m'ont toujours
encouragé et soutenu dans les moments les plus durs, je vous souhaite une vie
pleine de bonheur et de succès et que dieu, le tout puissant, vous protège et vous
garde.*

A ma meilleure amie et binôme que j'aime trop (Rima).

A mes nièces Léa et Emma ainsi que mon neveu Adam.



Fella

Sommaire

Introduction

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Rappels anatomo-histologie de l'appareil reproducteur mâle du lapin

1. Anatomie de l'appareil reproducteur mâle	02
1.1. Anatomie et histologie du testicule	03
1.1.1. Anatomie du testicule.	03
1.1.2. Histologie du testicule	03
1.1.2.1. Tissus interstitiel	04
1.1.2.2. Tubes séminifère	04
1.1.2.3. Cellules de Leydig.....	05
1.1.2.4. Cellules de Sertoli	05
1.1.2.5. Cellules germinales.	07
1.1.2.6. Liquides des compartiments intratesticulaires	08
1.1.3. Vascularisation et innervation du testicule.	08
1.2. Anatomie et histologie de l'épididyme	10
1.2.1. Anatomie de l'épididyme	10
1.2.2. Histologie de l'épididyme	11
1.2.2.1. Cellules principales	11
1.2.2.3. Cellules basales	12
1.2.2.4. Cellules en halo	13
1.2.2.5. Cellules claires	13
1.2.2.6. Cellules apicales	13

Sommaire

Chapitre II : Physiologie de la Reproduction

1. Développement des gonades et puberté	14
2. Développement pondéral.....	15
3. Développement comportemental.....	16
4. Maturation sexuelle	16
4.1. Phase infantile	16
4.2. Phase prépubère.....	16
4.3. Puberté	17
4.4. Maturité sexuelle	17
5. Fonctions physiologiques du testicule	17
5.1. Spermatogenèse	17
5.1.1.Spermatocytogenèse....	18
5.1.2. Méiose	18
5.1.3. Spermiogénèse	19
5.2. Stéroïdogenèse	19
6. Fonctions physiologiques de l'épididyme.....	21
6.1. Maturation des spermatozoïdes	21
6.2. Acquisition de la motilité	22
6.3. Protection.	22
6.4. Stockage	22
7. Mode de sécrétion de l'épididyme..	22
7.1. Sécrétion mérocrine	22
7.2. Sécrétion apocrine	23
8. Régulation endocrinienne de la fonction de reproduction chez les lapins	24
8.1. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule	24
8.2. Régulation des fonctions de l'épithélium épididymaire.....	26
9. Influence des facteurs de l'environnement sur la reproduction des lapins.....	26
9.1. Température	27
9.2. Saison	27
9.3. Eclairage	27
9.4. Humidité (l'hygrométrie)	27
9.5. Alimentation.....	28

Sommaire

9.6. Age	28
9.7. Etat sanitaire	28

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Matériel biologique	29
1.1. Model expérimental	29
1.2. Huile essentielle la Sauge officinale (Salvia Officinales)	30
1.3 Autres Matériels	31
2. Expérimentation	32
3. Etude histologique.....	35
3.1. Fixation.....	35
3.2. Déshydratation et éclaircissement	35
3.3. Imprégnation	36
3.4. Inclusion	36
3.5. Confection des coupes	37
3.6. Déparaffinage	38
3.7. Hydratation.....	38
3.8. Coloration topographique	38
3.9. Montage	39
3.10. Observation des lames.....	40
4.1 Etude statistique	40

Chapitre IV : Résultats et Discussion

1. Résultats	41
1.1. Résultats de l'étude macroscopique.. ..	41

Sommaire

1.1.1. Poids corporel	41
1.1.2. Poids testiculaires	42
1.1.3. Poids épидидymaires	46
1.2. Résultats de l'étude microscopique (Étude histologique)	50
1.2.1. Étude histologique des structures testiculaires	50
1.2.2. Étude histologique des structures épидидymaires	52
2. Discussion	54
2.1. Paramètres macroscopiques	54
2.2. Paramètres microscopiques	55
Conclusion	57

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des Figures

Figure 1: Schéma de l'appareil génital du lapin mâle (Lebas et <i>al.</i> , 1996).....	02
Figure 2 : Schéma des structures intra-testiculaires (Muller et Clos, 1997 Modifié).	04
Figure 3 : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007).	05
Figure 4: Structure de l'épithélium séminifère (Siffroi, 2001).	07
Figure 5 : Vascularisation du testicule (Gouaze et <i>al.</i> , 19).	09
Figure 6 : Anatomie et régionalisation de l'épididyme (modifié d'après Hermo et Robaire, 2002).....	10
Figure 7 : Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009).....	11
Figure 8: Schéma représentatif de l'épididyme de la souris et du rat, montrant les différents segments et illustrant les différents types de cellules épithéliales et les cellules dendritiques (Breton et Da Silva, 2012).....	12
Figure 9 : Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000).	15
Figure 10 : Évolution du poids des testicules chez le jeune mâle entre 20 et 180 jours (Prud'hon, 1973 cité par Lebas, 2009).	16
Figure 11 : Différentes étapes de la spermatogenèse (Marieb, 2006).	18
Figure 12 : Les étapes de la spermiogénèse (Gayrard, 2007).....	19
Figure 13: La stéroïdogenèse dans les cellules de Leydig (Annick, 2014).....	21
Figure 14: Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Rejraji et Drevet 2004).....	23
Figure 15 : Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (Marie Saint-Dizier et <i>al.</i> , 2014)...	25
Figure 16: Représentation schématique de l'organisation cellulaire de l'épithélium épидидymaire de rat en coupe transversale et des différentes voies de régulation des fonctions épидидymaire (Robaire et <i>al.</i> , 2003).	26
Figure 17 : Lapins mâles de la population locale âgés de 3 mois (Originale, 2022).....	29
Figure 18 : Photographie représentant le flacon de huile essentielle (Originale, 2022).	30
Figure 19 : La Sauge (<i>Salvia officinalis L.</i>) (Madi, 2010)	31
Figure 20: Lapins placés en groupes dans des cages spéciales	32
Figure 21: Pesée et l'administration de huile essentielle de la Sauge Officinale aux lapins	33
Figure 22 : Récupération du sang.....	33
Figure 23 : Centrifugation du sang.....	34

Liste des Figures

Figure 24: Dissection, prélèvement et pesée des organes génitaux	34
Figure 25: Fixation des organes par le fixateur Bouin Hollande	35
Figure 26 : Série des bains de déshydratation des gonades.....	36
Figure 27 : 3 bains successifs de paraffine.....	36
Figure 28 : photographie des organes placés dans des moules qui recevront la Paraffine (Originale, 2022).	37
Figure 29: Blocs de paraffine obtenue après l'inclusion (Originale, 2022).	37
Figure 30 : Dispositif de la coupe, microtome.	38
Figure 31 : Série d'une coloration topographique.....	39
Figure 32 : Montage lame lamelle (Originale, 2022).	39
Figure 33 : Représentation graphique du poids corporel des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale.	41
Figure 34 : Représentation graphique du poids moyen des testicules gauches et droites des lapins de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale.	42
Figure 35: Représentation graphique du poids total des testicules des lapins prépubères après l'administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale.....	43
Figure 36: Représentation graphique du poids testiculaire relatif à 100 g de poids corporel des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale.....	44
Figure 37: Représentation graphique du volume total des testicules des lapins prépubères traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale	45
Figure 38: Représentation graphique du poids moyen des épидидymes gauches et droites des lapins âgés de 3 mois traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale.....	46
Figure 39: Représentation graphique du poids total des épидидymes des lapins prépubères après l'administration de l'huile essentielle de la Sauge officinale.	47
Figure 40: Représentation graphique des poids épидидymaires relatifs des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale	40
Figure 41: Représentation graphique du volume total des épидидymes des lapins prépubères traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale.	49
Figure 42: Coupe histologique au niveau de testicule de lapin témoin âgé de 3 mois après coloration de trichrome Masson au grossissement (10*40).....	50
Figure 43: Coupe histologique au niveau de testicule de lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale après coloration de trichrome Masson au grossissement (10*40).	51

Liste des Figures

- Figure44:** Coupe histologique au niveau de l'épididyme de lapin témoin âgé de 3 mois après coloration de trichrome de Masson au grossissement (10*40).....52
- Figure 45:** Coupe histologique au niveau de l'épididyme d'un lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale après coloration avec le trichrome de Masson au grossissement (10*40).....45

Liste des tableaux

- Tableau I :** La Composition chimique de l'huile essentielle du *Salvia officinalis L.* (Bruneton, 1999)32

Abréviations

- Ap** : Spermatogonie à chromatine claire.
- 3 β HSD**: 3 β - Hydrox stéroïde déhydrogénase.
- ABP**:AndrogenBindingProtein.
- Ad** : Spermatogonie à chromatine fine et sombre.
- AMPc** : Adénosine Monophosphate cyclique.
- ARNm** : Acide Ribonucléique messenger.
- ATP** : Adénosine Triphosphate.
- ESM** : Erreur Standard liée à la Moyenne.
- FSH** : FollicleStimulating Hormone.
- FSHR** : Follicle Stimulating Hormone Receptor.
- GnRH** : Gonadotropine Releasing Hormone.
- HCO₃** : Bicarbonates.
- HE** : Huile essentielle.
- LH**:Luteinizing Hormone.
- LHR** : Luteinizing Hormone Releasing Receptor.
- ONAB** : Office National de l'Aliment de Bétail.
- PH** : potentiel Hydrogène.
- PKA** : Protéine Kinase AMP cyclique.
- R-GnRH** :ReceptorGonadotropine Releasing Hormone.
- REL** : Reticulum Endoplasmique Lisse.
- SKEO** : Satureja Khuzestanica Essential Oil.
- Sp B** : Spermatogonie à chromatine en agrégat périphérique.
- STAR** : Steroidogenic Acute Regulatory Protein.
- T** : Témoin
- J** : Jour
- TG** : Testicule Gauche
- TD** : Testicule Droit
- PTD** : Poids Testiculaire Droit
- PTG** : Poids Testiculaire Gauche
- PEG** : Poids épидидymaire gauche
- PED** : Poids Epididyme Droit
- G/L**: Gramme par litre
- UMMTO** : Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou.

Introduction

Le lapin présente plusieurs caractéristiques biologiques intéressantes concernant sa productivité et reproductivité. En effet il est caractérisé par un court intervalle entre les générations et par une prolificité importante. Il permet la mise en évidence de quelques processus reproducteurs comme les changements morphologiques du cycle épithélial séminifère, c'est pour cette raison qu'il est fortement apprécié. Cependant ces qualités sont altérées par les conditions qui sévissent en Algérie, notamment par l'environnement et la mauvaise gestion de l'élevage.

Le testicule est un organe paire de forme ovoïde contenu dans une poche revêtue de peau appelée le scrotum (Bedossa, 1998). Il se caractérise par une double structure (compartiment tubulaire où se déroulent la spermatogenèse et compartiment interstitiel riche en cellules de Leydig) et une double fonction. L'épididyme est un organe accolé au testicule, formé d'un long tube épithélial, de longueur variable selon les espèces. L'épididyme présente trois segments anatomiques : la région antérieure ou tête; la région médiane ou corps et la région postérieure ou la queue.

Les huiles essentielles sont des produits aromatiques riches en phyto-œstrogènes dont l'innocuité n'est pas totalement prouvée. Ces composés sont susceptible de modifier le processus physiologique de la reproduction soit en l'améliorent ou en la perturbant.

De ce fait le but de notre travail est de mettre en évidence l'influence de la Sauge officinale sur la structure des testicules et épididymes des lapins mâles prépubère âgés de 3 mois.

Notre travail se présente sous la forme de quatre chapitres qui traiterons dans le premier chapitre anatomo-histologique de testicule et de l'épididyme mâle du lapin. Dans le deuxième chapitre nous présentant la physiologie de l. Les matériel et méthodes seront abordés dans le troisième chapitre, suivi par la discussion des résultats obtenus dans le quatrième chapitre. Nous terminerons ce travail par une conclusion ainsi qu'un ensemble de perspectives.

Chapitre I

*Rappels anatomo-histologique de
testicule et de l'épididyme*

1. Anatomie de l'appareil reproducteur mâle

Chez tous les mammifère et en particulier chez les ovins, caprins, porcins et lapins, l'organisation des appareils reproducteur est la même, avec néanmoins des différences concernant la taille, le poids et la forme des organes (Hamon *et al.*, 1999). L'appareil génital mâle est formé par l'ensemble des organes chargés de l'élaboration du sperme et du dépôt de celui-ci dans les voies génitales de la femelle (figure 1) (Barone, 2001).

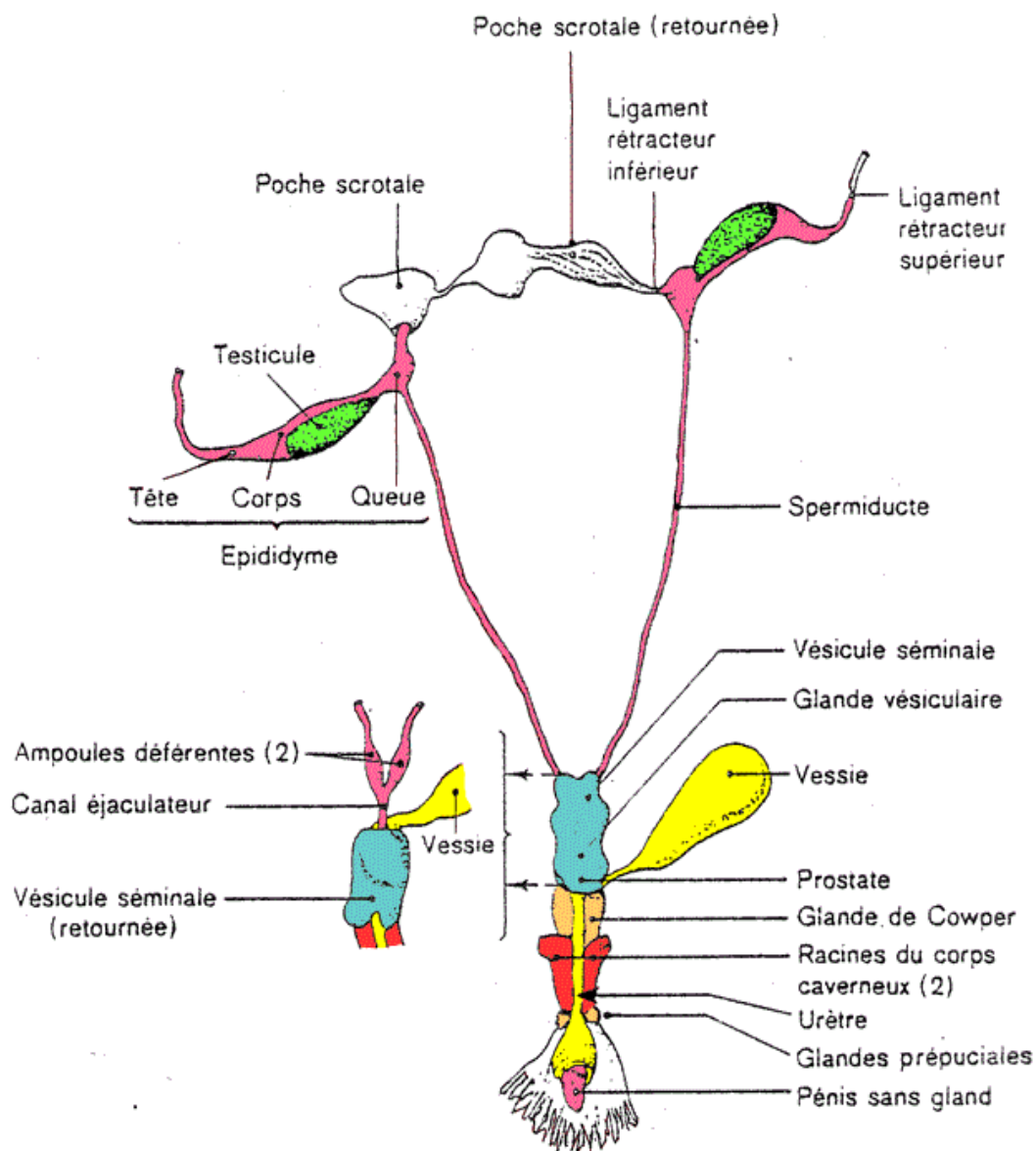


Figure 1: Schéma de l'appareil génital du lapin mâle (Lebas *et al.*, 1996)

1.1 Anatomie et histologie du testicule

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

1.1.1 Anatomie du testicule

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

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

1.1.2 Histologie du testicule

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

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

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

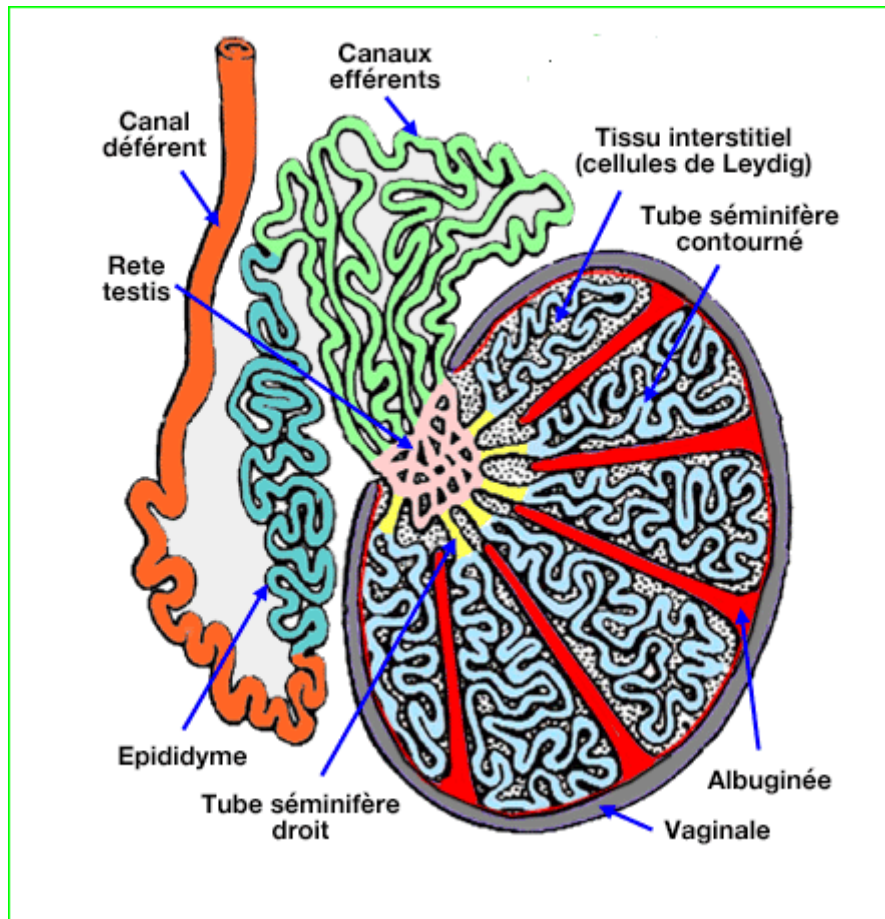


Figure 2 :Schéma des structures intra-testiculaires (Muller et Clos, 1997 Modifié).

1.1.2.1 Tissus interstitiel

La fonction endocrine du testicule est assurée par son tissu interstitiel, qui est un tissu conjonctif lâche, riche en vaisseaux sanguins et lymphatiques et en nerfs, dans lequel sont réparties des cellules interstitielles en amas, appelées cellules de Leydig, ainsi que diverses cellules libres (fibroblastes, macrophages, lymphocytes...)(Barone, 2001).

1.1.2.2 Tubes séminifères

Les tubes séminifères, 2 à 3 tubes par lobule, sont pelotonnés et peuvent atteindre 70 mètres chez le lapin. Ils se jettent dans les tubes droits qui s'anastomosent au niveau du corps de Highmore et forment un réseau de canalicules, appelé le «*retetestis*», d'où partent une dizaine de canaux efférents qui traversent l'albuginée pour former la tête de l'épididyme (Alvarino, 1993).

L'épithélium séminifère est constitué de cellules de Sertoli et des cellules germinales à différents stades de la spermatogenèse (des spermatogonies A aux spermatozoïdes) (Figure 3).

Les cellules de Sertoli ont un rôle de protection et de contrôle de la maturation et la migration des cellules germinales (Wrobel, 1990).

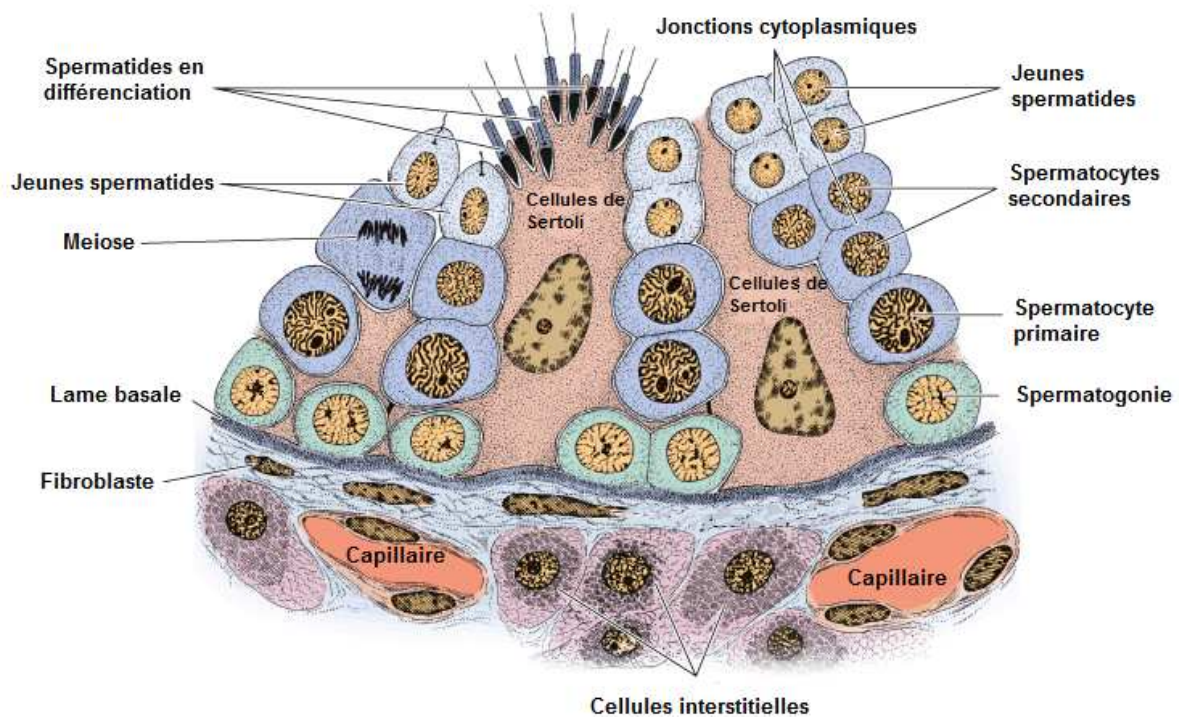


Figure 3 : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007).

1.1.2.3 Cellules de Leydig

Les cellules de Leydig sont des cellules polygonales qui sont soit isolées, soit groupées en amas autour des capillaires sanguins et entourées par une lame basale discontinue. Ces cellules possèdent un noyau rond avec un volumineux nucléole. Le cytoplasme est riche en citernes de réticulum endoplasmique lisse et de mitochondries de taille variable et peu nombreuses garnies de crêtes généralement lamellaires. Différents types de jonction cellulaire ont été mis en évidence sur la membrane plasmique : de type gap, desmosomes rudimentaires et plus rarement des jonctions septées (Thibault et Levasseur, 2001).

1.1.2.4 Cellules de Sertoli

La cellule de Sertoli est une grande cellule pyramidale qui s'étend sur toute la hauteur de l'épithélium séminifère. Sa forme et son volume varient au cours du cycle de l'épithélium séminal. Le corps cellulaire repose sur la lame basale de la gaine péritybulaire. Ses faces

latérales sont en contact étroit avec les cellules de Sertoli adjacentes et les cellules germinales aux divers stades de la spermatogenèse (Thibault et Levasseur,2001).

Chaque cellule de Sertoli est connectée aux cellules adjacentes par des jonctions serrées disposées au pôle basal limitant deux compartiments : un compartiment basal, périphérique et un compartiment central ou adjacent à la lumière. Les jonction serrées, disposées entre les cellules des Sertoli, constituent la composante structurale essentielle de la barrière hémato-testiculaire.

D'autres types de jonction relient les cellules de Sertoli entre elles et avec les cellules germinales : des jonctions d'ancrage comportant plusieurs variétés de cadhérines, et des jonctions communicants de types gap (figure 4) (Hazard et Perlemuter,2000).

Selon Thibault et Levasseur (2001), les potentialités des cellules de Sertoli sont multiples :

- Jouent un rôle protecteur contre les réactions immunitaires ;
- Contrôlent la maturation et la migration des cellules germinales ;
- Assurent la phagocytose des cellules germinales dégénérantes ;
- Sont impliqués dans la synthèse stéroïdienne et protéinique ;
- Participent à des sécrétions bidirectionnelles tubulaire et interstitielle.

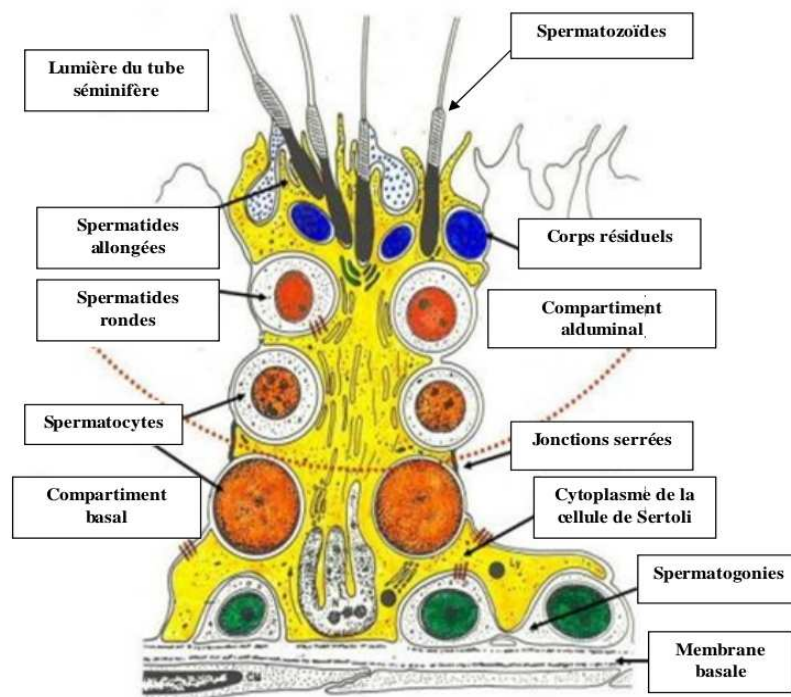


Figure 4: Structure de l'épithélium séminifère (Siffroi, 2001).

1.1.2.5 Cellules germinales

Les spermatogonies du lapin, comme celles de tous les mammifères, se divisent en deux catégories principales : spermatogonies du type A qui en se proliférant donnent naissance à des spermatogonies du type B (Boussit, 1989).

Les spermatogonies du type B recrutées effectuent une réplication de l'ADN, suivie de la première division de méiose qui les transforme en spermatocytes I tétraploïde. L'achèvement de cette première division conduit à deux spermatocytes II diploïdes. Chacun subit alors la deuxième division de méiose, sans synthèses d'ADN, ce qui conduit à la formation de deux spermatides haploïdes. La dernière phase est la spermiogénèse, qui transforme les spermatides en spermatozoïdes (Clermont, 1972).

1.1.2.6 Liquides des compartiments intra-testiculaires

Les tubes séminifères et les cellules interstitielles baignent dans un liquide interstitiel, joue ainsi un rôle déterminant dans la fonction endocrine et paracrine du testicule. Le liquide contenu dans les tubes séminifères assure le transport des spermatozoïdes relargués dans la lumière (Thibault et Levasseur, 2001). C'est un liquide riche en minéraux, principalement en potassium, en magnésium, en phosphore, en calcium et en chlore. Il est très riche en Androgen Binding Protein (ABP) et pauvre en autres protéines (Hocheau De Reviers et Royere, 1996).

Le liquide du rete testis ne serait qu'une sécrétion tubulaire remaniée, probablement du fait d'échanges avec les veines testiculaires superficielles. Il contient des protéines et des peptides spécifiques : ABP, inhibine et hormone antimüllérienne (Thibault et Levasseur, 2001).

1.1.3 Vascularisation et innervation du testicule

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 deux plexus nerveux ; le plexus spermatique qui est parasympathique et le plexus déférentiel qui est sympathique (figure 5) (Jardin et De Fourmestreaux, 1984).

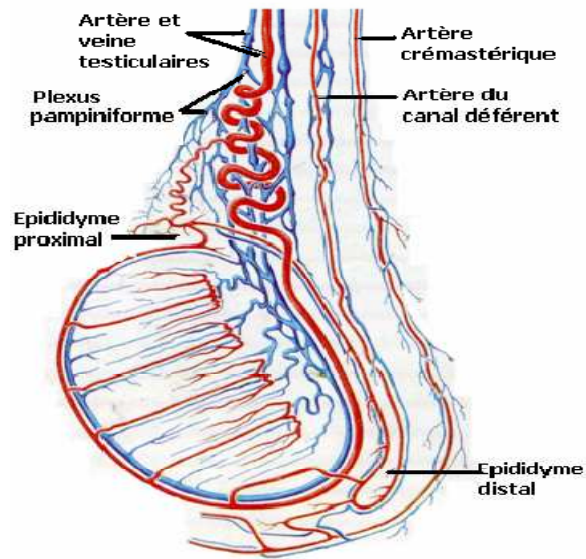


Figure 5 :Schéma représentatif de la vascularisation du testicule (Gouaze et *al.*,19).

1.2 Anatomie et histologie de l'épididyme

1.2.1 Anatomie de l'épididyme

L'épididyme est un tube de longueur variable selon les espèces (5 m chez l'homme, 6 m chez le lapin) qui relie les canaux efférents au canal déférent. Ce tube très contourné qui forme des lobules séparés par des travées conjonctives présente trois grandes parties anatomiques : la tête (partie proximale), le corps (partie médiane) et la queue (partie distale). Ces parties sont également subdivisées en plusieurs segments chacun d'entre eux étant délimité par des cloisons conjonctives (Thibault et Levasseur, 2001) (figure 6).

Autour de ce canal, on note la présence d'une mince couche de fibres musculaires lisses, dont les contractions permettent le transit des spermatozoïdes (Bonnes et *al.*, 2005).

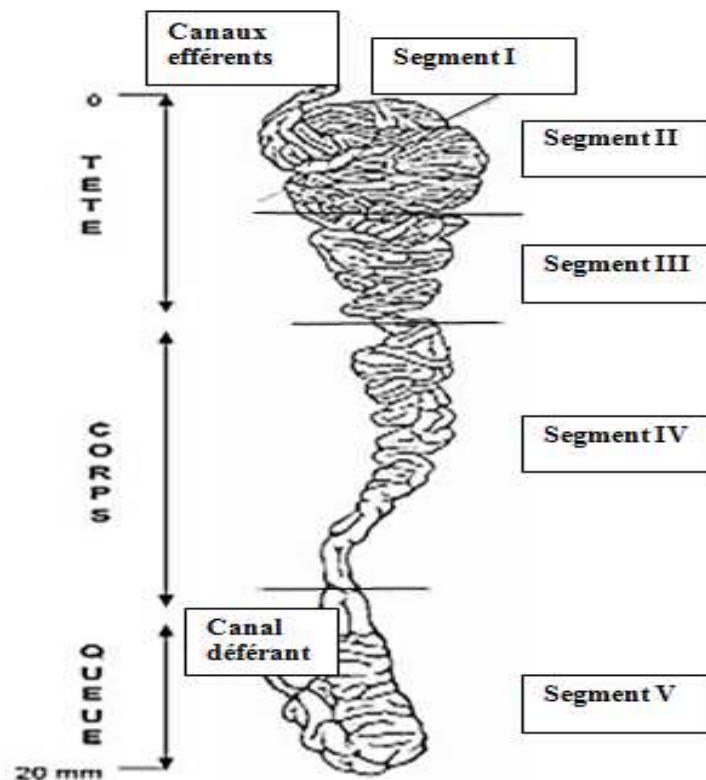


Figure 6 : Anatomie et régionalisation de l'épididyme(modifié d'après Hermo et Robaire, 2002).

1.2.2 Histologie de l'épididyme

Le canal épидидymaire comprend deux compartiments : un épithélium pseudostratifié, entouré de 2 à 6 couches de fibres musculaires lisses et du tissu conjonctif, contenant des terminaisons nerveuses et des capillaires sanguins; et une lumière bordée par cet épithélium. Cinq types cellulaires entrent dans la composition de l'épithélium épидидymaire et présentent des caractéristiques structurales et fonctionnelles trèsvariées de la région proximale à la région distale du tubule (Robaire et Hermo, 1988).

Les cellules ciliées, les cellules glandulaires et les cellules basales sont solidarisées les unes aux autres par des différenciations des membranes cellulaires, réalisé par des desmosomes(Figure 7) (Girod et Czyba, 1977).

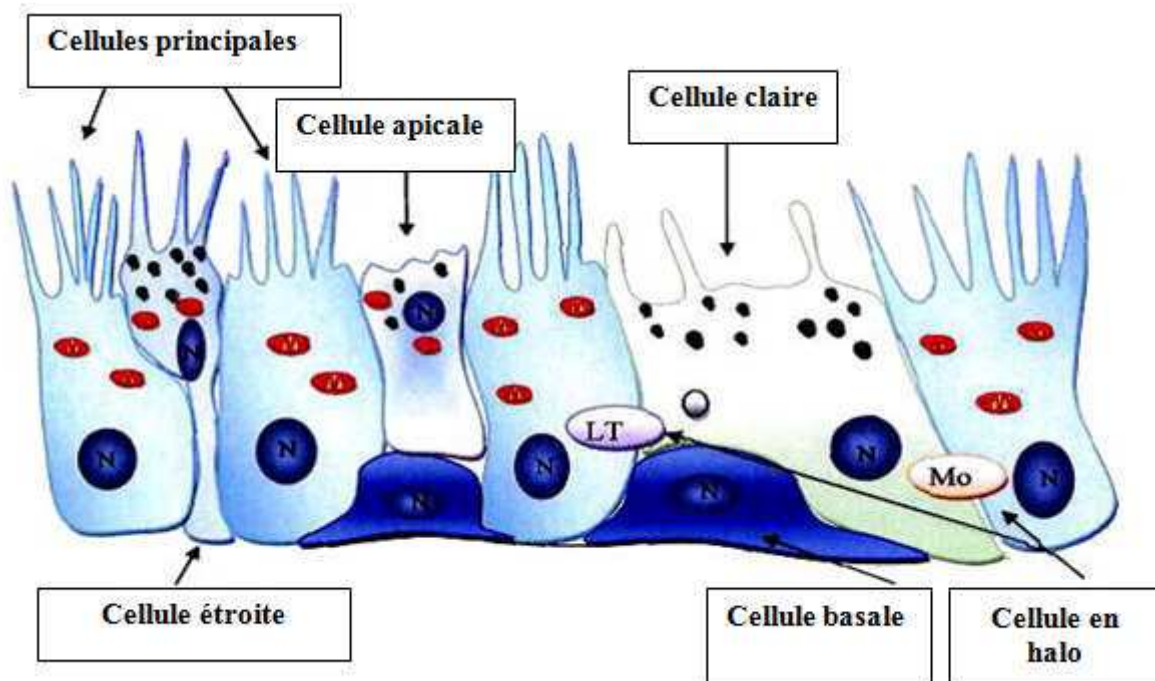


Figure 7: Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009).

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

1.2.2.1 Cellules principales

Les cellules principales (cellules stéréociliées), les plus nombreuses, constituent 65-80 % de la population de cellules épithéliales épидидymaires totale. Ces larges cellules prismatiques présentent des caractéristiques structurales variables d'un segment à l'autre (Herme et Robaire, 2002). Leur hauteur est plus élevée dans la tête que dans la queue de l'épididyme, tout comme la longueur des microvillosités qui tapissent leur pôle apical (Ramos et Dym, 1977).

Ces cellules, reliées entre elles par des jonctions serrées et des desmosomes, sont très actives à différents niveaux : transport et sécrétion de petites molécules organiques ; synthèse et sécrétion de protéines et enfin, réabsorption du fluide épидидymaire (Robaire et Hermo, 1988 ; Robaire et Viger, 1995 ; Cooper, 1998).

1.2.2.3 Cellules basales

Les cellules basales sont localisées à la périphérie de l'épithélium, au voisinage immédiat de la membrane basale, elles sont de petite taille et possèdent peu d'organites.

Leur fonction est inconnue mais il semblerait, respectivement d'après Veri *et al.* (1993) ; Cooper (1998), 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-épididymaire .

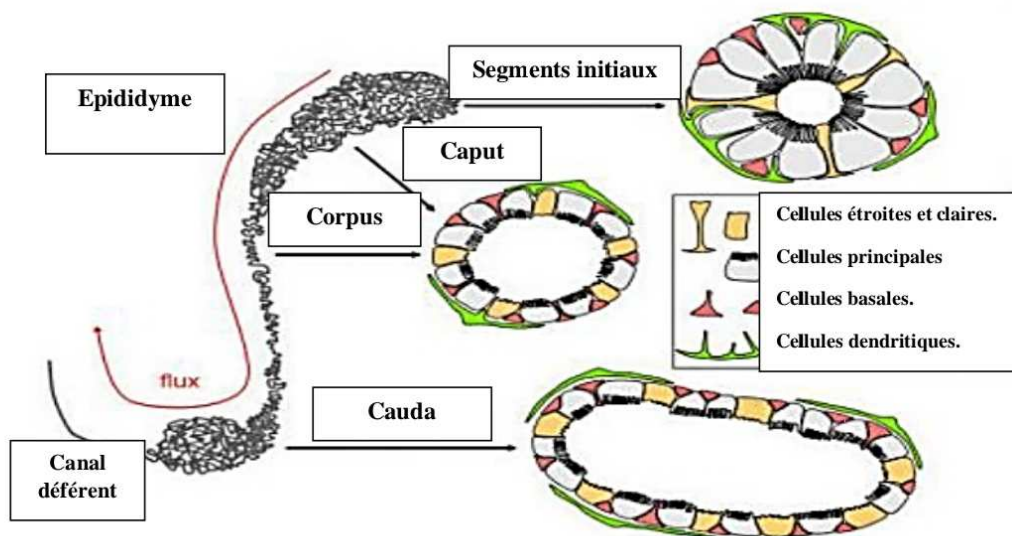


Figure 8: Schéma représentatif de l'épididyme de la souris et du rat, montrant les différents segments et illustrant les différents types de cellules épithéliales et les cellules dendritiques (Breton et Da Silva, 2012).

1.2.2.4 Cellules en halo

Les cellules en halos sont identifiées comme des lymphocytes intra-épithéliaux ou des monocytes qui migrent dans l'épithélium durant le développement post-natal, elles sont disséminées tout le long du canal épидидymaire. Ces cellules en halo contribuent à former une barrière immunologique au niveau de l'épididyme (Hoffer *et al.*, 1973).

1.2.2.5 Cellules claires

Les cellules ces grandes cellules prismatiques sont présentes essentiellement dans le corps et la queue de l'épididyme.

Selon Girod et Czyba (1977), deux catégories de ces cellules ont pu être individualisées :

- Des cellules claires chargées de phospholipides : elle représente 20% des cellules de l'épithélium épидидymaire, dans la région de la tête de l'épididyme
- Des cellules claires dépourvues d'enclaves lipidiques abondantes dans la queue de l'épididyme et correspondant à des cellules mucigènes.

1.2.2.6 Cellules apicales

Les cellules apicales sont qualifiées ainsi en raison de la localisation de leur noyau dans le tiers apical des cellules, les cellules apicales présentent, quant à elles, un cytoplasme dense, très riche en mitochondries, contenant des lysosomes et de l'anhydrase carbonique impliquée dans la sécrétion des ions H⁺ et la réabsorption des bicarbonates (HCO₃⁻). Elles seraient ainsi, responsables de l'acidification du fluide épидидymaire (Martinez-Garcia *et al.*, 1995). Il a également été montré qu'elles sont capables d'endocyter des substances contenues dans la lumière (Adamali *et al.*, 1999).

Chapitre II

*Physiologie de testicule et de
l'épididyme*

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

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

1. Développement des gonades et puberté

La différenciation des organes reproducteurs du lapin mâle a lieu pendant la vie fœtale (Figure 9) avec formation de l'albuginée entre le 14^{ème} et 15^{ème} jour de gestation, quelques jours plus tard les tubes séminifères apparaissent entourés de cellules germinales, au 19^{ème} jour de gestation il y a la production d'androgènes (Alvarino, 2000). Les canaux de Müller régressent à partir du 20^{ème} jour, la formation de la prostate commence le 21^{ème} jour et au 24^{ème} jour le développement des canaux de Wolf et la régression des canaux de Müller sont bien établis. Entre le 21^{ème} et 30^{ème} jours de gestation, la testostérone est présente au niveau des testicules de fœtus mâle (Skinner, 1967). A la naissance, les testicules se trouvent en position abdominale et la descente de ces derniers dans les sacs scrotaux coïncide avec la puberté (Alvarino, 1993).

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

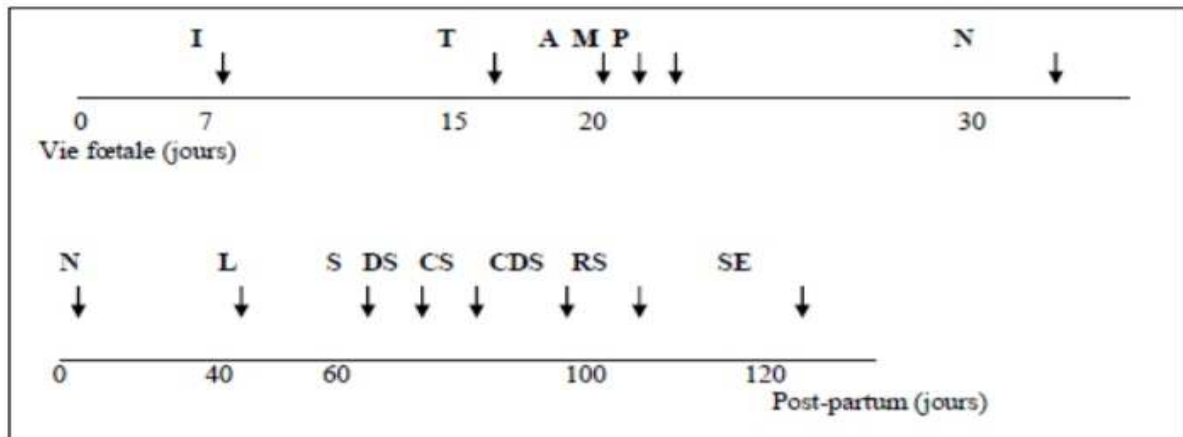


Figure 9: Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000).

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

T: différenciation des testicules; **CDS:** développement complet de la spermatogénèse ; **P:** croissance de la prostate; **RS:** premiers rapports sexuels ; **CS:** premier comportement sexuels ; **S:** apparition du premier spermatozoïde; **M:** dégénérescence des canaux de Müller; **DS:** début de la spermatogénèse ; **SE:** apparition des premiers spermatozoïdes dans l'épididyme.

2. Développement pondéral

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

Le développement pondéral testiculaire est très long par rapport au développement du poids corporel du lapin jusqu'à l'âge de 5 mois. Le rapport entre le poids du testicule et le poids corporel augmente pour atteindre 2,86 après les 5 semaines d'âge, l'évolution de poids des testicules en fonction de l'âge montre une accélération de croissance testiculaire, entre 70 et 110 jours environs (figure 10) (Alvarino,2000 ; Lebas, 2009).

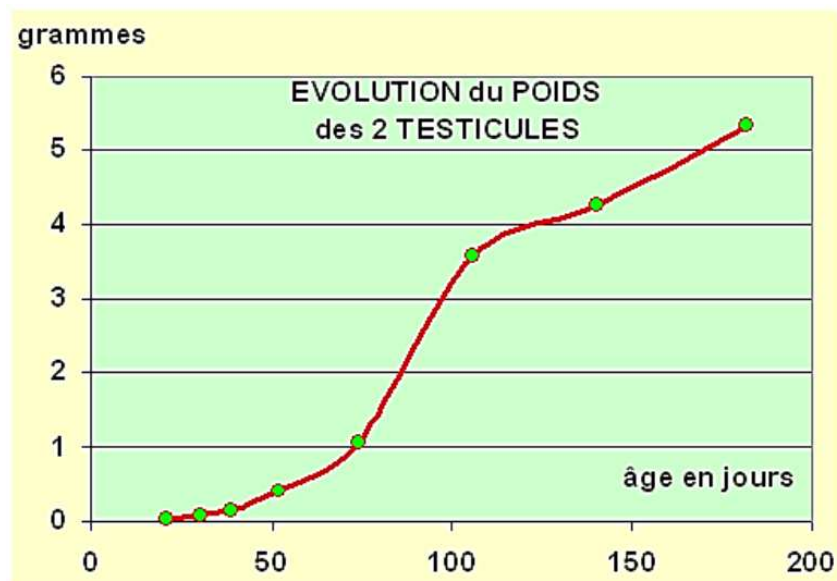


Figure 10 : Évolution du poids des testicules chez le jeune mâle entre 20 et 180 jours (Prud'hon, 1973 cité par Lebas, 2009).

3. Développement comportemental

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

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

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

4. Maturation sexuelle

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

4.1. Phase infantile

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

4.2. Phase prépubère

La phase prépubère commence vers l'âge de 40 jours et se caractérise par une augmentation importante des niveaux de testostérone (+921%) et de FSH (+384%) qui se produit entre 40 et 60 jours. Durant cette phase, la croissance des testicules s'accélère et les

cellules de Leydig responsable de la spermatogenèse commence à fonctionner (Martinet, 1978), entraînant les premières divisions goniale vers 45 jours qui s'accélèrent vers 70 jours, quand les niveaux d'androgène circulants sont les plus élevés et les premiers spermatozoïdes apparaissent vers l'âge de 110 jours (Skinner, 1967).

4.3. Puberté

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

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

4.4. Maturité sexuelle

La maturité sexuelle, définie comme le moment où la production quotidienne de sperme n'augmente plus, est atteinte à 32 semaines chez la race Néo-Zélandaise en climat tempéré. En effet, la production quotidienne de sperme qui est dépendante de nombreux facteurs, est de l'ordre de 2,107 spermatozoïdes (Fortun et *al.*, 2015).

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

5. Fonction du testicule.

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

5.1. 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 est d'une durée de 38 à 41 jours (Martinet, 1973), et débute entre 40 et 50 jours d'âge, avec apparition des premiers spermatozoïdes peu viables dans les éjaculats à 110 jours d'âge (Lebas, 2009).

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

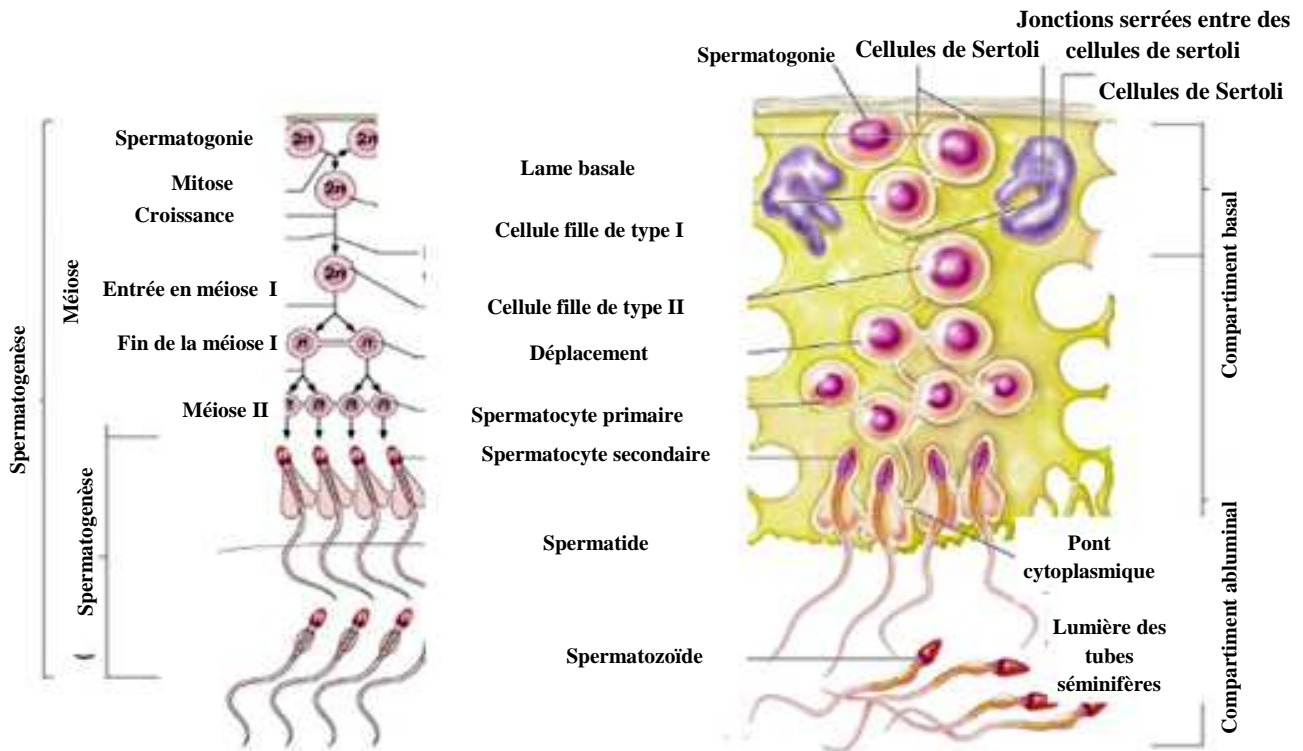


Figure 11 : Différentes étapes de la spermatogénèse (Marieb, 2006).

5.1.1. Spermatocytogénèse

La spermatocytogénèse est caractérisée par une phase de multiplication (par mitoses) et de différenciation des spermatogonies, ce qui aboutit à la formation des spermatocytes primaire, observée vers 60 jours d'âge chez le lapin (Martinet, 1973), qui possède encore le nombre diploïde de chromosomes caractéristiques de l'espèce (lapin : 44 chromosomes). La phase de multiplication cellulaire assure également le renouvellement des spermatogonies, nécessaire au maintien d'un nombre suffisant de cellules souches (Little et Holyoak, 1992 ; Barone.,2001).

5.1.2. Méiose

La deuxième étape, fait intervenir le phénomène de méiose caractérisé 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 spermatozoïdes haploïdes à n chromosome (Amann, 1993).

5.1.3. Spermiogénèse

C'est l'étape où les spermatides subissent une série remarquable de modifications qui aboutissent à la libération de spermatozoïdes mûrs (Figure 12) (Barone, 2001). A partir de ce stade il n'y a plus de divisions cellulaires, mais on observe surtout des métamorphoses extrêmement complexes à l'échelle moléculaire et cellulaire (Schulz *et al.*, 2005).

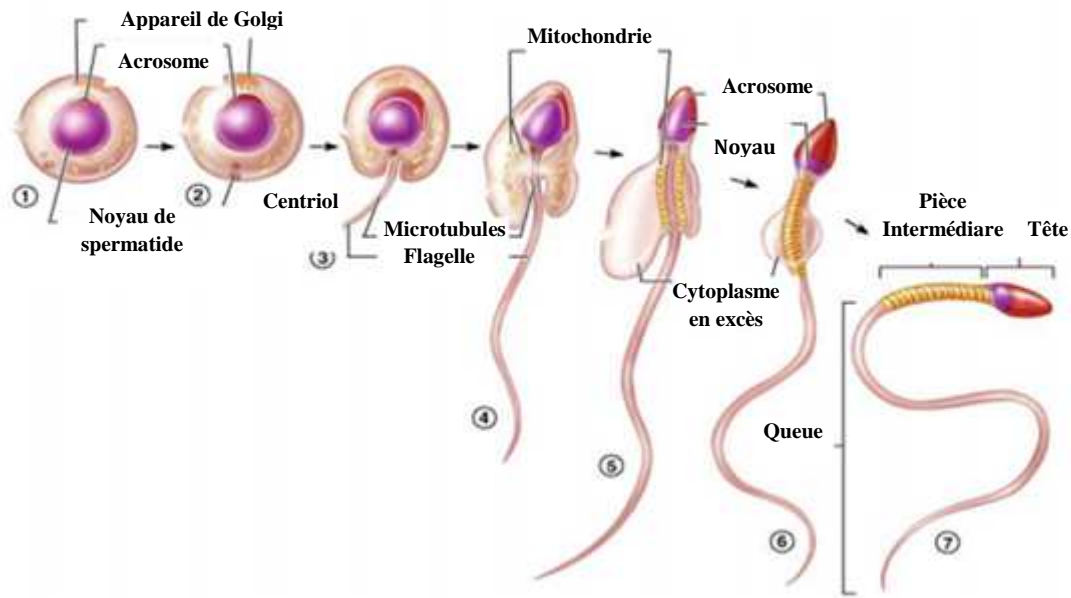


Figure 12 : Les étapes de la spermiogénèse (Gayrard.,2007)

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

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

6.2. Fonction endocrine

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 spermatogenèse ainsi qu'au développement et au maintien morphologique et fonctionnel des glandes accessoires de l'appareil génital mâle. Cette sécrétion contrôle en outre les caractères sexuels secondaires et l'activité sexuelle (Barone,2001).

La biosynthèse des androgènes nécessite l'intervention d'un certain nombre d'enzymes agissant en cascade à partir d'un précurseur commun à tous les stéroïdes, le cholestérol (Saez,1994). Au niveau de la cellule de Leydig la LH se lie à son récepteur (LHR) à sept domaines transmembranaires couplés aux protéines G, et stimule l'activité de l'adénylatecyclase entraînant ainsi une augmentation de l'adénosine monophosphate cyclique (AMPc).

L'AMPc va stimuler la protéine kinase dépendante de l'AMPc (PKA) qui phosphoryle et active l'expression de différentes protéines telles que STAR importante pour l'entrée du cholestérol dans la mitochondrie. Une fois dans la mitochondrie, le cholestérol est transformé par différentes enzymes au prégnénolone et poursuit sa transformation au niveau de réticulum endoplasmique selon deux voies ($\Delta 4$ en orange et $\Delta 5$ en vert) pour aboutir à la testostérone.

Le passage de la voie $\Delta 5$ à la voie $\Delta 4$ se fait par le biais de l'enzyme 3β HSD (Figure 13) (Annick, 2014).

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 spermiogenèse par une voie paracrine (Wosnitzer et Paduch, 2013).

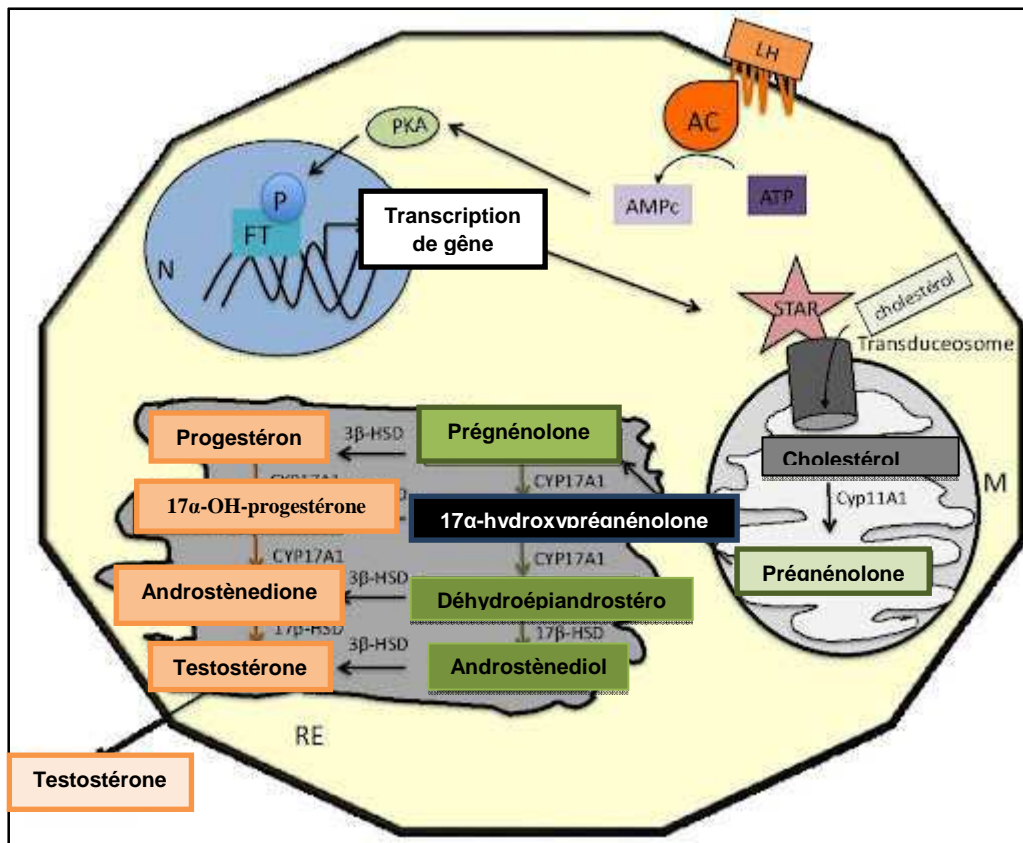


Figure 13: Stéroïdogénèse dans les cellules de Leydig (Annick, 2014).

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

6. Fonction de l'épididyme

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

6.1. Maturation des spermatozoïdes

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

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

6.2. Acquisition de la motilité

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

Le contrôle de cette mobilité dépend des facteurs exogènes et endogènes, l'activation de la motilité du flagelle se fait grâce aux changements de concentration de différents ions et énergie produite par les mitochondries. L'ATP produite 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 (Aitken et *al.*, 2007). La concentration intraspermaticque en AMPc augmente aussi lors du transit épидидymaire et permet d'induire la motilité.

6.3. Protection

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

6.4. Stockage

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

7. Mode de sécrétion de l'épididyme

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

7.1. Sécrétion mérocrine

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

d'un peptide signal au niveau de l'extrémité N-terminale de la séquence d'acides aminés, et elles sont ensuite véhiculées vers l'appareil du Golgi pour subir les modifications posttraductionnelles (Rejraji et Drevet, 2004) telles que la glycosylation et l'acylation (Thibault et Levasseur, 2001), qui seront transportées dans des granules de sécrétion. Ces granules à leur tour migrent jusqu'au pôle apical de la cellule (Figure 14) afin de libérer leur contenu à l'extérieur, ceci par fusion de leur membrane avec la membrane plasmique cellulaire (Rejraji et Drevet, 2004).

7.2. Sécrétion apocrine

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

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

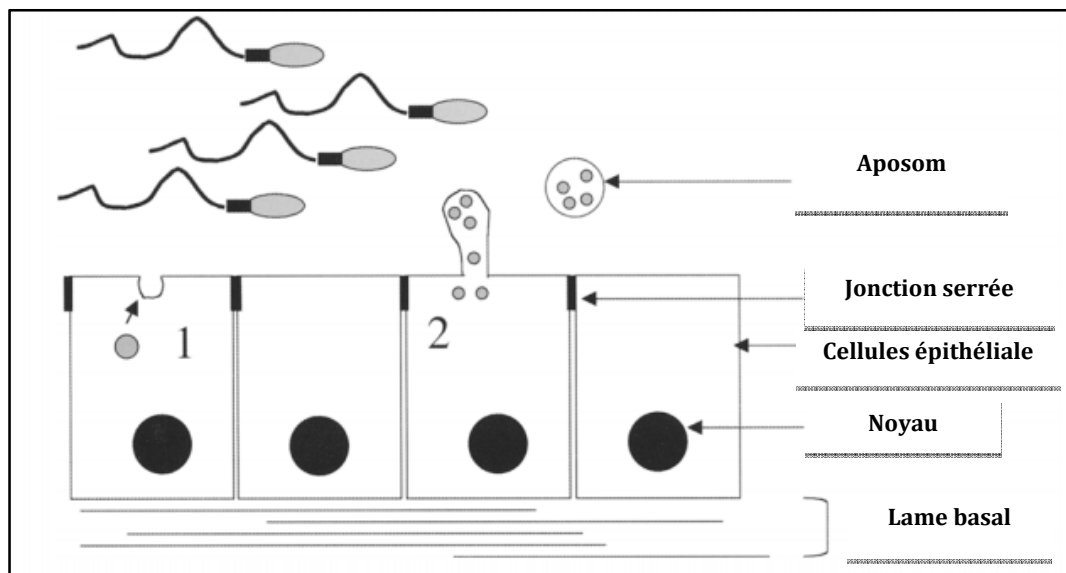


Figure 14: Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Rejraji et Drevet, 2004).

1 : sécrétion mérocrine; 2: sécrétion apocrine.

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

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

L'hypothalamus contrôle l'hypophyse par le biais de la GnRH qui est un décapeptide d'un poids moléculaire faible, non antigénique (Houmadi.,2007), secrété de manière pulsatile par le noyau arqué et les noyaux pré et supra optique de l'hypohalamus, induisant la sécrétion de LH et FSH via des récepteurs membranaires spécifiques R-GnRH des cellules gonadotropes de l'antéhypophyse (Micheline et *al.*,1999). 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).

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 « LuteinizingHormone » et la FSH « Follicule Stimulating Hormone » (Migaud et *al.*,2016).

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

8.1. Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophine par testicule

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

L'inhibine empêche la production de testostérone par les cellules de Leydig, alors que l'activine stimule la production de testostérone par les cellules de Leydig in vitro (Lin et *al.*,1989).Selon l'intensité de la spermatogenèse, les cellules de Sertoli secrètent l'inhibine β dans le sang, qui exerce un rétrocontrôle inhibiteur de la FSH par l'hypophyse (Ying, 1988; Hancock, 1992; Tilbrook et Clark, 2001; Dohle et *al.*, 2003).

La testostérone sécrétée par les cellules de Leydig stimulées par 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 (Sherwod et Echrs, 2015). (Figure 15)

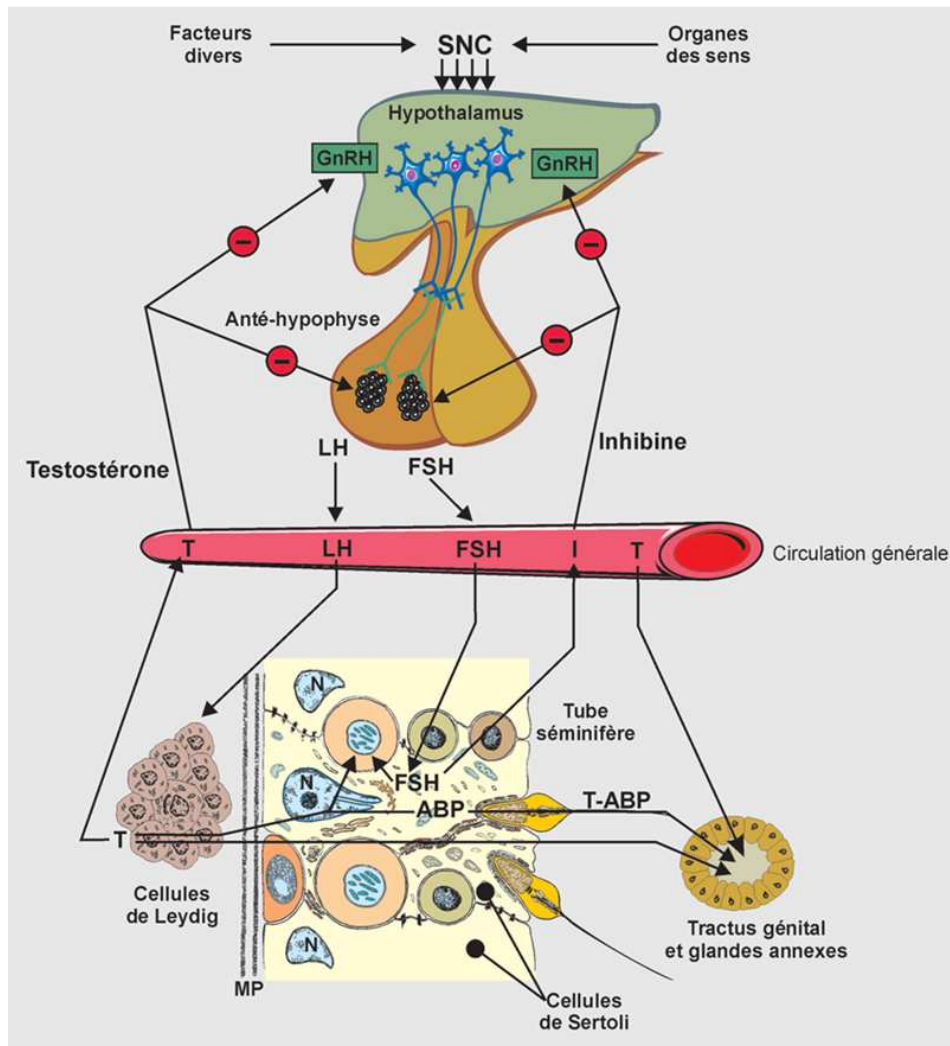


Figure 15 : Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (DizieretSaint-Marieal.2014).

SNC: système nerveux central ; T: testostérone; I: inhibine; ABP: AndrogenBindinProtein ; MP: membrane plasmique.

8.2. Régulation des fonctions de l'épithélium épididymaire

La régulation des fonctions de l'épithélium épididymaire 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 épididymaire 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 (Figure16) .(Britan et Drevet, 2016).

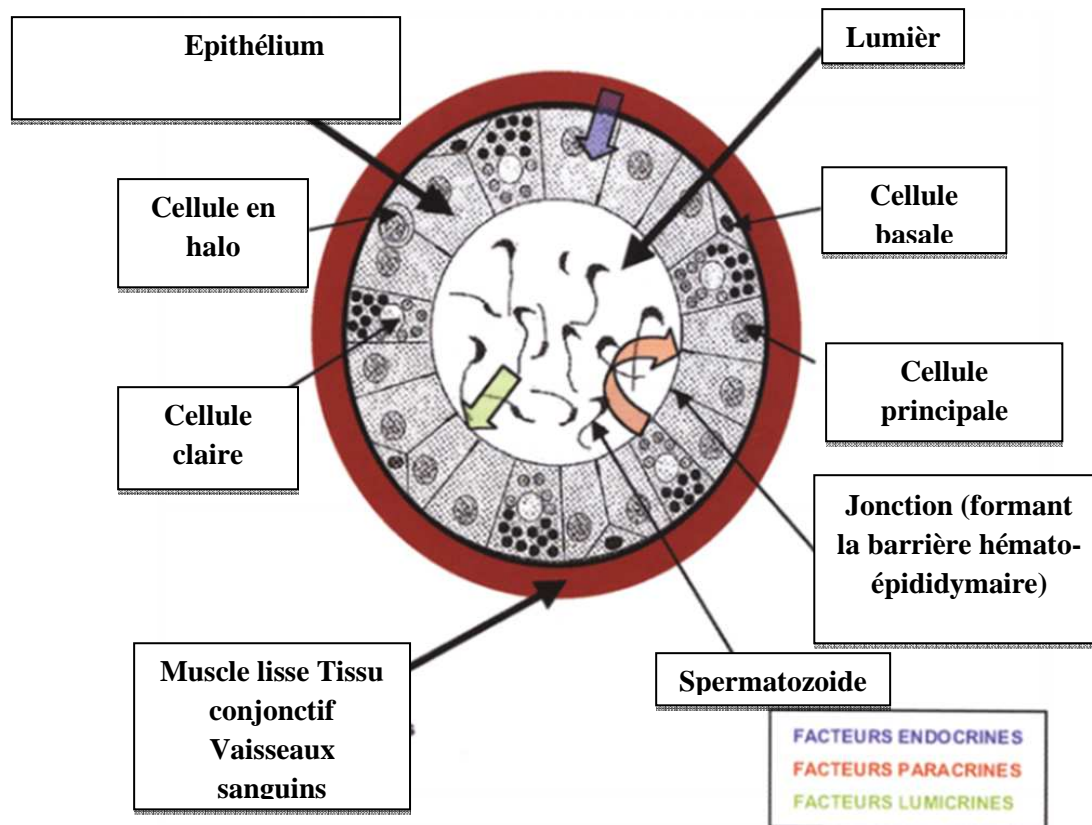


Figure 16: Représentation schématique de l'organisation cellulaire de l'épithélium épидидymaire de rat en coupe transversale et des différentes voies de régulation des fonctions épидидymaire (Robaire et *al.*, 2003).

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

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

9.1. 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 8h) 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 15et18°C, avec une humidité relative maintenue entre 55et 80% (Lebas, 2009).

9.2. 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).

9.3. Eclairage

Selon Thau-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).

9.4. Humidité (l'hygrométrie)

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

9.5. Alimentation

L'alimentation des lapins affecte les caractéristiques de la semence lorsque le niveau des apports nutritionnels est insuffisant (Joly et Theau, 2000), la libido et la quantité de

sperme par éjaculat sont touchés par le facteur de l'alimentation sans toucher à la qualité de la semence.

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

9.6. 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).

9.7. Etat sanitaire

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

Chapitre III

Matériels et méthodes

Cette étude fait partie des activités de recherche Dr Lakabi et s'inscrit dans le cadre de l'étude du développement gonadique et de la maturité sexuelle des lapins. Les objectifs de ce présent travail est de l'impact des différentes huiles essentielles « Saugue Officinale » sur la structure des testicules et épидидymes du lapin mâle de la souche synthétique âgée de 3 mois, à travers une étude histologique en relation avec les poids vifs ainsi que les poids et volumes des gonades.

1. Matériel biologique

1.1 Model expérimental

Nos expériences ont été réalisé sur des lapins de sexe mâle (figure 12) de la souche synthétique (améliorée) provenant d'un élevage cunicôle de Tizirt au niveau de l'unité d'ITMAS (Institut Technologique Moyen Agricole Spécialisé) située dans la région de Boukhalfa à 5 Km du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, s'est déroulé du mois d'avril au mois de Juillet 2022.



Figure 17 : Lapins mâles de la souche synthétique âgés de 3 mois (Originale, 2022).

Le lapin (*Oryctolagus cuniculus*) est un modèle essentiel en recherche scientifique car il offre beaucoup d'avantage 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).

Le type amélioré, ont initié à l'institut technique des élevage-Baba-Ali, Alger (ITELV) à partir de 2003 en collaboration avec l'INRA de Toulouse (Gacem et al, 2009). Cette souche est caractérisée par une prolificité importante (9 lapereaux née vivant par mi-bas), un poids adulte sensiblement plus élevé et une meilleure aptitude à la croissance que la population locale algérienne (Gacem et *al.*, 2009).

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

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

1.2. Huile Essentiel la Sauge officinale (*Salvia Officinalis*)

Une huile essentielle peut être un ensemble de molécules pour un chimiste, un arôme pour un parfumeur ou encore la quintessence ou l'esprit d'une végétale pour l'alchimiste. Dans la réalité, une huile essentielle est l'ensemble de tout cela (figure 18) (Dob et *al.*, 2005).

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



Figure 18 : Photographie représentant le flacon de huile essentielle (Originale, 2022).

La Sauge est une plante vivace à tige ligneuse à la base, formant un buisson dépassant parfois 80cm, à rameaux vert-blanchâtre, des feuilles assez grandes, épaisses, vertblanchâtres, et opposées et des fleurs bleu-violacé clair en épis terminaux lâches, disposées par 3 à 6 en verticilles espacés, calice campanulé à 5 dents longues et corolle bilabiée supérieure en casque et lèvre inférieure trilobée; fruits en forme détitra akènes (Figure 28) (Madi, 2010).

Selon Hippolyte et *al.*, (1993) , la systématique de la Sauge est la suivante :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Salvia*

Espèce : *Salvia officinalis*



Figure 19 :La Sauge (*Salvia officinalis* L.) (Madi, 2010)

Tableau I : La Composition chimique de la sauge officinale (Bruneton, 1999).

Le composé de l'huile essentielle	La teneur en (%)
α -Thuyone	18-43
β -Thuyone	3-8,5
Camphre	4,5 - 24,5
Cinéole	5,5 - 13
Humulène	0 - 12
α -pinène	1 – 6,5
Camphène	1,5 - 7
Limonène	0,5 - 3
Linalol libre et estérifié	1 au maximum
Acétate de bornyle	2,5 au maximum

1.3 Autres Matériels

D'autres matériels sont utilisés dans notre expérimentation tels que : le papier absorbant , bistouri, pinces à dissection , Eppendorfs , marqueur pour l'identification deux congélateurs l'un réglé à 20 °C et l'autre à -80°C , balance à précision , balance analytique à affichage digital (0.1g) , étiquettes , bavettes , pince , micropipettes , centrifugeuse , microtome , cryotubes , l'étuve , béciers en verre , éprouvettes , ciseaux , scotch , papiers filtres , et cassettes d'inclusion.

2. Expérimentation

L'expérimentation a été réalisée sur 30 lapins mâles âgés de 3 mois appartenant à la population synthétique sont pris au hasard, placés dans des cages spéciales aménagées à l'élevage cunicole et répartis en deux lots, un lot témoin et un lot traité par l'huile essentielle de Saugue officinale aux 3 doses respectives (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). Tandis que l'eau est distribuée en accès libre permanent par des pipettes individuelles.



Figure 20: Lapins placés en groupes dans des cages spéciales (2022)

Les lapins des différents lots ont été pesés afin de déterminer la quantité de l'huile essentielle à administrer pour chaque animal. Le volume de l'huile essentielle pipeté est mélangé avec 0.5 ml d'eau et administré par voie orale aux lapins le matin à raison d'une dose unique (Figure 21).

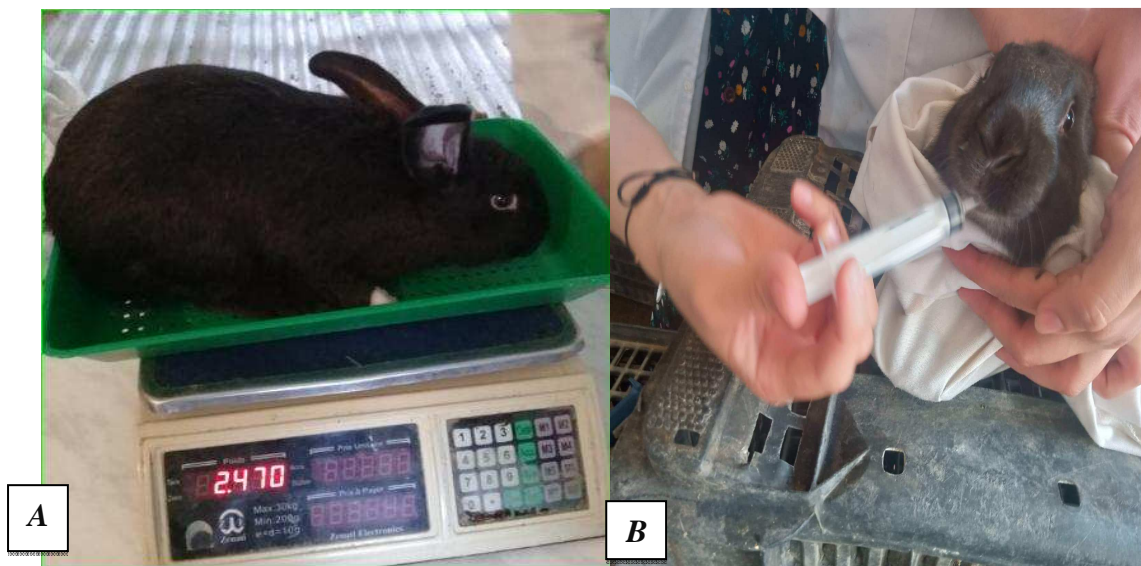


Figure 21: Pesé et l'administration de huile essentielle de la Sauge officinaleaux lapins (2022)

A : Prise du poids des lapins ; **B :** Traitement des lapins

Une semaine après l'administration de l'huile essentielle, les lapins ont été pesés puis sacrifiés par saignement le matin entre 9h : 00 et 12h : 00 au niveau du laboratoire de recherche de UMMTO (Figure22). Le sang est immédiatement recueilli dans des tubes secs résistants à la centrifugation qui sont ensuite placés dans une centrifugeuse (Figure 23), la vitesse et le temps de centrifugation est de 3500 tour /15 minute. Le plasma est aliquoté et placé dans des Ependorffset congelé à -20°C pour des dosages ultérieurs.



Figure 22 : Récupération du sang.

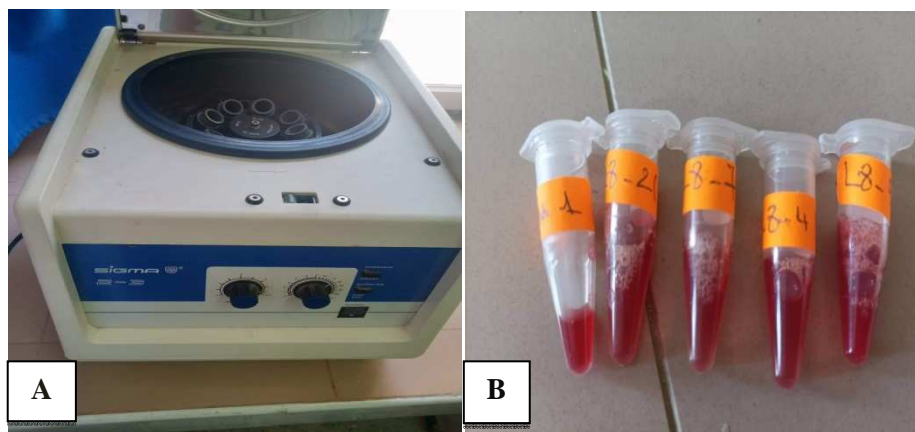


Figure23 :Centrifugation du sang (2022)

A: centrifugeuse, **B:** Tube contenant du plasma séparé de sang

Après le sacrifice, les animaux sont disséqués, les testicules, épидидymes et la glande surrénale ont été prélevés puis dégraisés, pesés sur à une balance de précision de 0,01g suivi d'une évaluation de leurs volumes. Les testicules, les épидидymes et les glandes surrénales du côté droit sont fixés au Bouin Hollande dans des cassettes d'inclusions soigneusement fermées étiquetées pour une étude histologique, alors que les testicules les épидидymes et la

glande surrénale du coté gauche ont été placés dans des Eppendorfs et congelés à -20°C , jusqu'à leur utilisation ultérieure (Figure24).

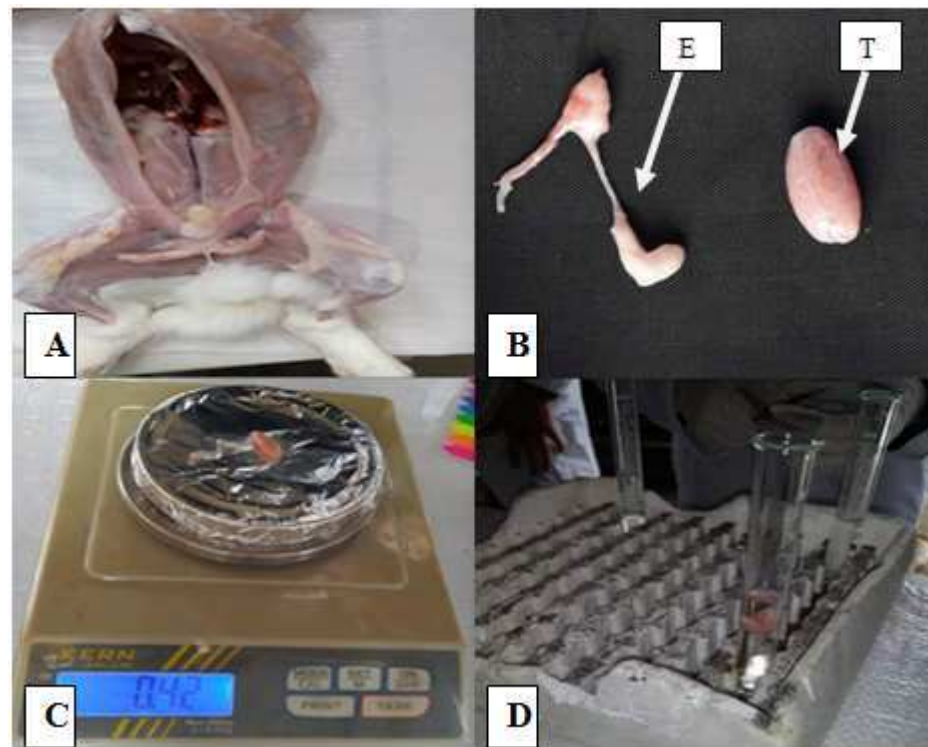


Figure 24: Dissection, prélèvement et pesée des organes génitaux.

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

3. Etude histologique

L'étude histologique implique un processus à plusieurs étapes obligatoires afin de réaliser l'observation des coupes de l'échantillon étudié. Ces étapes sont : la fixation, déshydratation, l'éclaircissement, l'imprégnation, l'inclusion à la paraffine, la confection des coupes et l'étalement, le déparaffinage et l'hydratation, la coloration et l'observation *microscopique*. Ces étapes sont inspirées de celles de (Martoja et Martoja, 1967).

3.1 Fixation

La fixation est un traitement chimique ou physique effectué sur des cellules vivantes et permettant de réaliser des manipulations avec un minimum de dommage pour les structures cellulaires. Elle a pour but la conservation et l'immobilisation des structures cellulaires en place et leur durcissement.



Figure 25: Fixation des organes par le fixateur Bouin Hollande

La fixation doit se faire immédiatement après le prélèvement par immersion du matériel dans un grand volume de liquide fixateur. Nous avons utilisé la solution du Bouin Hollande comme fixateur. Ce choix est justifié par son utilisation antérieure au laboratoire. C'est une solution préparée au laboratoire sur la base d'un mélange de formol et d'acide picrique. Les organes sont plongés, séparément, dans des cassettes étiquetés, pendant 7 jours.

3.2 Déshydratation et éclaircissement

La déshydratation consiste à évacuer toute l'eau contenue dans l'organe. Elle a pour but de préparer la pièce à l'inclusion dans la paraffine. La technique de déshydratation se fait en passant progressivement l'organe dans des bains d'alcool éthylique à degrés croissants (50°, 70°, 90°, 100°) (figure 19) pendant 20 minutes chacun, ceci permet d'éviter la désorganisation des structures. L'éclaircissement se fait dans des bains de xylène pendant 20 minutes.



Figure 26 : la série des bains de déshydratation des gonades (2022)

3.3 Imprégnation

Imprégnation se fait à chaud, immédiatement après les bains de toluène. Cette étape permet l'élimination complète des traces d'alcool. Les pièces sont passées dans un bain formé d'un mélange de toluène et de paraffine pendant une durée de 40 minutes.



Figure 27 :3 bains successifs de paraffine (2022)

3.4 Inclusion

L'inclusion a pour but de réaliser des coupes fines et régulières, elle se pratique dans un bain qui contient de la paraffine fondue.

Une fois la circulation finie les cassettes sont retirées et les organes sont placés dans des moules spécifiques, et dont on a versé de la paraffine au préalable. Lorsque les bordures de la paraffine commencent à durcir, nous plaçons la partie marquée de sa cassette dans le moule après l'avoir coupé en deux, et on coule de la paraffine fondue jusqu'à ce que la cassette soit totalement immergée (figure28).



Figure 28 : Photographie des organes placé dans des moules qui recevront la Paraffine (Originale, 2022).

Les moules sont ensuite posés dans un congélateur pour durcir ; Les blocs obtenus sont démoulés facilement et peuvent être conservés sans dommage (figure29).



Figure 29: Blocs de paraffine obtenue après l'inclusion (Originale, 2022).

3.5 Confection des coupes

La confection des coupes a été réalisée à l'aide d'un microtome de type Leica au niveau du laboratoire de recherche de UMMTO , Il comporte un porte rasoir spécial permettant d'utiliser des lames minces jetables, et un porte cassette permettant de placer les blocs d'organes coulés sur les cassettes. Des coupes de 5 μ m d'épaisseur sont ainsi réalisées et récoltées sous forme de ruban à l'aide d'un pinceau (figure30).



Figure 30 : Dispositif de la coupe, microtome.

3.6 Déparaffinage

Le déparaffinage sert à enlever la paraffine du tissu pour que les colorants puissent le pénétrer. Le réactif utilisé est le toluène. Les coupes sont passées dans deux bains de toluène pendant 5 à 10 min chacun.

3.7 Hydratation

Elle a pour objet de retirer le toluène du tissu et le remplacer par l'eau. Le schéma de la réhydratation est une séquence inverse de celle de la déshydratation par le passage dans des bains d'alcool éthylique de degrés décroissants (100°, 90°, 70°, 50°).

3.8 Coloration topographique

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

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

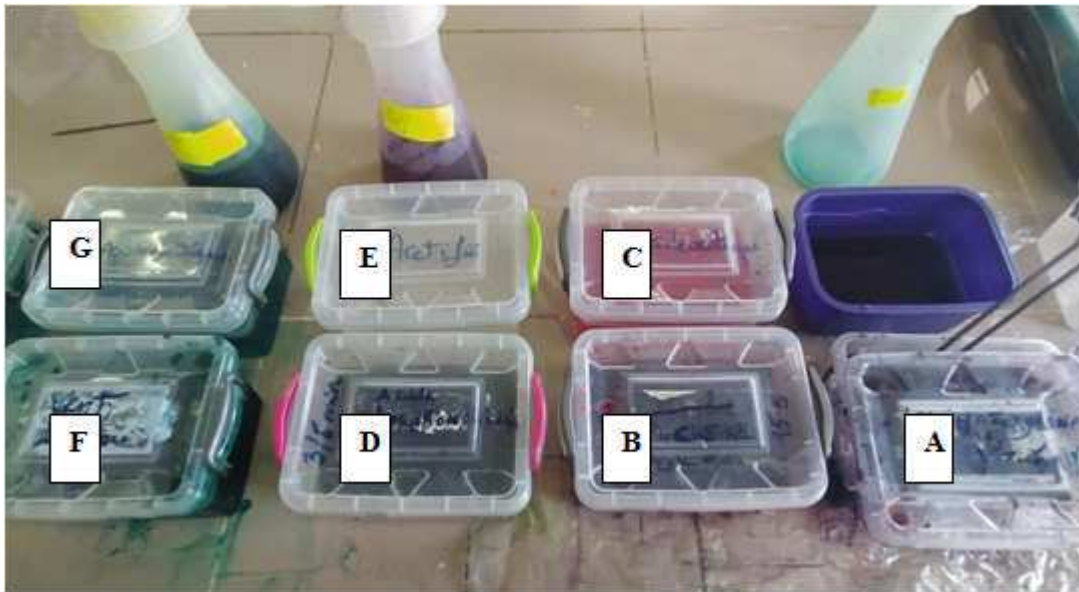


Figure 31 : Une série d'une coloration topographique. A : Hématoxyline ; B : Fuschine Ponceau ; C: Eau Acétifiée ; D : Acide Phosphomolybdique ; E : Eau Acétifiée ; F : Vert Lumière ; G : Eau Acétifié

3.9 Montage

Le montage est l'opération qui consiste à fixer, à l'aide d'une goutte de l'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 (Figure31).



Figure31 : Montage lame lamelle (Originale, 2022).

Après montage, les lames sont séchées, nettoyées au toluène puis observées par un microscope optique.

3.10 Observation des lames

Les lames obtenues par la technique histologique sont observées au microscope photonique équipé d'une caméra numérique permet de réaliser l'histochimie des photographies dans le but de rechercher toute modification histologique des structures étudiées.

4.1 Etude statistique

Les variables (poids vif, poids et volumes des testicules) obtenus dans cette étude ont été soumis à une analyse de variance « ANOVA ». Le traitement statistique des données et les présentations graphiques des résultats ont été réalisés sous Microsoft Office Excel 2007.

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

La validité statistique des différences entre les moyennes est évaluée d'après le test d'ANOVA réalisé à l'aide d'un logiciel informatique « 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 = ns.

Chapitre IV

Résultats et Discussion

Ce travail porte sur les effets de l'huile essentielle de la sauge officinale sur la fertilité des lapins mâles de la population locale âgés de 3 mois, en déterminant les poids corporels, les poids et volumes testiculaires et épидидymaires, ainsi qu'une étude histologique des structures testiculaires et épидидymaires.

1. Résultats

Les résultats obtenus portent aussi bien sur des paramètres macroscopiques (le poids corporel, le poids et volume du testicule et d'épididyme gauche et droit ainsi que le poids relatif du testicule et d'épididyme) que des paramètres microscopiques (étude histologique).

1.1. Résultats de l'étude macroscopique

Les pesées prises durant l'expérimentation ont permis de déterminer l'effet de l'huile essentielle de la Saugе officinale sur le développement des différents paramètres macroscopiques étudiés chez les lapins de la population locale.

1.1.1. Poids corporel

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

L'évolution du poids corporel des lapins prépubères témoins et traités par l'huile essentielle de la sauge officinale est présentée dans la figure 33.

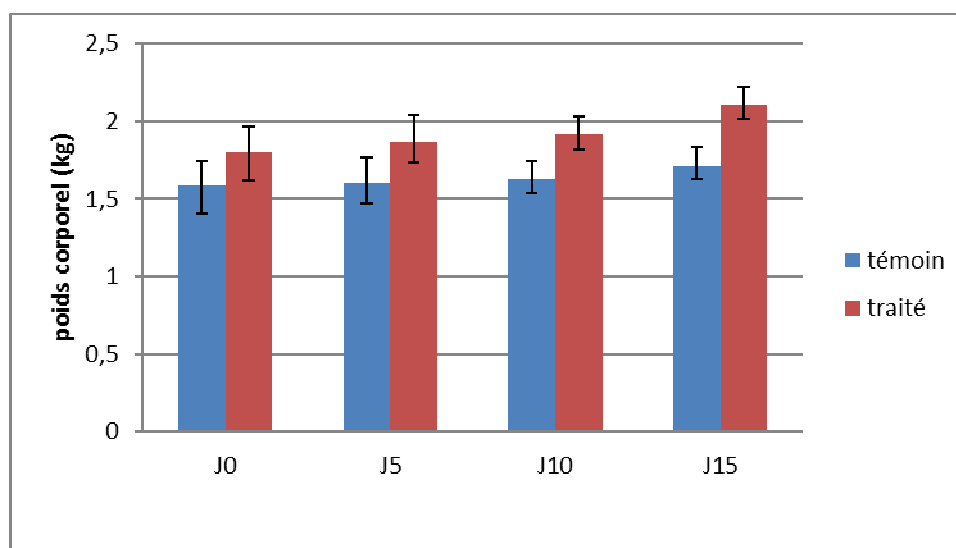


Figure 33: Représentation graphique du poids corporel des lapins âgés de 3 mois témoins et traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale.

J5 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la première dose 400 μ l/kg ;

J10 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la deuxième dose 400 μ l/kg ;

J15 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la troisième dose 400 μ l/kg.

Nous avons constaté que l'évolution du poids corporel des animaux témoins augmente légèrement en fonction du temps, allant de la valeur de $1,582 \pm 0,016$ au début de l'expérimentation à la valeur de $1,71 \pm 0,122$ à la fin de l'expérimentation. Le poids corporel des lapins traités par l'huile essentielle de la sauge officinale augment progressivement avec le temps, dont la valeur passe de $1,870 \pm 0,0134$ à la valeur de $2,102 \pm 0,084$ avec un écart de 0,18 à J15. Cependant, cette augmentation est plus élevée par rapport aux témoins en fonction du temps et de nombre de dose administrés. En effet l'écart entre les lapins témoins et traités est de 0.22 à J0 et de 0.39 à J15.

1.1.2. Poids testiculaires

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

1.1.2.1. Poids testiculaire gauche et droit des lapins

Les poids des testicules gauches et droits des lapins prépubères témoins et traités par l'huile essentielle de la sauge officinale sont présentés dans la figure 34.

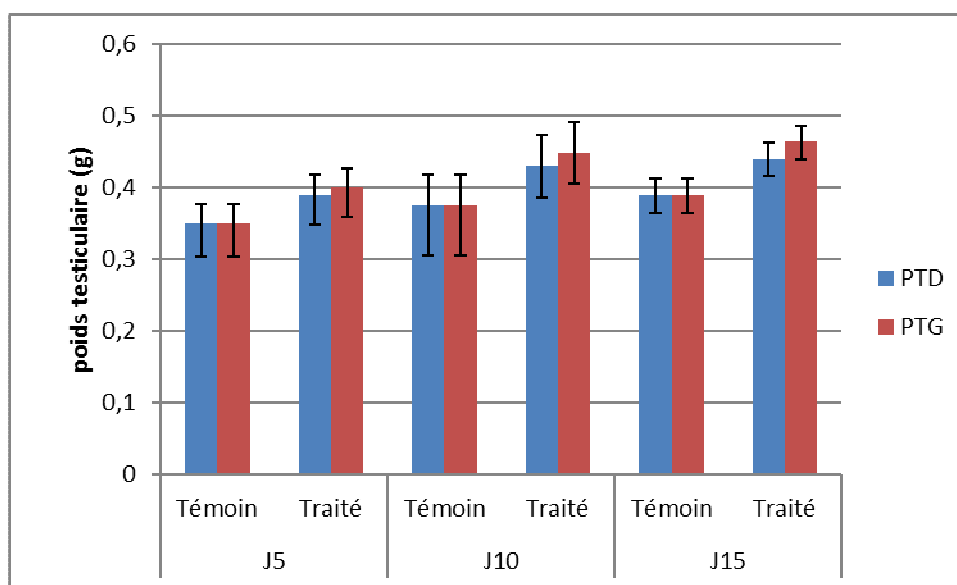


Figure 34: Représentation graphique du poids moyen des testicules gauches et droits des lapins de 3mois témoins et traités par l'huile essentielle de la Saugue officinale.

J5 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la première dose 400 μ l/kg ;

J10 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la deuxième dose 400 μ l/kg ;

J15 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la troisième dose 400 μ l/kg .

La comparaison entre les poids testiculaires droit et gauche à révéler que leurs valeurs moyennes chez les lots témoins sont presque identiques, alors que les testicules gauches sont légèrement plus élevés que les testicules droits chez les animaux traités.

1.1.2.2. Poids testiculaire total

Le poids total des testicules des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de la sauge officinale administré est présenté dans la figure 35.

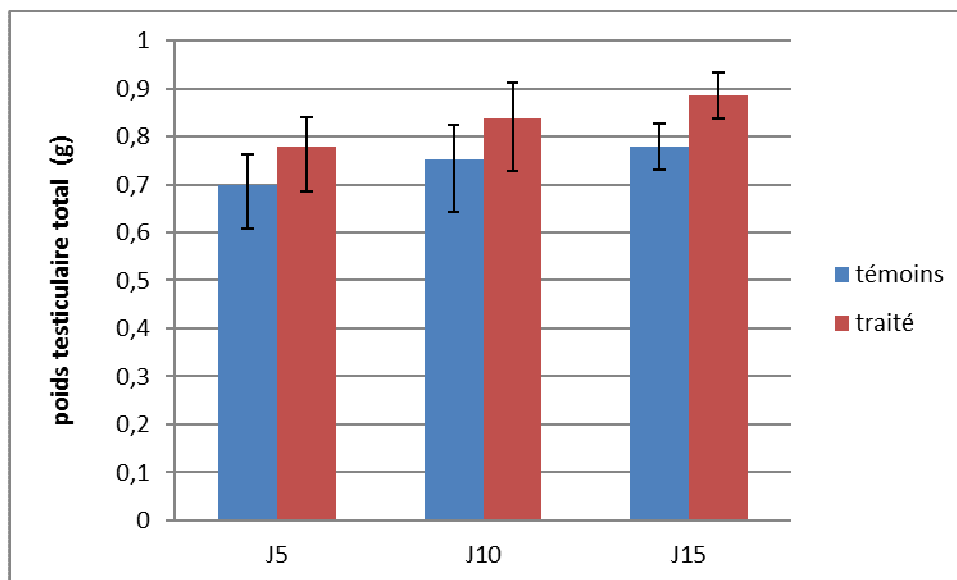


Figure 35: Représentation graphique du poids total des testicules des lapins prépubères témoins et traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale.

J5 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la première dose 400 μ l/kg ; **J10** : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la deuxième dose 400 μ l/kg ;

J15 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la troisième dose 400 μ l/kg.

Les valeurs moyennes du poids total des testicules des lapins prépubères augmentent en fonction du temps chez les animaux témoins et traités. Cependant cette augmentation est plus marquée chez les lapins traités par l'huile essentielle de la sauge officinale qui passe de 0.7g à 0.78g alors que la valeur moyenne des testicules des lapin traités avec la sauge officinale avec un écart de 0.078 et de 0.106 respectivement à J5 et J15 chez les traités, par contre cette écart est respectivement de 0.052 et 0.028 chez les témoins.

La comparaison de la valeur moyenne des poids testiculaire entre les différents lots traités a révélé que les lapins ayant eu une seule dose ont des valeurs inférieures à ceux ayant été traités par deux doses. Les animaux ayant reçu trois doses présentent les valeurs les plus importantes avec des écarts élevés.

1.1.2.3. Poids testiculaires relatifs

Les valeurs moyennes des poids testiculaires relatifs à 100 g de poids corporel des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la sauge officinale administré sont présentées dans la figure 36.

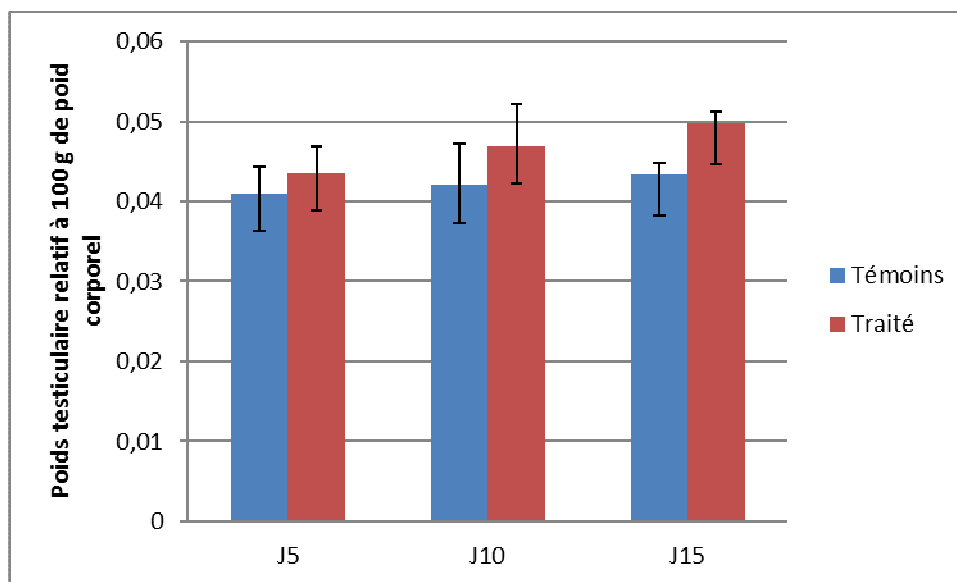


Figure 36: Représentation graphique du poids testiculaire relatif à 100 g de poids corporel des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale.

J5 : traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à la première dose 400 μ l/kg ;

J10 : traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à la deuxième dose 400 μ l/kg ;

J15 : traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à la troisième dose 400 μ l/kg.

La valeur moyenne des poids relatifs à 100g de poids corporel des testicules des lapins prépubères augmentent en fonction du temps chez les animaux témoins et traités. Cependant cette augmentation est plus marquée chez les lapins traités par l'huile essentielle de la sauge officinale qui passe de 0.043g à 0.049 g alors que la valeur des lapins traités avec la sauge officinale avec un écart de à J5 est 0.03 à J15 est 0.06 chez les traités contre un écart de 0.001 et 0.002 chez les témoins.

La comparaison de la valeur moyenne des poids relatifs à 100g de poids corporel des testicules entre les différents lots traités a révélé que les lapins ayant eu une seule dose ont des valeurs inférieures à ceux ayant été traités par deux doses. Les animaux ayant reçu trois doses présentent les valeurs les plus importantes avec des écarts élevés.

1.1.2.4. Volume testiculaire total

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

Le volume total des testicules des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de la sauge officinale administrée est présenté dans la Figure 37.

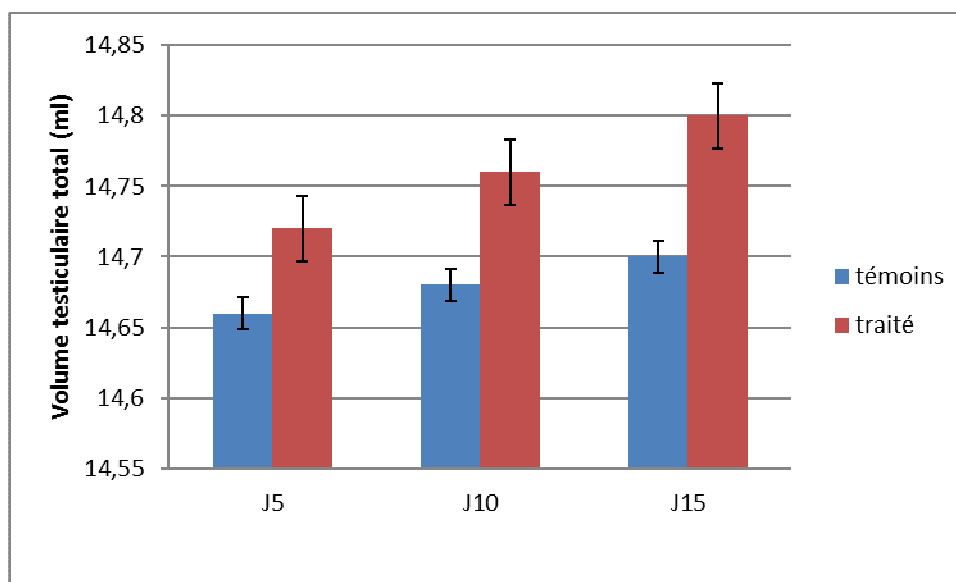


Figure 37: Représentation graphique du volume total des testicules des lapins prépubères traités par d'huile essentielle de la Sauge officinale.

J5 : traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à la première dose 400 μ l/kg ;

J10 : traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à la deuxième dose 400 μ l/kg ;

J15 : traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à la troisième dose 400 μ l/kg.

Les valeurs moyennes du volume total de testicule des lapins prépubères augmentent en fonction du temps chez les animaux témoins et traités . Cependant cette augmentation est plus marquée chez les lapins traités par l'huile essentielle de la sauge officinal qui passe de 14,72ml à 14,80 ml alors que la valeur de des lapin traités avec la sauge officinal avec un écart de 0.06 à J5 est de 0.10 à J15 est chez les traités contre un écart de 0.02 chez les témoins .

La comparaison de la valeur moyenne des volumes testiculaire entre les différents lots traités à révélé que les lapins ayant eu une seule dose ont des valeurs inférieure à ceux ayant été traités par deux doses .Les animaux ayant reçu trois doses présentent les valeurs les plus importantes avec des écarts élevés.

1.1.3. Poids épидидymaire

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

1.1.3.1. Poids épидидymaires gauche et droit des lapins

Les poids des épидидymes gauches et droits des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de la sauge officinale sont présentés dans la figure 38.

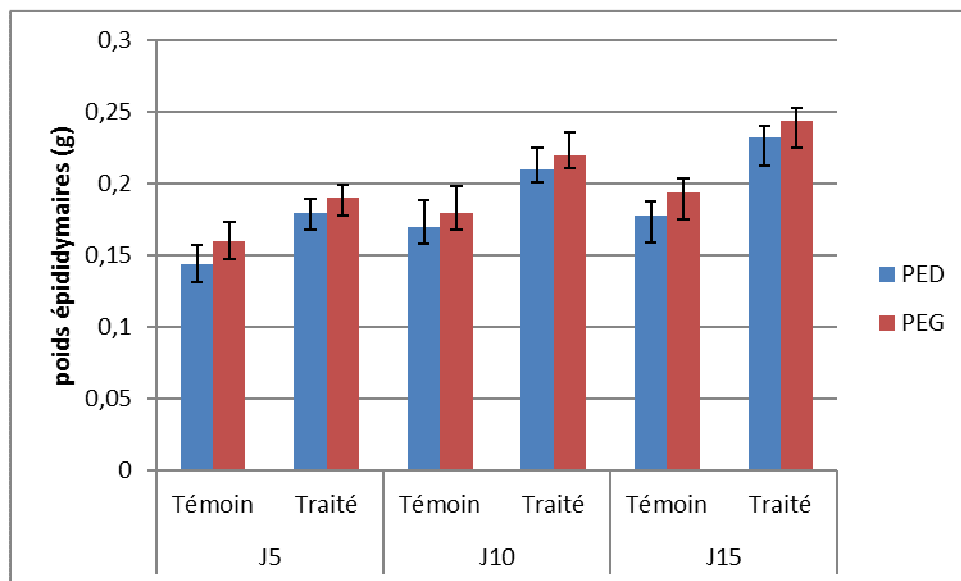


Figure 38: Représentation graphique du poids moyen des épидидymes gauches et droits des lapins âgés de 3 mois traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale.

J5 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la première dose 400 μ l/kg ;

J10 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la deuxième dose 400 μ l/kg ;

J15 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la troisième dose 400 μ l/kg.

La comparaison entre les poids épидидymaire droit et gauche à relève que l'épididyme gauche est légèrement plus élevé par rapport à l'épididyme droit , cependant cette augmentation est plus élevée par rapport aux animaux traités à la sauge officinale .

1.1.3.2. Poids épидidymaire total

Le poids total des épидidymes pour les lapins âgés de 12 semaines en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Saugе officinale est présenté dans la figure 39.

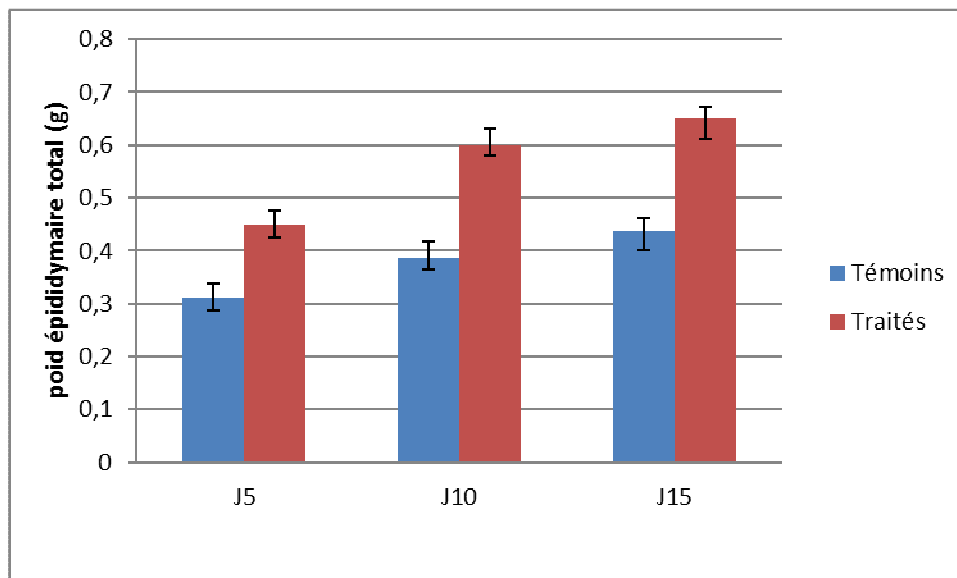


Figure 39: Représentation graphique du poids total des épидidymes des lapins prépubères après l'administration de l'huile essentielle de la Saugе officinale.

J5 : traités par l'huile essentielle de la saugе officinale à la première dose 400 μ l/kg ;

J10 : traités par l'huile essentielle de la saugе officinale à la deuxième dose 400 μ l/kg ;

J15 : traités par l'huile essentielle de la saugе officinale à la troisième dose 400 μ l/kg.

Les valeurs moyennes du poids total des épидidymes des lapins prépubères augmentent en fonction du temps chez les animaux témoins et traités . Cependant cette augmentation est plus marquée chez les lapins traités par l'huile essentielle de la saugе officinal qui passe de 0.45g à 0.65 g alors que la valeur des lapins traités avec la Saugе officinal avec un écart de 0.14 à J5 est 0.22 à J15 est chez les traités contre un écart de 0.05 , 0.07 chez les témoins .

La comparaison de la valeur moyenne des poids épидidymaires entre les différents lots traités a révélé que les lapins ayant eu une seule dose ont des valeurs inférieures à ceux ayant été traités par deux doses. Les animaux ayant reçu trois doses présentent les valeurs les plus importantes avec des écarts élevés.

1.1.3.3. Poids épидidymaire relatif

Les valeurs moyennes des poids épидidymaires relatifs à 100 g du poids corporel des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la sauge officinale sont présentées dans la figure 40.

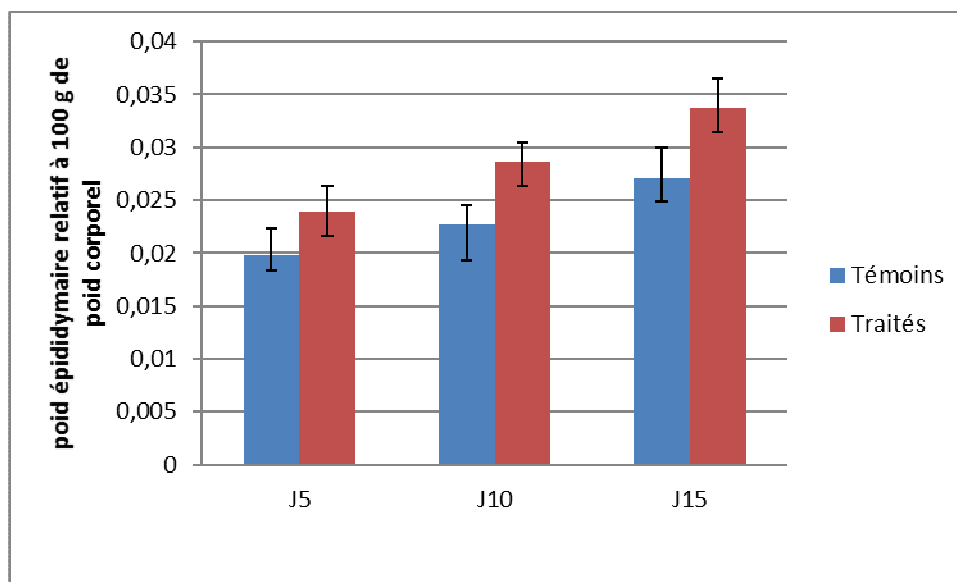


Figure 40: Représentation graphique des poids épидidymaires relatif des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle de la sauge officinale

J5 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la première dose 400 μ l/kg ;

J10 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la deuxième dose 400 μ l/kg ;

J15 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la troisième dose 400 μ l/kg.

La valeur moyenne des poids relatifs à 100g de poids corporel des épидidymes des lapins prépubères augmentent en fonction du temps chez les animaux témoins et traités . Cependant cette augmentation est plus marquée chez les lapins traités par l'huile essentielle de la sauge officinale qui passe de 0.023g à 0.033 g alors que la valeur de des lapin traités avec la Saugue officinale avec un écart de 0.004 à J5 est 0.006 à J15 chez les traités contre un écart de 0.003 chez les témoins.

La comparaison de la valeur moyenne des poids relatifs à 100g de poids corporel des épидidymes entre les différents lots traités a révélé que les lapins ayant eu une seule dose ont des valeurs inférieures à ceux ayant été traités par deux doses .Les animaux ayant reçu trois doses présentent les valeurs les plus importantes avec des écarts élevés

1.1.3.4. Volume épидидymaire

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

Le volume total des épидидymes des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de la sauge officinale administrée est représenté dans la figure 41.

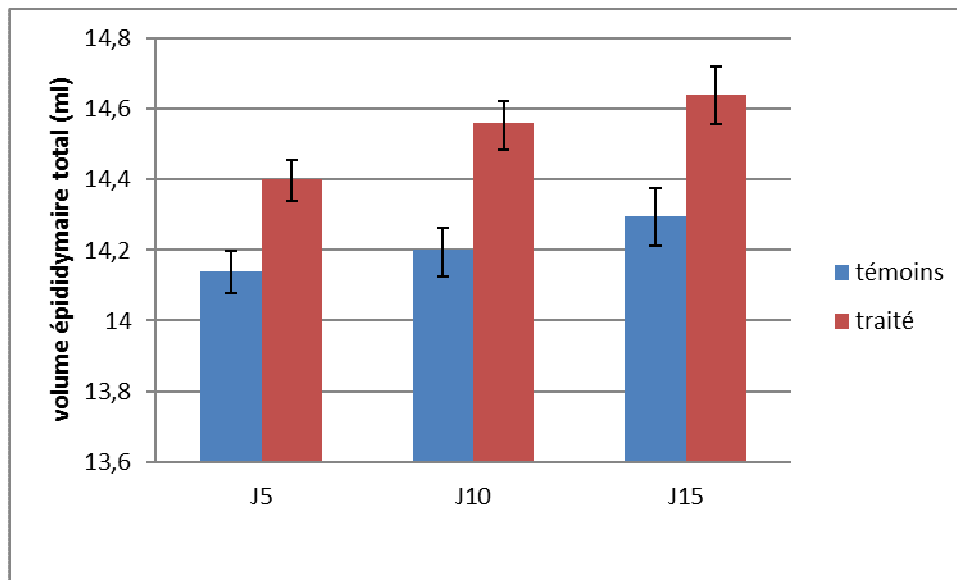


Figure 41: Représentation graphique du volume total des épидидymes des lapins prépubères traités par d'huile essentielle de la sauge officinale.

J5 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la première dose 400 μ l/kg ;

J10 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la deuxième dose 400 μ l/kg ;

J15 : traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à la troisième dose 400 μ l/kg.

Les valeurs moyennes du volume total de l'épididyme des lapins prépubères augmentent en fonction du temps chez les animaux témoins et traités. Cependant cette augmentation est plus marquée chez les lapins traités par l'huile essentielle de la sauge officinale qui passe de 14,4ml à 14,64 ml alors que la valeur de des lapins traités avec la Sauge officinale avec un écart de 0,26 à J5 est 0,35 à J15 est chez les traités contre un écart de 0,06 ; 0,09 chez les témoins

La comparaison de la valeur moyenne des volumes épидидymaires entre les différents lots traités a révélé que les lapins ayant eu une seule dose ont des valeurs inférieures à ceux ayant été traités par deux doses. Les animaux ayant reçu trois doses présentent les valeurs les plus importantes avec des écarts élevés.

1.2. Résultats de l'étude microscopique (Étude histologique)

L'étude microscopique porte sur les changements des structures histologiques du testicule et d'épididyme sous l'effet de l'huile essentielle de la sauge officinal. L'observation microscopique a été enregistrée, pour tous nos échantillons, avec le fort grossissement (10x40) pour une observation plus détaillée des structures notamment cellulaires.

1.2.1. Étude histologique des structures testiculaires

1.2.1.1. Étude histologique des structures testiculaires des lapins témoins

L'observation des coupes testiculaires des lapins prépubères des lots témoin révèle des tubes séminifères qui ont une lumière importante et une paroi formée d'un épithélium comprenant certaines cellules de la lignée germinale : spermatogonies à noyaux ronds et condensés, spermatocytes I à noyaux volumineux et à chromatine décondensée grossiers, des cellules de petite taille qui sont les spermatides rondes, des cellules de Sertoli à noyau triangulaire. Ces tubes sont entourés par des cellules péri-tubulaires à noyaux aplatis et un tissu conjonctif intertubulaire avec des cellules de Leydig à noyaux arrondis .(figure 42)

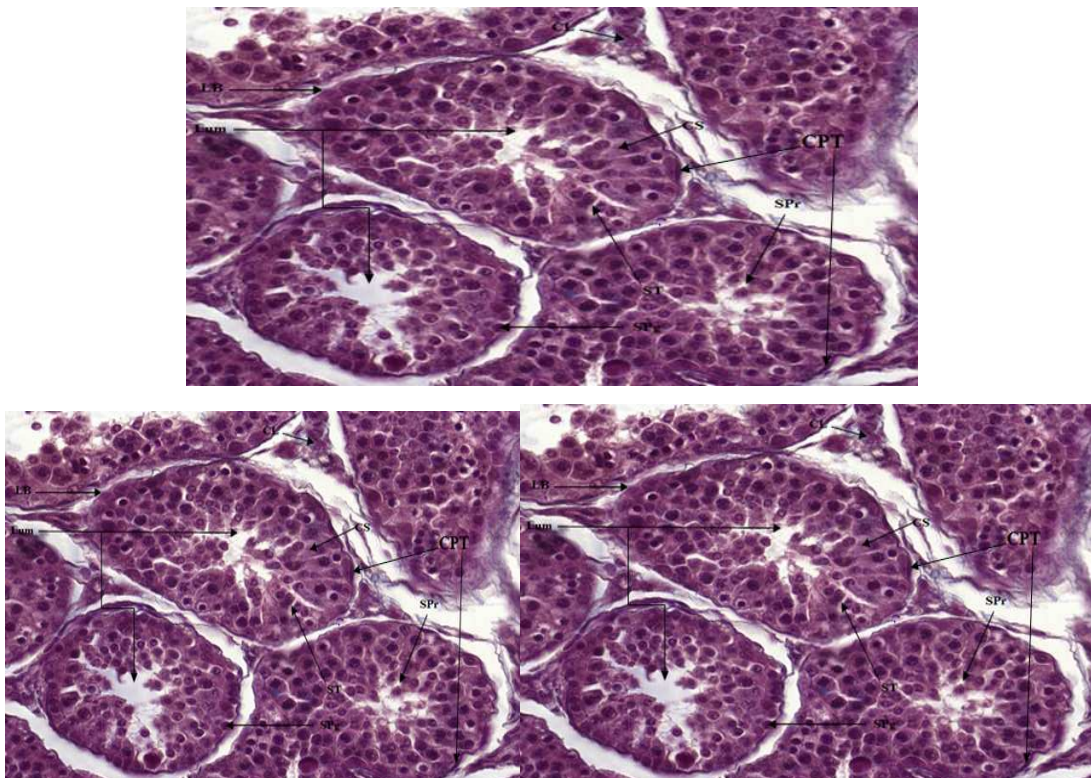


Figure42: Coupe histologique au niveau de testicule de lapin témoin âgé de 3 mois après coloration de trichrome Massonau grossissement (10*40).

Pg: Spermatogonie; **ST** :Spermatocyte ; **SPr** : Spermatide rond; **LB:** Lamme basale ;

CS : Cellule de Sertoli; **CL** : Cellule de Leydig ; **Lum:** Lumière; **CPT:** cellules péri-tubulaires.

1.2.1.2. Étude histologique des structures testiculaires des lapins traités

Les structures histologiques des tubes séminifères des lapins âgés de 12 semaines traités par l'huile essentielle de la sauge officinale à une seule dose et à deux doses (400µl/Kg) présentent une lumière réduite par rapport au témoins, avec un nombre des spermatides rondes plus important, et l'apparition des 1ers spermatides allongés dans un nombre très réduit de tube séminifère (Figure 43 A B).

Pour le lot traité par l'huile essentielle de la sauge officinale à la troisième dose (400µl/kg) il ya absence de la lumière et apparition d'un nombre plus important de spermatides allongés par rapport à une seule dose et à deux doses (400µl/kg) dans quelques tubes séminifères ce qui signifie que la troisième dose est plus efficace que la première et la deuxième dose (Figure 43 C).

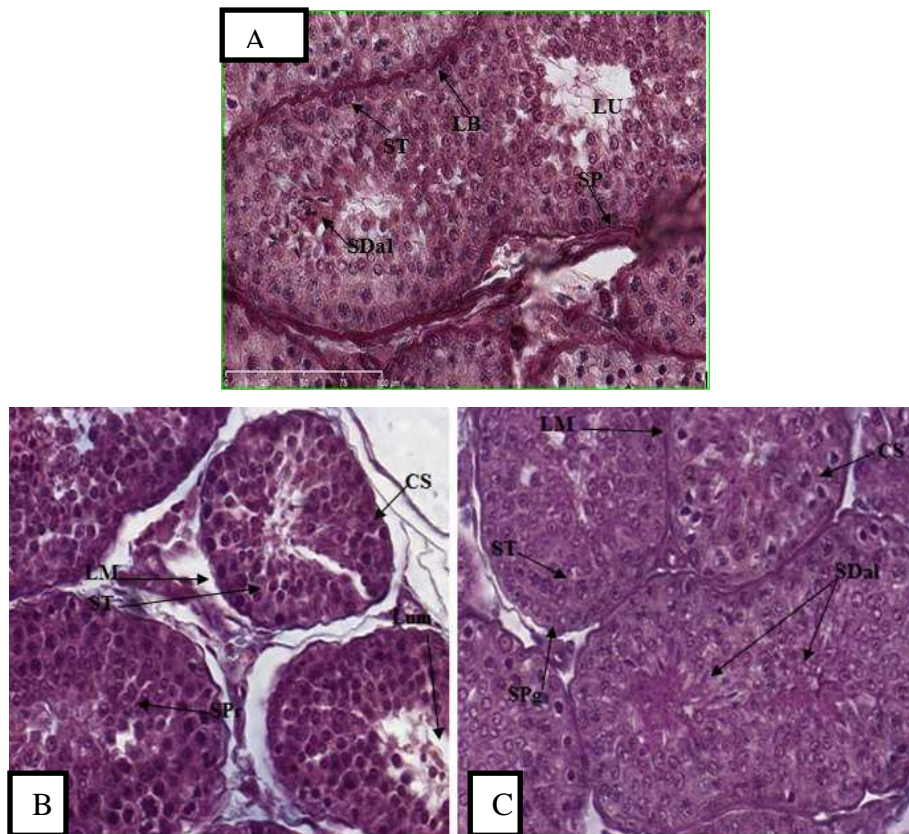


Figure 43: Coupe histologique au niveau de testicule de lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale après coloration de trichrome Masson au grossissement (10*40).

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

A : Lapin traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale à une seule dose 400µl/kg; **B:** Lapin traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale à deux dose 400µl/kg, **C :** Lapin traité par l'huile essentielle de la sauge officinale à trois dose 400µl/kg

1.2.2. Étude histologique des structures épидидymaires

1.2.2.1. Étude histologique des structures épидидymaires des lapins témoins

La structure histologique de l'épididyme des témoins révèle un épithélium prismatique pseudostratifié qui est constitué par des cellules basales reposant sur une lame basale ainsi que de cellules principales abondantes présentant vers la lumière des stériocils. Le tissu conjonctif intertubulaire est formé de cellules musculaires, de fibroblastes et de vaisseaux sanguins (Figure44).

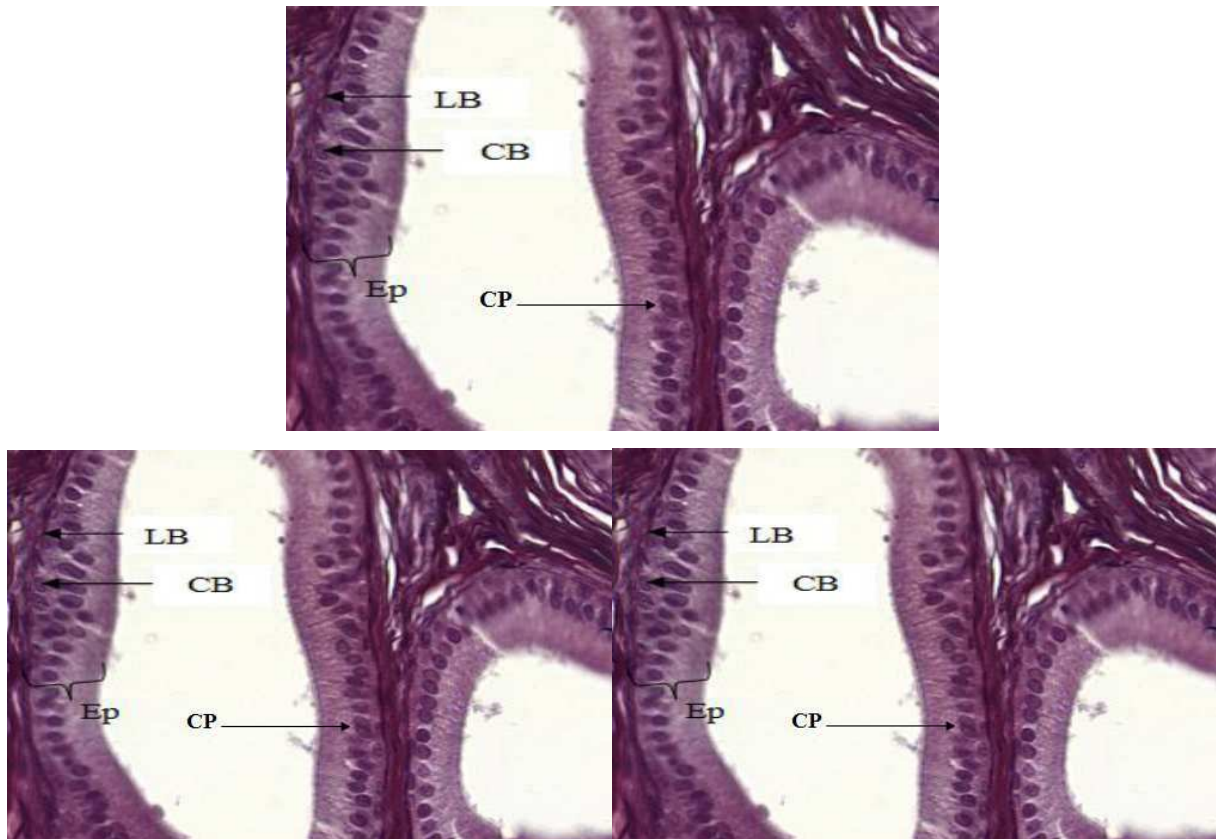


Figure44: Coupe histologique au niveau de l'épididyme de lapin témoin âgé de 3 mois après coloration de trichrome de Masson au grossissement (10*40).

LB: Lamme basale; **CB :** Cellule basale; **CP:** Cellule principale ; **EP:** Epithélium.

A : lapin témoin du premier lot , **B :** lapin témoin du deuxième lot , **C :** lapin témoin du troisième lot.

1.2.2.2. Étude histologique des structures épидидymaires des lapins traités

L'observation microscopique des structures épидидymaires des lots traités par l'huile essentielle de la sauge officinale montre que les tubes épидидymaires sont bordés par une paroi musculaire adhérente à un épithélium pseudostratifié prismatique, présentant des stériocils plus grandes et plus nombreuses chez ceux traités avec trois doses par rapport à ceux traités par deux et une seule dose. La lumière de ces tubes est marquée par la présence de sécrétions

indiquant le déclenchement de l'activité sécrétrice des cellules épithéliales épидидymaire (Figure 45).

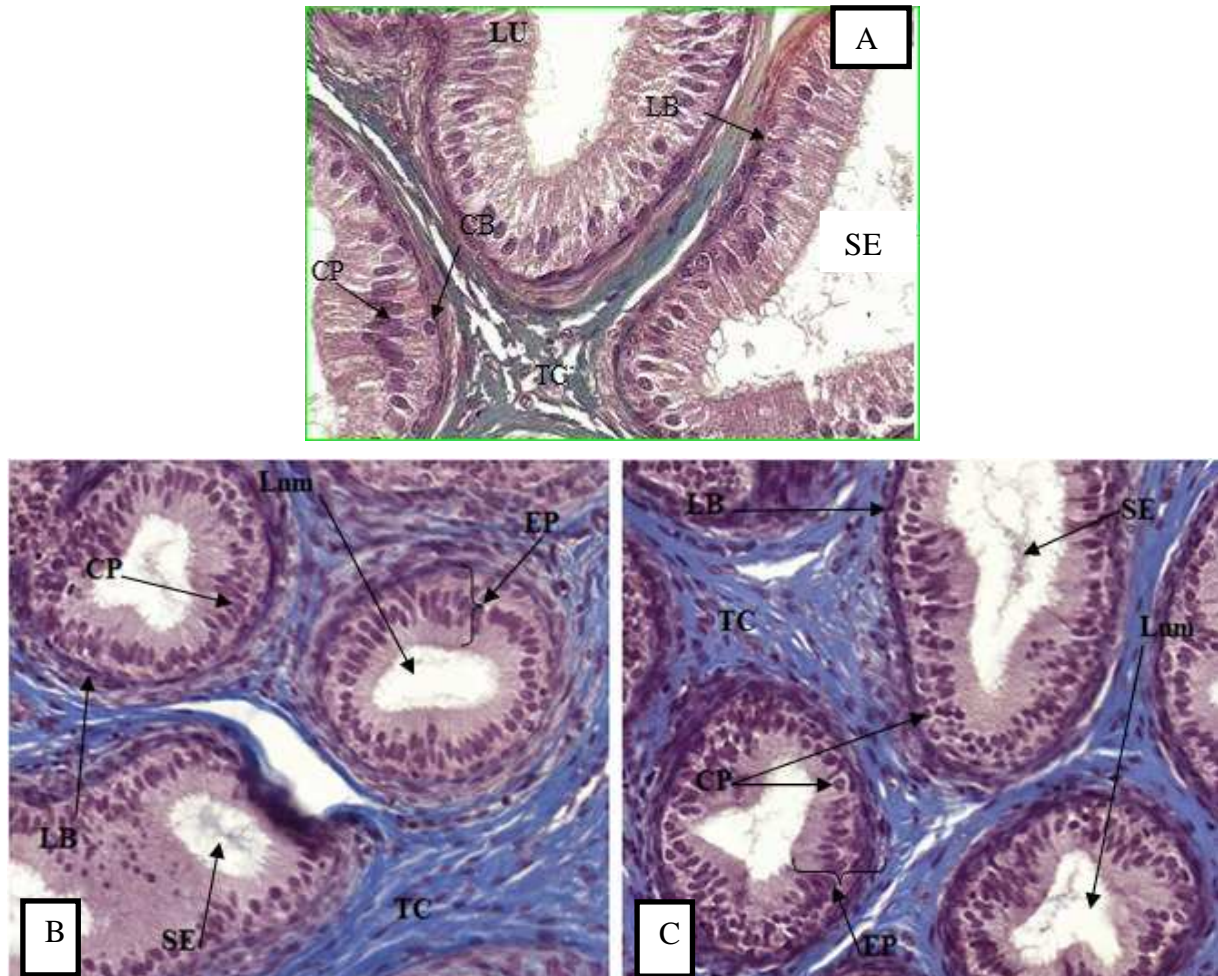


Figure 45: Coupe histologique au niveau de l'épididyme d'un lapin prépubère traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale après coloration avec le trichrome de Masson au grossissement (10*40).

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

A : Lapin traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale à une seule dose 400µl/kg. ; **B:** Lapin traité par l'huile la Sauge officinale à deux doses 400µl/kg. , **C:** Lapin traité par l'huile essentielle de la Sauge officinale à trois doses 400µl/kg.

2. Discussion

La présente étude porte sur l'effet de l'huile essentielle de la sauge officinale sur le poids corporel et gonadique ainsi que sur les structures testiculaires et épидидymaires chez les lapins de la population locale prépubères

2.1. Paramètres macroscopiques

La croissance pondérale d'un animal est un caractère extrêmement variable en fonction des facteurs génétiques, alimentaires et environnementaux (Piles et *al.*, 2003). Après la naissance de la régulation de la croissance pondérale chez le lapin n'attient la pleine efficacité qu'au bout de 100 jours (Vézinhet, 1968).

Les résultats des paramètres macroscopiques (le poids corporel, le poids et volume du testicule et d'épididyme ainsi que le poids relatif du testicule et d'épididyme) obtenus montrent que les lapins traités par l'huile essentielle de la sauge officinale ont des valeurs plus élevées que ceux des témoins d'une part, leurs valeurs moyenne sont plus élevées à la fin de l'expérimentation d'autre part.

Selon et Nantia et *al.* (2007) Soy et *al.* (2016) l'administration de l'extrait éthanolique de feuilles de *Mentha piperita* pendant 60 jours et l'extrait de méthanol de *Bsella alba L.* pendant 30 jours chez le rat mâle accroît le poids corporel des animaux avec le temps. 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, Saugue et Lavande (Alçiçk et *al.*, 2003 ; Alçiçk et *al.*, 2004; Botsoglou et *al.*, 2004 ; Bozkurt et *al.*, 2009 ; Bozkurt et *al.*, 2012).

D'après Garcia Tomas et *al.* (2007), l'augmentation du volume testiculaire est probablement liée à la prolifération cellulaire au niveau des tubes séminifères suite à une augmentation importante de la testostérone plasmatique. En outre Castro et *al.*, (2002); Samia et *al.*, (2005) ont montré que la testostérone est nécessaire pour lancer la spermatogenèse à la puberté et pour l'entretien de ce processus chez l'adulte.

L'administration de l'huile essentielle de la Sariette (*Saturjakhuzestanica*) a provoqué une augmentation significative du poids épидидymaire (HaeriSulmaz et *al.*, 2006). Nos résultats corroborent avec ceux obtenus par Nessah et Zaatri (2018) qui ont montré que l'administration de l'huile essentielle de la sauge officinale induit une augmentation du poids et volume épидидymaire chez les lapins prépubères. De même ceux obtenus par Yayaoui (2018) montrent que l'administration de l'huile essentielle Menthe poivrée pour les lapins âgés de 3 mois induit une augmentation du poids épидидymaire en fonction de la dose administrée. Cependant, Kumar (2008) n'a observé aucuns changements significatifs au

système reproducteur après l'utilisation à court terme de la Menthe verte, mais l'utilisation à long terme a causé des dommages irréversibles à ce système, tels qu'une diminution significative du poids des vésicules séminales, épидидymes, testicules et prostate avec changements histopathologiques significatifs dans ces tissus.

2.2. Paramètres microscopiques

Les variabilité microscopiques comme l'apparition de spermatides allongées et de spermatozoïdes dans les tubes séminifères, le diamètre, le nombre et la taille des cellules interstitielles et germinales ont été utilisées comme indicateurs de maturité sexuelle (Schinckel et *al.*, 1983; Tegegne et *al.*, 1991).

La structure histologique des testicules et des épидидymes des lapins prépubères traités par les huiles essentielles de la sauge officinale a présenté des modifications par rapport aux témoins. En effet, des spermatides allongées apparaissent dans les structures histologiques des tubes séminifères des animaux traités par l'huile essentielle, alors que la spermiogénèse s'arrête chez les témoins au stade spermatide rond. L'étude histologique des structures épидидymaire des lapins a montré la présence d'un épithélium prismatique pseudostratifié constitué de cellules basales reposant sur une lame basale ainsi que des cellules principales abondantes présentant vers leur lumière des stériocils dont le nombre et la hauteur sont plus importants chez les traités par rapport aux témoins. La lumière des tubes épидидymaires chez les traités présente des sécrétions alors qu'elle est vide chez les témoins.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Bashady et *al.* (2007), qui ont montré que l'administration de 300 mg/kg d'un extrait aqueux de *Nigella sativa*, pendant 60 jours chez les rats, induit une augmentation du poids des organes reproducteurs ainsi que l'épaisseur et le diamètre des tubes séminifères et stimulation du développement des spermatogonies, spermatocytes primaires et secondaires, spermatides, spermatozoïdes libres, densité du sperme, activité sécrétrice des vésicules séminales et de la prostate ainsi que le temps d'excitation. Ces variations seraient probablement dues à une augmentation des concentrations des hormones responsables de la spermatogénèse, LH, FSH et la testostérone.

Selon Haeri et *al.* (2006), l'huile essentielle de la sarriette (SKEO) (*Satureja khuzestanica* essential oil) a un effet sur la fertilité des rats mâles à des doses de 150, 225mg/kg en induisant une augmentation du nombre des spermatogonies, des spermatides, des cellules de Leydig et des spermatozoïdes ainsi qu'une hypertrophie des cellules de Sertoli, accompagné de l'augmentation des hormones la FSH et la testostérone.

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

Selon Agarwal et *al.* (2012), l'éthanol de l'extrait de *Calendula officinalis* altère la fertilité des rats traités pendant 60 jours aux doses de 150, 250 et 500 mg/jour en induisant une diminution significative de la motilité et la densité des spermatozoïdes dans la queue de l'épididyme et du poids des organes reproducteurs.

Conclusion

Au terme de notre travail sur les effets de l'huile essentielle de la sauge officinale sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins mâles prépubères de la population locale, nous avons constaté que cette l'huile à engendrée des modifications sur les paramètres macroscopiques (poids corporal, poids et volume testiculaire et épидидymaire) et microscopiques.

En effet, la valeur des différents paramètres macroscopique étudiés (poids corporal, poids et volume testiculaire et épидидymaire) sont plus élevé chez les lapins traités par l'huile essentielle de la sauge officinale par rapport aux témoins, ainsi que les lapins traités par trois doses sont supérieure à ceux traités par deux doses et une seule dose.

Sur le plan histologique, les structures testiculaires et épидидymaires des animaux traités par l'huile essentielle de la Saugе officinale sont plus développés par rapport à ceux des témoins, aux niveaux testiculaires cette huile induit l'apparition des 1^{er}e spermatides allongées dans quelques tubes séminifères dont le nombre est plus grand à la fin de l'expérimentation. Tandis qu'aux niveaux épидидymaires il y'a apparition de sécrétions épидидymaires dans la lumière des tubes et un épithélium prismatique pseudostratifié riche en stériocils.

De ce fait, il semblerait que l'huile essentielle de la sauge officinale utilisée aurait un effet positif sur le développement des structures gonadiques et la fertilité des lapins mâles prépubères.

Afin de compléter cette recherche, il serait de grand intérêt de réaliser cette étude dans un temps plus large et des doses plus élevées sur un effectif plus grand, renforcer cette étude par une étude histomorphométrique pour étudier les effets de l'huile essentielle de la sauge officinale sur le diamètre des tubes séminifères, ainsi que la hauteur des cellules épithéliales, analyser la semence pour identifier les effets de cette huile sur la fertilité, étudier les variations hormonales (testostérone, FSH et LH) et le dosage des paramètres biochimiques pour appuyer les résultats obtenus, ainsi que élargir cette étude en utilisant d'autres huiles essentielles des plantes locale.

Enfin 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*

Références bibliographiques

- **Adamali H.I., Somani I.H., Huang J.Q., Mahuran D., Gravel R.A., Trasler J.M., et Hermo L. (1999).** I. Abnormalities in cells of the testis, efferent ducts, and epididymis in juvenile and adult mice with beta-hexosaminidase A and B deficiency. *J. Androl.* **20**: 779-802.
- **Aitken R.J., Nixon B., Lin M., Koppers A.J., Lee YH. et Baker MA. (2007).** Proteomic changes in mammalian spermatozoa during epididymal maturation. *Asian J Androl*: 554-564.
- **Alvariño J.M.R. (2000).** Reproductive performance of male rabbits. *In: Proc. 7th World Rabbit Congresses. Valencia, A*: 13-35.
- **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.
- **Alçiçek A., Bozkurt M. et Çabuk M. (2004).** The effect of a mixture of herbal essential oils, an organic acid or a probiotic on broiler performance. *S. Afr. J. Anim. Sci.* **34**, 217-222.
- **Agrawal S., Kumar A., Gullaiya S., Dubey V., Nagar A., Tiwari P., Dhar P. et Singh V. (2012).** Activité anti-fécondité d'écorce méthanolique d'*Aegle marmelos* (L) chez des rats Wistar mâles. *DARU. J. Pharma. Sci.*, **20** (1) : 94.
- **Alvarino M.R. (1993).** Control de la reproduction en el conejo. 1er éd., IRYDA, mundi-prensa: 137.
- **Amann R.P. (1993).** Physiology and Endocrinology. *In: Mc KINNON AO, VOSS JL(eds), Equine Reproduction, 1ed., Lea et Febiger eds, Philadelphia*: 1137-1154 5.
- **Annick N. (2014).** Mécanismes moléculaires impliqués dans la répression de la stéroïdogénèse des cellules de Leydig par les plastifiants et les organochlorés. Thèse de Doctorat en Biologie cellulaire et moléculaire, Université LAVAL, Canada : 282.
- **Aurore Britan. et Drevet J.R. (2016).** androginie. *Andrologie* 2006., **16 N**: 197-227.
- **Badran H.H. et Hermo L. (2002).** Expression and regulation of aquaporins 1, 8 and 9 in the testis efferent ducts, and epididymis of adult rats and during postnatal development. *J. andro.*, **23**: 358-373.
- **Bashandy S. (2007).** Effect of fixed oil of *nigella Sativa* on male fertility in normal and hyperlipidemic rats. *International. j. pharmacology*; **1**:27-33

Références bibliographiques

- **Barone R. (2001).** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4: splanchnologie II. Edition Vigot Frères: 241-516
- **Bell D.J .et Mitchell S. (1984).** Effects of female urine on growth and sexual maturation in male rabbits. *Journal of Reproduction*.
- **Beltramo M., Dardente H., Cayla X. et Caraty A. (2014).** Cellular mechanisms and integrative timing of neuroendocrine control of GnRH secretion by kisspeptin. *Mol. Cell. Endocrinol* : 382, 387-399.
- **Berchiche M. et Zerrouki N. (2000).** Reproduction des femelles de population locale: Essai d'évaluation de quelques paramètres en élevage rationnel. *3ème journée de recherches sur les productions animales « conduite de performance d'élevage »*. Université de Tizi-ouzou : 293-298.
- **Bozkurt M., Küçükylmaz K., Çatlı A.U. et Çınar M. (2009).** Effect of dietary mannanolig saccharide with or without oregano essential oil and hop extract supplementation on the performance and slaughter characteristics of male broilers. *S. Afr. J. Anim. Sci* ;39 (3) : 223-232.
- **Bozkurt M., Küçükylmaz 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 diets on growth, organ size, intestinal morphology and immune response of male and female broilers. *Ital. J. Anim. Sci*; 11: 290-297.
- **Berger M., Jean-Faucher Ch., De Turckheim M., Veyssiere G. et Jean C I. (1982).** La maturation sexuelle du lapin mâle. *3èmes Journées de la Recherche Cunicole.*, Paris : 1-11.
- **Boiti C. (2005).** Guidelines for the handling of rabbitbucks and semen. *World Rabbit Sci, WRSA, UPV* : 72-80.
- **Bonnes G., Desclaude J., Desclaude J., Drogoul C., Gadoud R., Jussiau R., Le Loc'h A., Montémas L. et Robin G. (2005).** Reproduction des animaux d'élevage. *2ème Ed Educagri*: 407
- **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture chez le lapin. Edité par l'association française de cuniculture ; Diffusion *Lavoisier TEC & DOC* : 240p.
- **Brambell F.W.R. (1944).** The reproduction of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*. *proc. zool. Soc. Lond* ; 114 : 1-114.

Références bibliographiques

- **Castellini C. (2008).** Semen production and management of rabbitbucks. *Dept. Of Applied Biology, University of Perugia, Italy, 9thWorld Rabbit Congress-June:10-13*
- **Cooper T.G. (1998).** Interactions between epididymal secretions and spermatozoa.*J.Reprod and Fertility Suppl ;53:119-136.*
- **Cornwall G. A. et Hsia N. (2003).** A new subgroup of the family 2 cystatins. *Mol. Cell. Endocrinol 200, 1-8.*
- **Castro A.C.S., Berndtson W.E. et Cardoso F.M. (2002).** Plasma and testicular testosterone levels, volume density and number of Leydig cells and spermatogenic efficiency of rabbits. *Braz.J. Med. Biol Res; 35: 493-498.*
- **Dadoune J.P., Hadjhsy P. et Vendrly J.P.S. (1990).** Histologie. *Edition Médecine Science Flammarion, France : 352-353..*
- **Dob T.,Berramdane T., Chelghoum C., (2005)** Chemical composition of essential oil of *Pinus halipensis* Miller growing in Algeria.Comptes Rendus Chimie (11-12)
- **Dohle G.R., Smit M. et Weber R.F. (2003).** Androgens and male fertility. *World. J. Urol; 21 (5):341-345.*
- **Dym M.R., Raj H.G.M., Lin Y.C., ChemesH.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.,1. (26): 175-181.*
- **Ewuola E.O. et Equnike G.N. (2010).** Effects of dietary fumonisin B1 on the onset of puberty, semen quality, fertility rates and testicular morphology in male rabbits. *Reproduction. 139: 439-45.*
- **Finzi A., Daader A., Yamani K., Soliman A. et Askar A. (2000).** Influence of chronique high relative humidity on semenquality of hot stressedbucks. 7th world Rabbit congress.
- **Fortun-Lamothe L., Teau-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, éd. *Quae Versailles, France : 39-83.*
- **Frolich A. (1948).** Some factors affecting semen production in rabbits. *Primo. congointern. fisiopat. h.iprod. Animal fecond. artif ,milano.*
- **Gacem M, Zerrouki N, Lebas F, (2009).** Comparaison des performances de production d'une Souche synthétique de lapin avec deux populations locales

Références bibliographiques

disponible en

Algérie. 13^{ème} journées de la recherche Cunicole, 17-18 novembre.France.

- **García-Tomas M., S´anchez J. et Piles M. (2009).** Post-natal sexual development of testis and epididymis in the rabbit: Variability and relationships among macroscopic and microscopic markers. *Animal Reproduction Science*; 110: 347–355.
- **García-Tomas M., Sanchez J., Rafel O., Ramon J., Piles M, (2007).** Développement sexuel post-natal chez le lapin : profils de croissance et de développement du testicule et l'épididyme dans deux lignées. *12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, Le Mans, France : 49-52
- **Gayrard V. (2007).** Physiologie de la reproduction des mammiferes. Thèse de Doctrat, école vétérinaire de Toulouse: 198.
- **Girod C., Czyba J C.** Biologie de la reproduction 2^{ème} édition (lyon) : 79-82.
- **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.
- **Hamon R., Thepot N. et Salaun G. (1999).** Biologie de la reproduction des mammifères d'élevage. *Editions Educagri*: 132p.
- **Hazard J. et Perlemuter L. (2000).** Endocrinologie, Abrégé. Edition Masson, Paris: 363-375.
- **Hermo L. et Robaire B. (2002).** Epididymal cell types and their functions; Dans: The Epididymis: From Molecules to Clinical Practice. *Kluwer Academic/Plenum*.,42: 81–102.
- **Hinton B.T., Palladino M.A., Rudolph D. et Labus J.C. (1995).** The epididymis as protector of maturing spermatozoa. *Reproduction, Fertility and Development* ; 7 (4) : 731-745.
- **Hiroe K. et Tomizuka T. (1965).** Effets d'un environnement à température élevée sur la production de sperme chez les animaux domestiques. *bulletin of the national Institute of animal industry, japan no* ; 9:3-27.
- **Haeri S., Minaie B., Gholamreza A., Shekoufeh N., Khorasani R., Esmaily H., Salehnia A. et Abdollahi M. (2006).** Effect of Saturejakhuzestanica essential oil on male rat fertility. *Elsevier, Fitoterapia*, 77, 495-499.

Références bibliographiques

- **Hochereau De Reviere M.T.H. et Royere D. (1996).** Anatomie fonctionnelle du testicule adulte in Drosdowsky M.A., Belaisch J. et Vermeulen A. (1996). Endocrinologie masculine. 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.
- **Houmadi A. (2007).** Maitrise des cycles sexuels chez les Bouvins : application de traitements combinés à base de progesterone-PGF2-PMSG et progestagene-PGF2-PMSG. Mémoire de Master2, Zootechnie, IPR/IFRA de Katibougou Mali : 60.
- **Jardin A. et De Fourmestraux N. (1984).** In Mauvais-Jarvis P. médecine de la reproduction masculine. Ed. *Flammarion Med. Sci.* : 15-23.
- **John K. Amory. et William J. Bremner. (2003).** Regulation of testicular function in men: implications for male hormonal contraceptive development. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology.*, vol. 85: 357-361.
- **Joly T. et Theau C.M., (2000).** Reproduction et Physiologie de la Reproduction au 7ème Congrès Mondial de Cuniculture, ISARA–FESIA, 31 place Bellecour - 69288 Lyon.
- **Junqueira L.C. et Carneiro J. (2007).** Basic histology. 11th ed. *Copyright © The McGraw-Hill Companies.*
- **Kumar V., Kural MR., Pereira BMJ. et Roy P.(2008).** Spearmint induced hypothalamic oxidative stress and testicular anti-androgenicity in male rats – altered levels of gene expression, enzymes and hormones. *Food Chem Toxicol*; 46:3563–3570.
- **Lebas F. (2009).** Biologie du lapin. Sous chapitre 7.2. reproduction du mâle.
- **Lebas F., Coudert P., Rochambeau H. et Thébault R.G. (1996).** LE LAPIN. Élevage et pathologie (nouvelle version révisée) Collection FAO : production et santé animale. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ROME; N°19:51 *and Fertility*, 71: 155-160.
- **Lebas F., Coudert P., Rouvier R. et De Rochambeau H. (1984).** Le lapin : élevage et pathologie. Ed. *F. A.O, Rome* : 298.
- **Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H et Thebault R.G (1996).** Le Lapin, Élevage et Pathologie (nouvelle édition révisée). FAO éditeur, Rom : 227 pp.
- **Little T.V. et Holyoak Gr. (1992).** Reproductive anatomy and physiology of the stallion. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 8 (1): 1-29.

Références bibliographiques

- **Luzi F., Maertens L., Mtjten P. et Pizzi F. (1996).**Effect of feeding level and dietary protein content on libido and semen characteristics of bucks. In *Processe. : 6th Word Rabbit Congres, Toulouse; 2: 87-92.*
- **Marie Saint-Dizier et Sylvie Chastant-Maillard. (2014).** *La Reproduction animale et humaine.* Éditions Quae, *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France* tome ; 167 n°4, : 355-357.
- **Marsimovic M. ; Danijela V ; Mladen M. ; Marija E . Sabaheta A. ; et Sonja S.Y.(2007).** Effet of the environment condition on essential oil profile in two dinaric *Salvia* species : *Salvia brachydon vandas* and *Salvia officinalis* L. *Biochemical systematics and Ecology.* 35 ,473-478
- **Martin H, Johnson et Barry J, Everitt , 2002.** *Reproduction .* De Boeck Université s.a.Paris.p298
- **Martinet L. (1973).** Quelques aspects de la physiologie de la reproduction du lapin. Conférence, *Session ITAVI Toulouse, sept : 1973.*
- **Martinet T. (1978).** physiologie de la reproduction du lapin. Journée d'études CNRS-INRA, Orléans, France.
- **Martinez-Garcia F., Regadera J., Cobo P., Palacios J., Paniagua R. et Nistal M. (1995).** The apical mitochondria-rich cells of the mammalian epididymis. *Andr.* 27: 195-206
- **Martoja R. et Martoja M. (1967).** Initiation aux techniques de l'histologie animale. Eds Masson et cie, Paris : 343.
- **Micheline M., Bernard V., Marie-Laure K., Serge C. et René H. (1999).** GnRH et récepteur du GnRH dans les gonades du rat: expression et régulation de leurs ARN messagers chez les fœtus et chez le mâle adulte, Thèse de doctorat, Endocrinologie et interactions cellulaires, Université de Paris-Sud .Faculté de médecine (Le Kremlin-Bicêtre, Val-de-Marne) : 121-154
- **Migaud M., Dardente H., Keller M., Batallier M., Meurisse M., Pillon D., PRC, CNRS, IFCE, et INRA. (2016).** Contrôle neuroendocrinien de la reproduction chez les mammifères. Université de Tours, 37380, Nouzilly, France.
- **Muller Y. et Clos J. (1997).** La reproduction (Gonades, gamètes et fécondation). Edition Nathan, Paris: 9-31.
- **Nessah N. et Zaatri S. (2008).** Obtention du Diplôme de Master. Etude préliminaire sur les effets des huiles essentielles (Romarin à verbénone et Sauge officinale) sur la

Références bibliographiques

structure des testicules et épидидymes des lapins mâles âgés de 3 mois prépubères de la souche synthétique.

- **Nantia E.A., Moundipa P. F., Beboy N.S., Moussees T.K. et Carreau S. (2007).** Etude de l'effet androgénique de l'extrait au méthanol de *Basella alba* L. (Basellaceae) sur la fonction de reproduction du rat mâle. *Journal of andrologie* ; N02 :129-133.
- **Noblanc A., Kocer A. et Drevet J. (2012).** Protection post-testiculaire des gamètes mâles contre les dommages radicalaires. *Médecine Science* ; 28 : 519 – 525.
- **Pinilla L., Aguilar E., Dieguez C., Millar R.P. et Tena-Sempere M. (2012).** Kisspeptins and reproduction: physiological roles and regulatory mechanisms. *Physiol. Rev.*, 92: 12.
- **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* ; 81:24–2714.
- **Pollanen P. et Cooper T.G. (1994).** Immunology of the testicular excurrent ducts. *J.ReprodImmunol* ; 26 : 167-216.
- **Ramos A.S., JR., et Dym, M. (1977).** Fine structure of the monkey epididymis. *Am. J. Anat.* **149**: 501-531.
- **Rejraji H. et Drevet R. (2004).** Sécrétions apoclines dans le tractus génital mâle : Rôles potentiels dans la maturation des gamètes. *Andrologie* ; 14 : 22-33.
- **Robaire B. et Hermo L. (1988).** Efferent ducts, epididymis, and vas deferens: structure, functions, and their regulation. In *The Physiology of Reproduction*: 999-1080 Eds Knobil E. et Neill J. *Rav. Pres.* New-York.
- **Robaire B. et Hermo L. (1988).** Efferent ducts, epididymis, and vas deferens: structure, functions, and their regulation. In *The Physiology of Reproduction*: 999-1080 Eds Knobil E. et Neill J. *Rav. Pres.* New-York.
- **Robaire B. et Viger R.S. (1995).** Regulation of epididymal epithelial cell functions. *Biol. Reprod.* **52**: 226-236.
- **Robaire B., Syntin P., Jarvis K. Pineau C. et Saez J. (2003).** The coming of age of the epididymis. In J~gou B.eds. *Testis, Epididymis and Technologies in the year.* New-York, Springer-Verlag: 229-262.

Références bibliographiques

- **Roser J.F. (2008).** Regulation of testicular function in the stallion: an intricate network of endocrine, paracrine and autocrine systems. *Anim.Reprod.Sci.*, vol. 107 (3-4) : 179-196.
- **Roustan A. (1992).** l'amélioration génétique en France :le contexte et les acteurs :le lapin. INRA station d'amélioration génétiques des animaux BP 27 31326 CastanetTolosan Cedex).
- **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.
- **Saez, J.M. (1994).** Leydig cells: endocrine, paracrine, and autocrine regulation. *Endocr.Rev.*,15 (5) :547-626.
- **Samia Z., Meshreky., Arafa M.M. et Abo-Warda M.A. (2005).** Evaluation of male capabilities in V-line, Baladi Red Rabbits and their cross under the Egyptian environmental conditions. *In Proc.: 2nd Sci. Conf. Anim. Prod. Res. Inst., Egypt:* 681-693.
- **Schulz R. W., Menting S., Bogerd J., França L.R. et Vilela D.A.R. (2005).** Sertoli cell proliferation in the adult testis—evidence from two fish species belonging to different orders. *Biology of reproduction n;* 73 (5): 891-898.
- **Sherwood Laurale. et Ectors Fabien.(2015).** Physiologie humaine .3eme éd. Louvaine –la-Neuve: De Boeck.
- **Schinckel A., Johnson R.K., Pumfrey R.A. et Zimmerman D.R. (1983).** Testicular growth in boars of different genetic lines and its relationship to reproductive performance. *J. Anim. Sci* ; 56 (5):1065–76.
- **Siffroi J.P. (2001).** L'appareil génital masculin [en ligne]. *Service d'Histologie, Biologie de la Reproduction et Cytogénétique Hôpital Teno:* 1-45.
- **Skinner J.D. (1967).** Puberty in the male rabbit (Brief communication). *Journal of Reproduction and Fertility;* 14: 151-154.
- **Sullivan R., Saez F., Girouard J. et Frenette G. (2005).** Role of exosomes in sperm maturation during the transit along the male reproductive tract. *Blood Cells MolDis.*
- **Theau-clemen M. (2005).** Préparation de la lapine à l'insémination : analyse bibliographique. 11ème journées de la recherche cynicole, Paris: 9-30, 67-82.
- **Tegegne A., Entwistle K.W. et Mukasamugerwa E. (1991).** A quantitative histological study of testicular and epididymal development in boran and boran-x Friesian bulls in Ethiopia. *Theriogenology;* 35 5: 991-1000.

Références bibliographiques

- **Thibault C. et Levasseur M.C. (2001).** La reproduction chez les mammifères et l'homme. *Nouvelle édition, éd. Ellipses (Paris): 258-260-276.*
- **Tilbrook A.J. et Clarke I.J. (2001).** Negative feedback regulation of the secretion and actions of gonadotropin-releasing hormone in males. *Biology of reproduction;* 64, issue 3,1 : 735-742.
- **Tortora A. et Gerard J. (2007).** Principe d'anatomie et de physiologie. Edition de boeck. Canada : 1341.
- **Tortora G J., Grabowski S R et Parent J C. (1995).** Biologie humaine : Cytogénétique-régulation-reproduction. Edition CEC, collégial et universitaire, pages 311-322.
- **Vacheret N. (1999).** Histologie fonctionnelle des organes. Faculté de Médecine. Laennec.-Université Claude Bernard - Lyon 1 France: 1-4.
- **Veri J. P., Hermo L. et Robaire B. (1993).** Immunocytochemical localization of the Yf subunit of glutathione S-transferase P shows regional variation in the staining of epithelial cells of the testis, efferent ducts, and epididymis of the male rat. *J. Androl.* Wrobel K.H. (1990). Male reproduction system. In: *Textbook of Veterinary Histology,* 2ème Ed: 226-243.
- **Vézinhet A. (1968).** Effets de l'hypophysectomie sur la croissance pondérale du lapin. *Acad SciSer;* 266: 2348-2351.
- **Wosnitzer M.S. et Paduch D.A. (2013).** Endocrinological issues and hormonal manipulation in children and men with Klinefelter syndrome. *Am J Med Genet C Semin Med Genet ;* 163. (1):16-26.
- **Yayaoui M. (2018).** Obtention du Diplôme de Master. Etude préliminaire sur l'effet de l'huile essentielle « *Mentha piperita* » sur la structure histologique des épидидymes des lapins mâle « *Oruictolagus cuniculus* » de la souche synthétique pubères et prépubères (3 et 5 mois)
- **Ying S.Y. (1988).** Inhibins, activins, and follistatins: gonadal proteins modulating the secretion of follicles stimulating-hormone. *Endocrinology Rev ;* 9 : 267-293.

Annexes

Annexe 1 : Fiche technique 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.

Filtrer après complète dissolution et ajouter :

Formaldéhyde 36- 40% (en solution saturée)..... 10ml
Acide acétique cristallisable... 1ml

Fiche technique N° 2 :**Eau gélatinée de Masson** (MARTOJA et 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 et MARTOJA, 1967)

Mode opératoire :

Les coupes déparaffinées hydratées passent successivement dans :

L'hématoxyline de Groat.3 minutes.

Lavage à l'eau courante5 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 et MARTOJA, 1967) :**Préparation à froid :**

Première solution : Acide sulfurique concentré 0,8 ml
 Alun de fer..... 1g Eau
 distillée 50 ml
 Deuxième solution :
 Hématoxyline 0,5g
 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 et MARTOJA, 1967) :**Préparation à froid :**

Fuchsine acide 0,1g
 Ponceau 0,2g Eau
 distillée 300 ml
 Après dissolution ajouter :
 Acide acétique 0,6 ml
 Conservation illimitée

Orange G (MARTOJA et MARTOJA, 1967)

Acide phosphomolybdique ou phosphotungstique 3 à 5g Eau
 distillée 100 ml Orange
 G 2g
 Conservation illimitée

Vert lumière (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :

Vert lumière..... 1g
 Eau distillée 100 ml
 Acide acétique..... 0,2 ml
 Conservation illimitée.

Résumé

Cette étude porte sur les effets de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur des paramètres macroscopique (poids corporel, poids et volume testiculaire et epididymaire) et microscopique (études histologique) du lapin mâle prépubère appartenant à la population locale. Notre étude porte sur 30 lapins répartis en 2 lots différents, un lot témoin et 1 lot expérimental traités par l'huile essentielle de la Sauge officinale à la dose de 400 µl/Kg. Les animaux ont été pesés puis traités par cette huile essentielle par voie orale tous les cinq jours à la même dose. Tous les cinq jours, 5 lapins témoins et traités (avant de recevoir la prochaine dose) ont été sacrifiés et disséqués, les testicules et épидидymes ont été prélevés, dégraissés, pesés puis fixés dans la solution de Bouin Holland pour effectuer une étude histologique. Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins, avec des valeurs plus importantes chez ceux qui sont traités par trois doses (400 µl/kg) par rapport à ceux qui sont traités par deux doses (400 µl/kg) et une seule dose (400 µl/kg). Cependant, Sur le plan histologique la Sauge officinale induit une variabilité microscopique importante chez les lapins traités par les trois doses, tels que l'apparition des 1^{ère} spermatides allongées dans quelques tubes séminifères dont le nombre est plus grand respectivement chez les lapins traités à trois doses puis à deux doses puis à une seule doses par rapport aux témoins. Tandis qu'aux niveaux épидидymaires il y'a apparition des sécrétions épидидymaire dans la lumière et avec un épithélium prismatique pseudo stratifié riche en stériocils. Ces résultats suggèrent que l'huile essentielle de la sauge officinale utilisées aurait un effet positif sur la fonction reproductrice masculine (développement des testicules et épидидymes), la spermatogenèse et sur la fertilité des lapins mâles prépubères.

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

Abstract

This study looks at the effects of *Salvia officinalis* essential oil on macroscopic parameters (body weight, testicular weight and volume and epididymal) and microscopic (histological studies) of the prepubertal male rabbit belonging to the local population. Our study concerns 30 rabbits divided into 2 different batches including ONE batch controls and ONE experimental batch treated with the essential oil of Sage officinalis at three respective doses of 400 µl/Kg. The animals were weighed and then treated with this oil essential orally. One week after administration of each dose, the rabbits were sacrificed and dissected, the testicles and epididymides were removed, defatted, weighed and then fixed in Bouin Holland's solution for histological study. The results obtained show that the macroscopic parameters are higher in treated rabbits compared to controls, with higher values in those treated with three doses (400 µl/kg) compared to those treated with two doses (400 µl/kg) and a single dose (400 µl/kg). However, histologically Sage officinalis induces significant microscopic variability in rabbits treated with the three doses, such as the appearance of the first elongated spermatids in some seminiferous tubules, the number of which is greater respectively in rabbits treated with three doses then with two doses then with a single dose compared to the controls. While at the epididymal levels there is appearance of epididymal secretions in the lumen and a pseudostratified columnar epithelium rich in sterocils. These results suggest that the essential oil of sage officinalis used would have a positive effect on the male reproductive function (development of the testicles and epididymides), spermatogenesis and on the fertility of prepubertal male rabbits. Keywords: essential oil, Sage officinalis, testis, epididymis, prepubertal male rabbit, reproduction, fertility.

Keywords: essential oil, Sage officinalis, testis, epididymis, prepubertal buck rabbit, reproduction, fertility.