

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences biologique et des sciences agronomiques

Département de biologie



# Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de master en sciences biologiques

Spécialité : Biologie et physiologie de la reproduction

## Thème

**Effets de l'huile essentielle de la Menthe pouliot à deux doses différentes ( 200 $\mu$ l/kg, 400 $\mu$ l/kg) sur la structure testiculaire et épidydimaire des lapins prépubères (âgés de 3 mois)**

Réalisé par :

Mlle BENSALD Thiziri

Mlle KHALFOUNI Ouardia

Soutenu devant le jury composé de :

- Madame MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeur	UMMTO	Présidente
- Madame LAKABI L.	M.C.A	UMMTO	Promotrice
-Madame MEHALLI N.	M.C.B	UMMTO	Co-Promotrice
-Madame AKDADER S.	M.C.B	UMMTO	Examinatrice

Année: 2020/2021

# Remerciements

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à **Madame LAKABI-AHMANACHE L.** Maître de conférences A qui nous a fait l'honneur d'accepter d'être notre promotrice, de nous diriger tout au long de notre travail et pour toute l'aide et le temps qu'elle nous a consacré. Nous vous remercions très sincèrement pour votre patience.*

*Notre grande reconnaissance et la marque de notre profond respect à notre co-promotrice **Madame MEHALLI N.** Doctorante à l'Université Mouloud Mammeri, qui a bien voulu nous accorder une partie de son temps pour corriger notre travail.*

*Nous voudrions aussi exprimer nos sincères remerciements à **Madame MEDJDOUB-BENSAAD F.** Professeur à l'Université Mouloud Mammeri pour l'intérêt qu'elle porte à ce travail et nous avoir témoigné sa confiance en acceptant de présider la commission d'examen.*

*Nous exprimons nos reconnaissances à **Madame AKDADER S.** Maître de Conférences B à l'Université Mouloud Mammeri pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nous exprimons nos reconnaissances à **Monsieur BRAHIM,** pour son accueil dans son élevage qui se situe à djebbla.*

*Nous remercions toute l'équipe du laboratoire de Mme **MEDJDOUB-BENSAAD** ainsi que tous nos enseignants du département des Sciences biologiques, et toute personne ayant contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

***Un grand merci.***



# *Dédicaces*

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

- ♥ *A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect, à toi mon chère papa **Lhocine***
- ♥ *A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, à celle qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études, qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance, à toi ma chère maman*

**Roza**

*Je vous souhaite longue vie*

- ♥ *A mes frères et leurs femmes*
  - ♥ *A mes sœurs et leurs maris*
- Pour leurs soutiens moral et leurs conseils*
- ♥ *A mes neveux et mes nièces*
- ♥ *A mon mari qui a été toujours à mes cotés, m'a aidé et supporté dans les moments difficiles*
- ♥ *A toute ma famille ainsi ma belle famille*
- ♥ *Sans oublier ma binôme **NOUNOU** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet*
- ♥ *A mes copines, amis et toute la promo **BPR***

**Thiziri**





# *Dédicaces*

*J'ai l'immense plaisir de dédier ce modeste travail de fin d'étude à ceux que  
J'aime le plus au monde, mes très chers parents qui m'ont apporté leur soutien,  
Dans les moments difficiles avec un tant d'amour et d'affection et qui ont  
Souffert sans se plaindre pour m'élever et m'éduquer afin que j'atteigne ce  
niveau.*

*A mes très chers frères : Mourad; Djamel ; Toufik et Lounes 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 Nora et Hayet 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 tous mes oncles ; tantes et cousins (es).*

*A toutes mes amis Kamilia, Hassina, Hakima .*

*Ainsi celle avec qui j'ai l'immense plaisir de partager ce travail, ma très chère  
Copine et binôme Thiziri et toute sa famille.*

*A mes collègues d'étude, les binômes de madame Lakabi au nom de l'amitié qui  
nous réunit et au nom de nos souvenirs inoubliables.*

*Ouardia.*





# **Abréviations**

## Liste des abréviations

---

**3 $\beta$  HSD**: 3 $\beta$ - Hydrox stéroïde déhydrogénase.

**ABP**: Androgen Binding Protein.

**Ad** : Spermatogonie à chromatine fine et sombre.

**AMPc** : Adénosine Monophosphate cyclique.

**Ap**: Spermatogonie à chromatine claire.

**ARNm**: Acide Ribonucléique messenger.

**ESM** : Erreur Standard liée à la Moyenne.

**FSH**: Follicle Stimulating Hormone.

**FSHR**: Follicle Stimulating Hormone Receptor.

**Gap**: jonctions Gap( jonctions communicantes)

**GnRH**: Gonadotropine Releasing Hormone

**HCO<sub>3</sub>**: bicarbonates

**Kiss1** : Kisspeptine 1

**LH**: Luteinizing Hormone.

**LHR**: Luteinizing Hormone Releasing Receptor.

**ONAB** : Office National de l'Aliment de Bétail.

**PKA** : Protéine Kinase AMP cyclique.

**REL** : Réticulum endoplasmique lisse.

**R-GnRH** : Receptor Gonadotropine Releasing Hormone

**SKEO**: Satureja khuzestanica essential oil.

**STAR** : Steroidogenic Acute Regulatory Protein



Liste des figures et tableaux

**Liste des figures**

**Figure 1** : Appareil génital du lapin mâle (Barone et *al.*, 1973).....2

**Figure 2** : Schéma d'un épидидyme (Glover et Nicander, 1971 ; Hamilton, 1990).....4

**Figure 3**: Structure intra-testiculaire (Muller et Clos, 1997).....7

**Figure 4** : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007)...8

**Figure 5**: Structure de la cellule de Sertoli (Fawcett, 1975).....9

**Figure 6**: Schéma du spermatozoïde de mammifère (Ruiz, 2006).....11

**Figure 7**: Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009).....13

**Figure 8**: Schéma représentatif de l'épидидyme 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).....14

**Figure 9**: Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000).....17

**Figure 10**: Évolution du poids des testicules chez le jeune mâle entre 20 et 180 jours (Prud'hon, 1973 cité par Lebas, 2009).....18

**Figure 11**: Différentes étapes de la spermatogenèse (Marieb, 2006).....20

**Figure 12** : Les étapes de la spermiogénèse (Gayrard, 2007).....21

**Figure 13**: La stéroïdogénèse dans les cellules de Leydig ; M : mitochondrie, RE : réticulum endoplasmique, N : noyau, FT : facteurs de transcriptions, P : groupement phosphate(Annick, 2014).....23

**Figure 14**: Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Rejraji et Drevet, 2004).....26

**Figure 15** : Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (Marie Saint-Dizier et *al.*, 2014).....28

**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.*, 2002).....29

<b>Figure 17 :</b> Photographie représentant un lapin de la population locale âgé de 3 mois (Originale, 2021).....	33
<b>Figure 18 :</b> Morphologie de <i>Mentha Pulegium</i> (Bencheikh, 2011;Gerenutti, 2014).....	34
<b>Figure 19 :</b> Photographie représentant des lapins placés dans des cages spéciales A et B (Originale, 2021).....	36
<b>Figure 20 :</b> Pesée et administration de l'huile essentielle aux lapins (Originale, 2021).....	36
<b>Figure 21 :</b> Sacrifices et prélèvements des organes (Originale, 2021).....	37
<b>Figure 22 :</b> Centrifugation du sang et recueil de plasma (Originale, 2021).....	38
<b>Figure 23:</b> Fixation des organes dans le Bouin hollandaise (Originale, 2021).....	39
<b>Figure 24 :</b> Série de bains d'alcool éthylique (Originale, 2021).....	39
<b>Figure 25 :</b> Série de bains de paraffine (Originale, 2021).....	40
<b>Figure 26:</b> Organes placés dans des moules à paraffine (Originale, 2021).....	40
<b>Figure 27:</b> Dispositif permettant de faire des coupes : microtome à gauche et bain Marie à droite ( Lakabi, 2017) .....	41
<b>Figure 28:</b> Photographie des bains d'alcool et de xylène de la circulation (Originale, 2021).....	41
<b>Figure 29:</b> Photographie d'une série d'une coloration topographique et déshydratation (Originale, 2021).....	42
<b>Figure 30:</b> photographie de montage et observation des lames (Originale, 2021).....	43
<b>Figure 31:</b> Représentation graphique de l'évolution pondérale moyenne des lapins âgés de 3mois.....	46
<b>Figure 32:</b> Représentation graphique du poids moyen des testicules gauches et droits des lapins âgés de 3 mois.....	47
<b>Figure 33:</b> Représentation graphique montrant l'évolution du poids total des testicules des lapins âgés de 3 mois.....	48
<b>Figure 34:</b> Représentation graphique du poids relatif des testicules des lapins âgés de 3 mois.....	49
<b>Figure 35:</b> Représentation graphique du volume des testicules des lapins âgés de 3 mois....	50
<b>Figure 36 :</b> Représentation graphique du poids des épидидymes gauches et droits des lapins âgés de 3 mois.....	51
<b>Figure 37:</b> Représentation graphique du poids total de l'épididyme des lapins âgés de 3mois.....	52

**Figure 38** : Représentation graphique du poids relatif des épидидymes des lapins âgés de 3Mois.....53

**Figure 39**: Représentation graphique du volume de l'épididyme des lapins prépubères.....54

**Figure 40**: Coupes histologiques des testicules des lapins âgés de 3 mois.....56

**Figure 41**: coupes histologiques de l'épididyme réalisées sur les lapins prépubères.....58

**Liste des tableaux**

• **Tableau 01** : Principaux constituants de l'huile essentielle de *M. pulegium*, et ses proportions relatives, identifiées par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS) (Aissaoui et *al.*, 2018).....35



# Sommaire

# Sommaire

---

Abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

**Introduction**.....1

## **Chapitre 1 : Rappels anatomo-histologique de l'appareil reproducteur male de lapin**

1- Anatomie de l'appareil reproducteur male.....2

1-1- Anatomie du testicule.....3

1-2- Anatomie de l'épididyme.....3

1-3- Anatomie du canal défèrent.....4

1-4- Anatomie de l'urètre.....5

1-5- Anatomie des glandes annexes.....5

1-5-1- La vésicule séminale.....5

1-5-2- Glandes vésiculaires (pro prostate ou prostate crâniale).....5

1-5-3- Prostate.....5

1-5-4- Glande para-prostatique.....5

1-5-5- Glande de COWPER (glande bulbo-urétrale).....6

1-6- Organe copulateur : pénis.....6

2- Histologie de l'appareil reproducteur male du lapin.....6

2-1- Histologie du testicule.....6

2-1-1- Tubes séminifères.....7

2-1-2- Cellules de Sertoli.....8

2-1-3- Cellules de la lignée germinale.....9

2-1-3-1- Spermatogonies.....9

2-1-3-2- Spermatocytes.....10

2-1-3-4- Spermatides.....10

2-1-3-5- Spermatozoïdes.....10

2-2- Tissu interstitiel.....11

2-2-1- Cellule de Leydig.....11

3- Histologie de l'épididyme.....12

# Sommaire

---

3-1- Lumiere du canal épидидymaire.....	12
3-2- Epithélium épидидymaire.....	12
3-2-1- Cellules principales.....	12
3-2-2- Cellules basales.....	13
3-2-3- Cellules en halo.....	14
3-2-4- Cellules claires.....	14
3-2-5- Cellules apicales.....	14
3-2-6- Cellules étroites.....	15

## **Chapitre 2 : physiologie de la reproduction**

1- Développement des gonades et puberté.....	16
2- Développement pondéral.....	17
3- Développement comportemental.....	18
4- Maturation sexuelle.....	18
4-1- Phase infantile.....	19
4-2- Phase pré pubertaire.....	19
4-3- Puberté.....	19
4-4- Maturité sexuelle.....	19
5- Fonction physiologique du testicule.....	20
5-1- Spermatogénèse.....	20
5-1-1- Spermatocytogenèse.....	21
5-1-2- Méiose.....	21
5-1-3- Spermiogenese.....	21
5-2- Stéroïdogénèse.....	22
6- Fonctions physiologiques de l'épididyme.....	23
6-1- Maturation des spermatozoïdes.....	23
6-2- Aquisition de la motilité.....	24
6-3- Protection.....	24
6-4- Stockage.....	24
7- Mode de sécrétion de l'épididyme.....	25

# Sommaire

---

7-1- Sécrétion mérocrine.....	25
7-2- Sécrétion apocrine.....	25
8- Régulation endocrinienne de la fonction de reproduction chez le lapin.....	26
8-1- Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique.....	26
8-1-1- Au niveau hypothalamique.....	26
8-1-2- Au niveau hypophysaire.....	27
8-1-3- Au niveau gonadique.....	27
8-2- Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule.....	27
8-3- Régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire.....	28
9- Influence des facteurs de l'environnement sur la reproduction des lapins.....	29
9-1- Température.....	29
9-2- Saison.....	30
9-3- Eclairage.....	30
9-4- Humidité.....	30
9-5- Alimentation.....	31
9-6- Age.....	31
9-7- Etat sanitaire.....	31

## **Chapitre 03 : Matériel et méthodes**

1- Lieu et durée de l'expérimentation.....	32
2- Matériels biologiques.....	32
2-1- Model animal.....	32
2-2- Model végétal.....	33
2-2-1- Définition de l'huile essentielle.....	33
2-2-2- Menthe pouliot ( <i>Mentha puligium</i> ).....	33
2-2-3- Position systématique.....	34
2-2-4- Huile essentielle de <i>Mentha pulegium</i> .....	35
3- Expérimentation.....	35
3-1- Pesée et administration de l'huile essentielle.....	36
3-2- Sacrifice et prélèvement des organes.....	36
3-3- Centrifugation.....	38
3-4- Etude histologique.....	38

# Sommaire

---

3-4-1- Fixation des échantillons.....	38
3-4-2- Déshydratation et éclaircissement.....	39
3-4-3- Imprégnation.....	39
3-4-4- Inclusion.....	40
3-4-5- Confection des coupes et collage.....	40
3-4-6- Déparaffinage et réhydratation.....	41
3-4-7- Coloration topographique et déshydratation.....	41
3-4-8- Montage et observation des lames.....	42
3-4-9- Etude statistique.....	43
 <b>Chapitre 04 : Résultats et discussion</b>	
1- Résultats de l'étude macroscopique.....	46
1-1-Evolution du poids corporel des animaux traités par la Menthe pouliot.....	46
2- Poids testiculaire.....	47
2-1-Poids des testicules droits et gauches pour les lapins âgés de 3 mois.....	47
2-2-Poids testiculaire total des lapins âgés de 3 mois.....	48
2-3-Poids relatifs des testicules des lapins âgés de 3 mois.....	49
2-4- Volume testiculaire des lapins âgés de 3 mois.....	50
3- Poids épидидymaire.....	51
3-1-Poids des épидидymes droits et gauches des lapins âgés de 3 mois.....	51
3-2-Poids total de l'épididyme des lapins âgés de 3 mois.....	52
3-3-Poids relatif épидидymaire des lapins âgés de 3 mois.....	53
3-4-Evolution du volume épидидymaire des lapins âgés de 3 mois.....	53
4- Résultat de l'étude microscopique.....	54
4-1-Etude histologique des testicules des lapins âgés de 3 mois.....	55
4-2-Etude histologique de l'épididyme des lapins âgés de 3 mois.....	57
5- Discussion.....	58
5-1-Paramètres macroscopiques.....	58
5-2-Paramètres histologiques.....	60
 <b>Conclusion</b> .....	 61
 <b>Références bibliographiques</b> .....	 62



# Introduction

## 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.

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

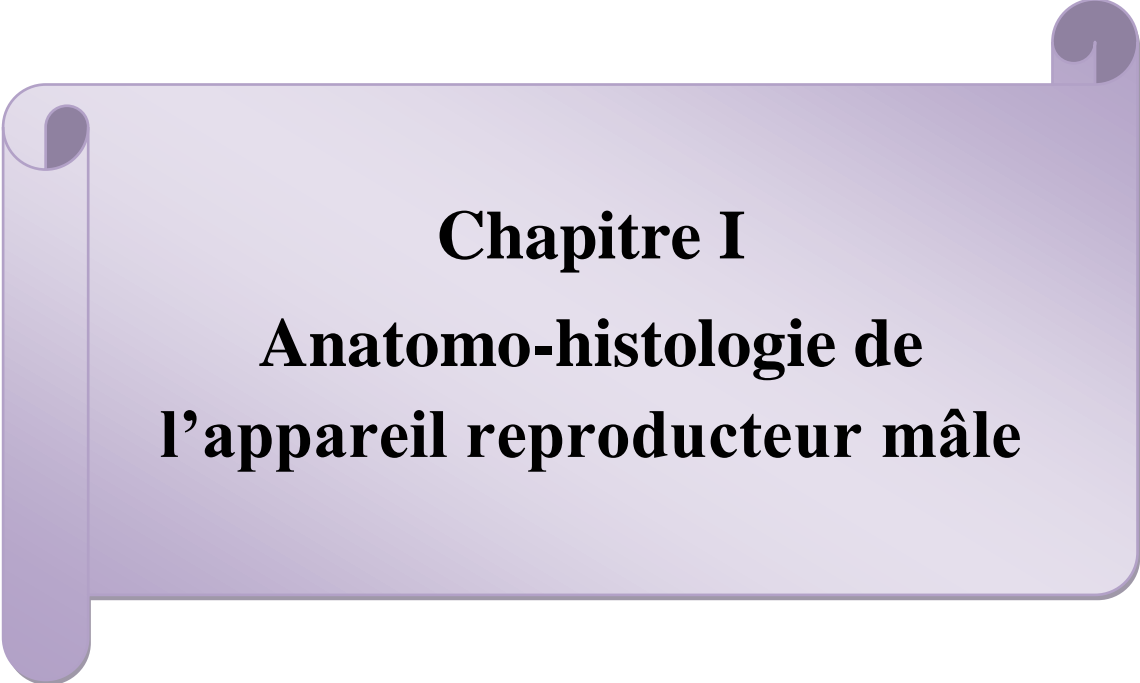
Les testicules sont constitués principalement de tubes séminifères où se déroule la spermatogenèse et de tissu interstitiel riche en cellules de Leydig. Ces dernières synthétisent et libèrent les androgènes, principalement la testostérone qui joue un rôle dans le maintien de la spermatogenèse (Curtis et Amann, 1981 ; Eurell et Frappier, 2006).

L'épididyme est un organe accolé au testicule, formé d'un long tube épithélial, de longueur variable selon les espèces. Il assure la maturation des spermatozoïdes par acquisition de la motilité et capacité de féconder un ovocyte lors de leur transit dans la lumière épидидymaire jusqu'à la queue où ils seront stockés, cette maturation se fait grâce aux protéines qui se retrouvent dans le fluide épидидymaire où ils baignent (Kirchhoff, 1999).

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

De ce fait, le but de notre travail est de mettre en évidence les effets de l'huile essentielle de la Menthe pouliot à deux doses différentes sur la structure gonadique des lapins mâles de la population local âgés de trois mois, à travers une étude macroscopique et microscopique (histologique).

Notre travail se présente en quatre chapitres qui traiterons dans le premier chapitre anatomo-histologique de l'appareil reproducteur mâle du lapin et dans le deuxième chapitre nous présenterons la physiologie de la reproduction. Dans le troisième chapitre, nous aborderons les matériels et méthodes et on terminera dans le quatrième chapitre par résultats et discussion et on clôture ce document par une conclusion globale ainsi qu'un ensemble de perspectives.



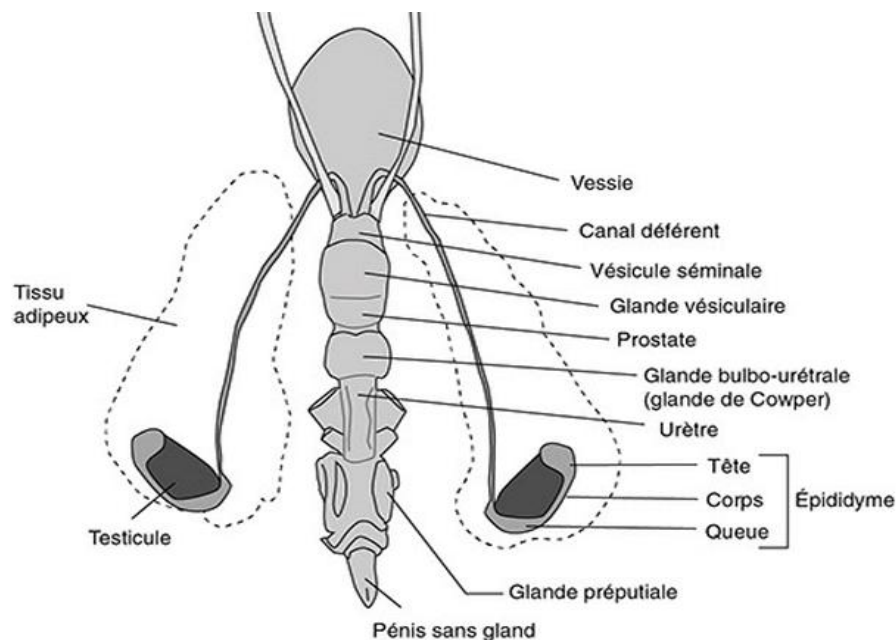
**Chapitre I**  
**Anatomo-histologie de**  
**l'appareil reproducteur mâle**

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

### 1. Anatomie de l'appareil reproducteur male

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

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



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

### 1.1 Anatomie 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).

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).

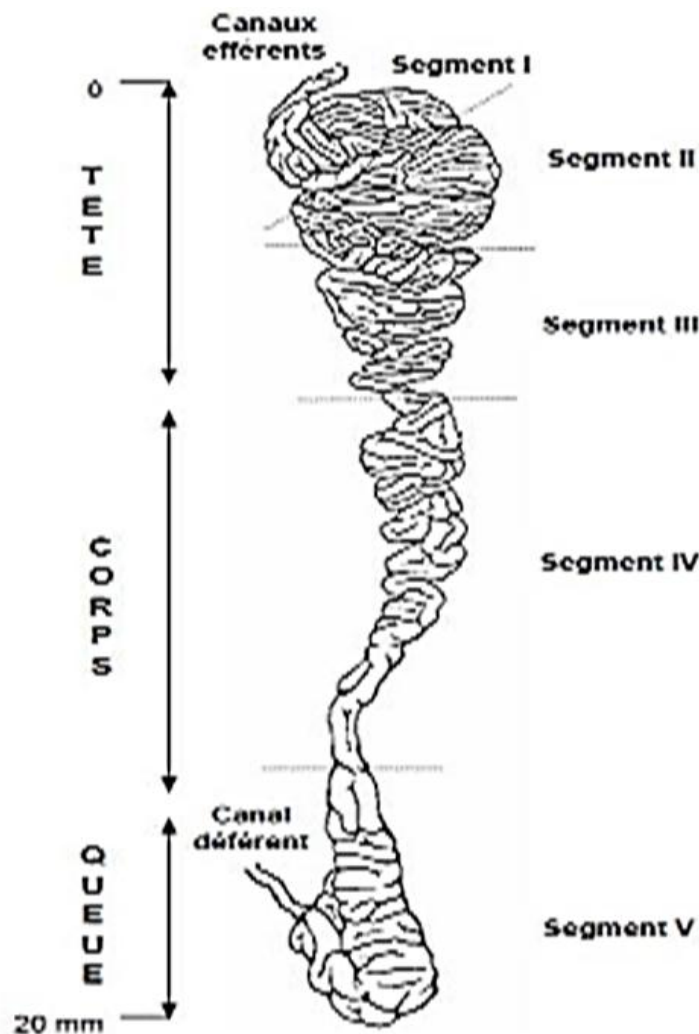
### 1.2 Anatomie de l'épididyme

L'épididyme, organe du tractus génital mâle, est accolé à la face postérieure du testicule et relie les canaux efférents au canal déférent. Chez les mammifères, c'est un long tubule unique fortement contourné dont la taille varie selon les espèces, il mesure 1,5 à 3cm chez les lapins (Grasse, 1995 ; Barone, 1978) et peut atteindre jusqu'à 5mètres chez l'homme (Sullivan, 2004).

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

Ces régions sont également subdivisées en plusieurs segments (Figure 2) (Abe et *al.*, 1983 ; Abou-Haila et Fain-Maurel, 1984 ; Johnston et *al.*, 2005), chacun d'entre eux étant délimité par des cloisons conjonctives ou *septa*. Cette subdivision repose sur des analyses ultrastructurales, ainsi que sur l'étude des activités enzymatiques et transcriptionnelles de l'organe (Takano, 1980).

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



**Figure 2:** Schéma d'un épидидyme (Glover et Nicander, 1971 ; Hamilton, 1990).

### 1.3 Anatomie du canal déférent

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

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

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

#### 1.4 Anatomie de l'urètre

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

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

#### 1.5 Anatomie des glandes annexes

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

##### 1.5.1 Vésicule séminale

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

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

##### 1.5.2 Glande vésiculaire (pro prostate ou prostate craniale)

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

##### 1.5.3 Prostate

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

#### 1.5.4 Glandes para prostatiques

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

#### 1.5.5 Glande de Cowper

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

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

#### 1.6 Organe copulateur : pénis

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

### 2. Histologie de l'appareil reproducteur male du lapin

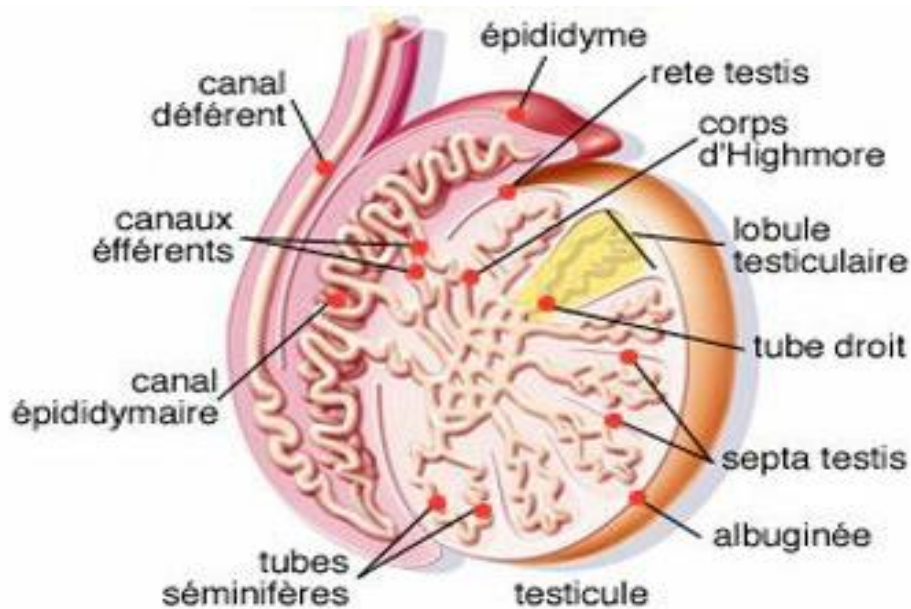
#### 2.1 Histologie du testicule

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

Cette albuginée s'épaissit encore au niveau de la coiffe épидидymaire et s'enfonce à l'intérieur du testicule pour former un cône fibreux, le corps d'Highmore, parcouru par un réseau de canalicules, *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 3) (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 germinal composé de cellules germinales et de cellules somatiques appelées cellules de Sertoli.

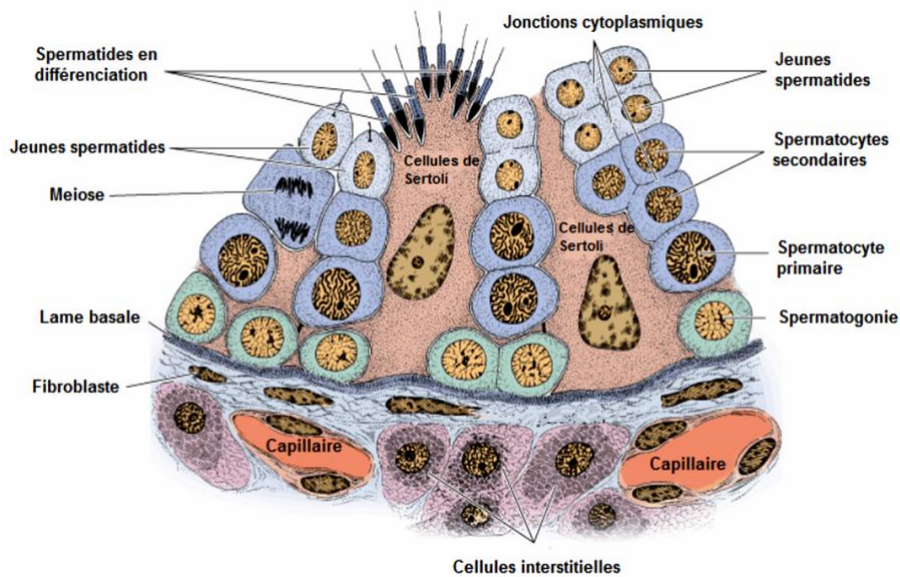


**Figure 3:** Structure intra-testiculaire (Muller et Clos, 1997).

### 2.1.1 Tube séminifère

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

Le tube séminifère est constitué par une lumière bordée par un épithélium séminifère de revêtement pluristratifié, qui comprend essentiellement des cellules germinales à des stades de développement variés (spermatogonies, spermatocytes, spermatides et spermatozoïdes) et des cellules de Sertoli reposant sur une membrane basale (Figure 4) (Frend et *al.*, 1973 ; Barone, 2001 ; Thibault et Levasseur, 2001 ).



**Figure 4** : Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007).

### 2.1.2 Cellules de Sertoli

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

Chaque cellule de Sertoli est connectée aux cellules adjacentes par des jonctions serrées, disposées au pôle basal liant deux compartiments, basal ou périphérique et central. D'autres types de jonctions relient les cellules de Sertoli entre elles et avec les cellules germinales, dont des jonctions d'ancrages et des jonctions communicantes de types Gap (Figure 5) (Hazard et Perlemuter, 2000).



### 2.1.3.2 Spermatocytes

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

### 2.1.3.4 Spermatides

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

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

### 2.1.3.5 Spermatozoïdes

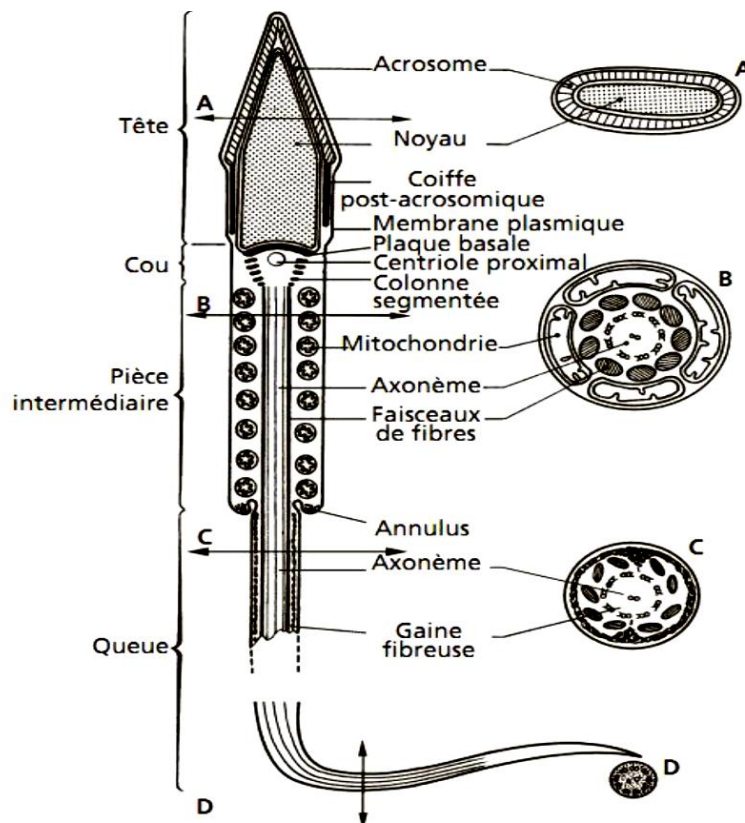
Les spermatozoïdes, résultat final de la spermatogénèse, disposés en bouquet à l'apex des cellules de Sertoli, sont des cellules très petites dotées d'une motilité flagellaire et d'une forme filiforme constitués de trois parties distinctes la tête, la pièce intermédiaire et flagelle (Figure 6). Le spermatozoïde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

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

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

La queue ou flagelle assurant la mobilité du spermatozoïde, forme la quasi-totalité de la cellule, présente une pièce principale de 45 µm de longueur constitué de neuf faisceaux de fibres denses, ainsi que d'une gaine protéique fibreuse périphérique et une pièce terminale de

1 à 2  $\mu\text{m}$  de longueur qui comporte le filament axial (Barone, 2001 ; Turner, 2003 ; Wargo et Smith, 2003).



**Figure 6:** Schéma du spermatozoïde de mammifère (Moigne et Foucrier, 2009).

## 2.2 Tissu interstitiel

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

### 2.2.1 Cellule de Leydig

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

Elles contiennent un noyau ovoïde dont la chromatine est périphérique et un nucléole volumineux, un cytoplasme dense riche en citernes de REL, des mitochondries peu nombreuses de taille variable garnies de crêtes tubulaires et d'enclaves lipidiques abondantes dans le cytoplasme des cellules matures. De nombreuses jonctions, de type Gap, desmosomes

et plus rarement des jonctions septées ont été mises en évidence au niveau de la membrane plasmique (Dadoune et Demoulin, 2001).

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

### 3. Histologie de l'épididyme

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

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

#### 3.1.1 Lumière du canal épидидymaire

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

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

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

### 3.2 Epithélium épидидymaire

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

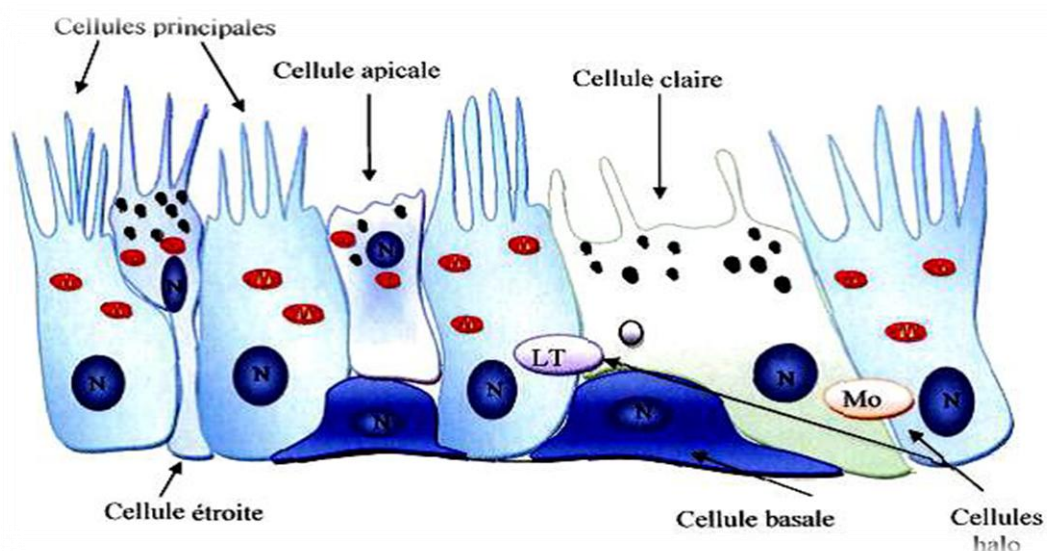
#### 3.2.1 Cellules principales

Les cellules principales sont les cellules les plus abondantes de l'épithélium épидидymaire, constituent environ 80% de la population cellulaire totale dans le segment

initial et ne représentent que 65% de la population cellulaire totale dans la queue de l'épididyme (Trasler *et al.*, 1988).

Ces cellules présentent des caractéristique structurales variables d'un segment à l'autre de l'épididyme, elles sont reliées entre elles par des jonctions serrées et des desmosomes. En effet, leur hauteur est plus élevée dans la tête que dans la queue, tout comme la longueur des microvillosités qui tapissent leur pôles apical (Figure 7) (Ramos et Dym, 1977 ; Flickinger *et al.*, 1978 ; Jones *et al.*, 1979).

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



**Figure 7:** Structure de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009).

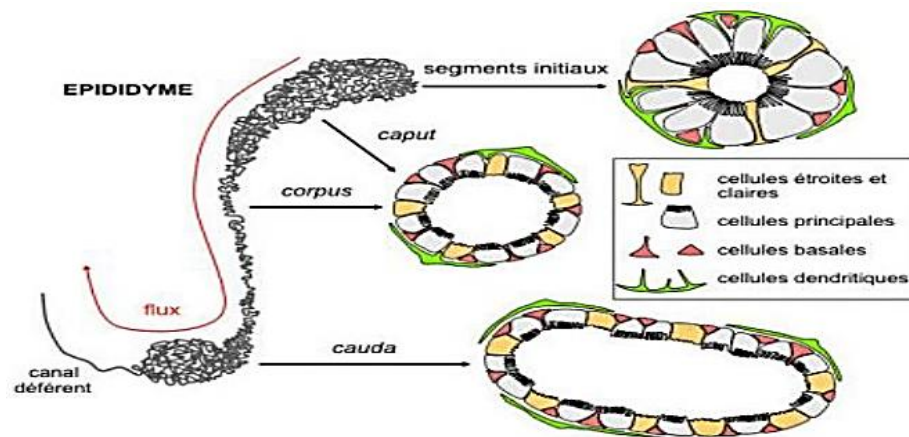
N : noyau ; LT : lymphocyte T ; Mo : monocyte

### 3.2.2 Cellules basales

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

s'étendre jusqu'à la lumière de l'épididyme (Soranzo *et al.*, 1982 ; Veri *et al.*, 1993 ; Cooper, 1998 ; Seiler *et al.*, 2000).

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



**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).

### 3.2.3 Cellules en halos

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

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

### 3.2.4 Cellules claires

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

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

### 3.2.5 Cellules apicales

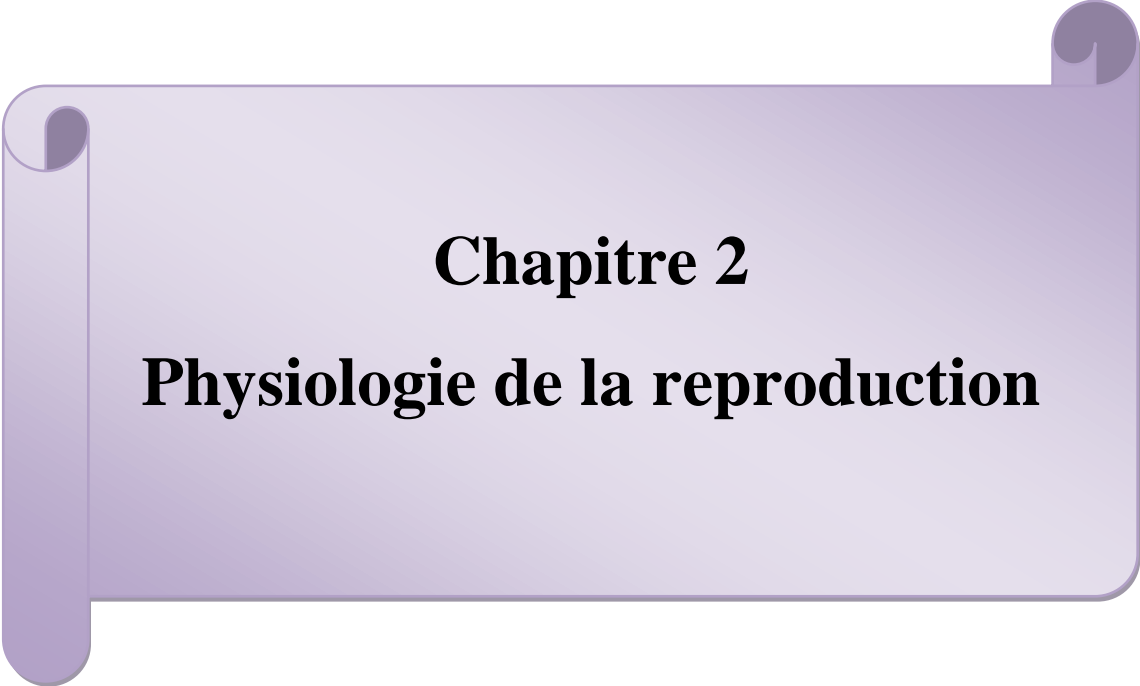
Qualifiées ainsi en raison de la localisation de leur noyau au pôle apical de l'épithélium, elles présentent un cytoplasme dense très riche en mitochondries, se trouvent principalement dans le segment initial où elles représentent 10% de la population cellulaire totale de l'épididyme, leur nombre diminue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

Elles participent à l'acidification du fluide épидидymaire ; grâce à la production d'anhydrase carbonique qui permet la sécrétion des ions  $H^+$  et la réabsorption des bicarbonates ( $HCO_3^-$ ) (Martínez-García et *al.*, 1995 ; Hermo et *al.*, 2005) et sont aussi capables d'endocyter des substances présentes dans la lumière (Robaire et Hermo, 2002).

### 3.2.6 Cellules étroites

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

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



**Chapitre 2**  
**Physiologie de la reproduction**

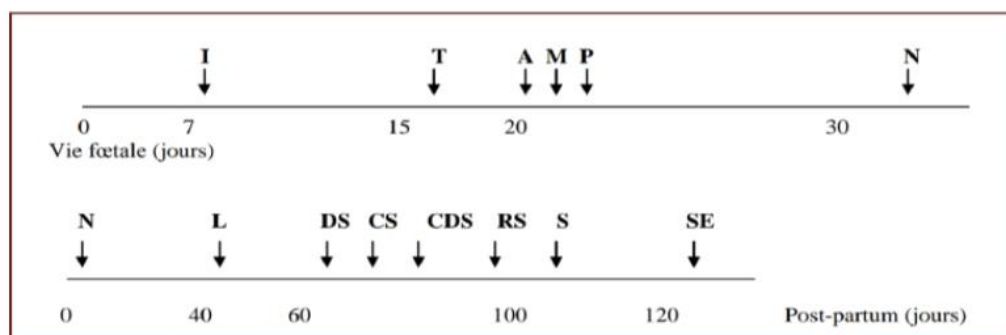
Le pouvoir de reproduction est une des propriétés élémentaires des êtres vivants, elle a pour but d'assurer la perpétuation de l'espèce.

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

### **1. Développement des gonades et puberté**

La différenciation des organes reproducteurs du lapin male a lieu pendant la vie fœtale (Figure 9) avec formation de l'albuginée entre le 14<sup>ème</sup> et 15<sup>ème</sup> jour de gestation, quelques jours plus tard les tubes séminifères apparaissent entourés de cellules germinales, au 19<sup>ème</sup> jour de gestation il y a la production d'androgènes (Alvarino, 2000). Les canaux de Müller régressent à partir du 20<sup>ème</sup> jour, la formation de la prostate commence le 21<sup>ème</sup> jour et au 24<sup>ème</sup> jour le développement des canaux de Wolf et la régression des canaux de Müller sont bien établis. Entre le 21<sup>ème</sup> et 30<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> et 50<sup>ème</sup> jour avec apparition du premier spermatozoïde dans l'épididyme au 130<sup>ème</sup> jour, ce qui correspond à la fin de la différenciation de l'épididyme distale (Berger et *al.*, 1982).



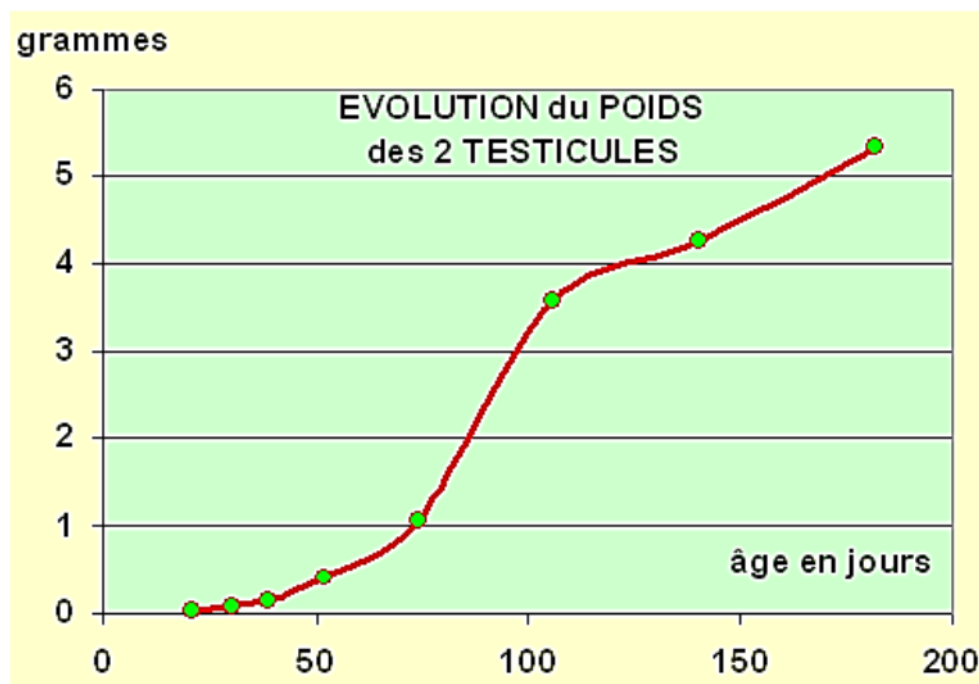
**Figure 9 :** Développement chronologique de la différenciation de l'appareil reproducteur du lapin mâle (Alvarino, 2000)

I= implantation ; N= naissance ; L= maturation des cellules de Leydig ; A= sécrétion d'androgènes ; T= différenciation des testicules ; CDS= développement complet de la spermatogénèse ; P= croissance de la prostate ; RS= premiers rapports sexuels. CS= premier comportement sexuels ; S= apparition du premier spermatozoïde ; M= dégénérescence des canaux de Müller ; DS= début de la spermatogénèse ; SE= apparition des premiers spermatozoïdes dans l'épididyme.

## 2. Développement pondéral

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

Le développement pondéral testiculaire est très long par rapport au développement du poids corporel du lapin jusqu'à l'âge de 5 mois. Le rapport entre le poids du testicule et le poids corporel augmente pour atteindre 2.86 après les 5 semaines d'âge, l'évolution de poids des testicules en fonction de l'âge montre une accélération de croissance testiculaire, entre 70 et 110 jours environs (Figure10) (Alvarino, 2000 ; Lebas, 2009).



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

### 3. Développement comportemental

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

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

### 4. Maturation sexuelle

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

#### 4.1 Phase infantile

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

#### 4.2 Phase pré-pubère

La phase pré-pubère commence vers l'âge de 40 jours et se caractérise par une augmentation importante des niveaux de testostérone (+921%) et de FSH (+384%) qui se produit entre 40 et 60 jours. Durant cette phase, la croissance des testicules s'accélère et les cellules de Leydig responsable de la spermatogenèse commence à fonctionner (Martinet, 1978), entraînant les premières divisions goniales 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  $2 \cdot 10^7$  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 20ème et 33ème semaines l'évolution du volume de l'éjaculat et la motilité individuelle des spermatozoïdes augmentent considérablement (Garcia-Thomas et *al.*, 2009).

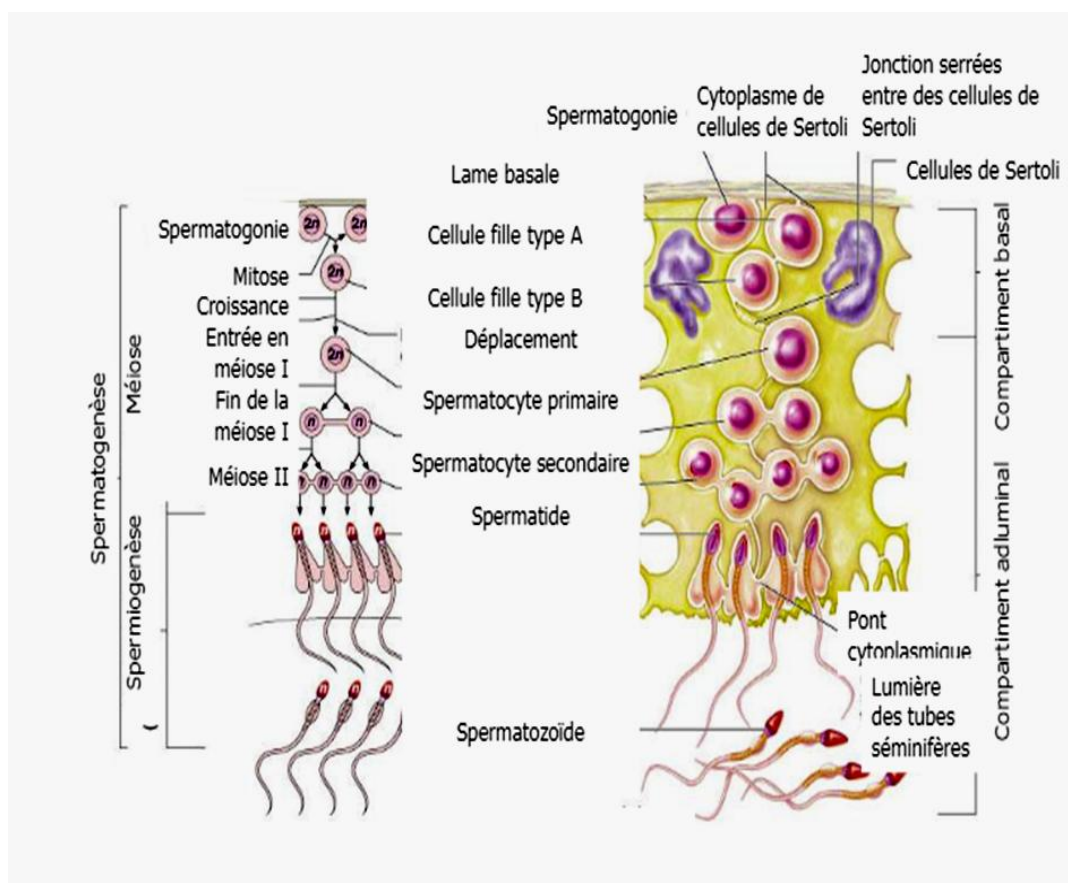
## 5. Fonctions physiologiques du testicule

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

### 5.1 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 Spermatocytogenèse

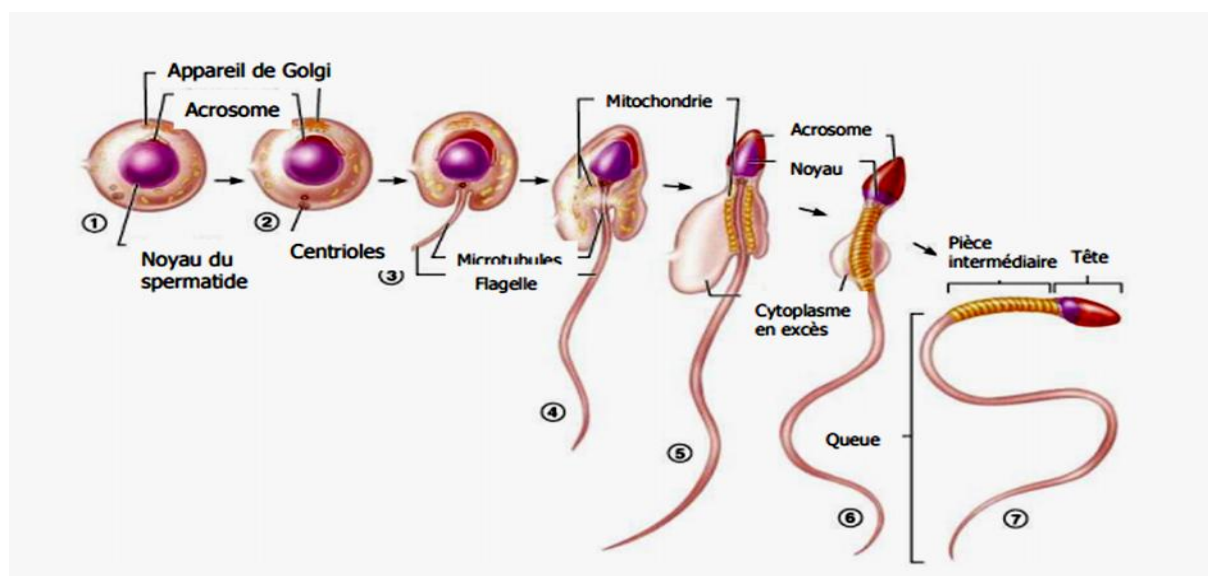
La spermatocytogenèse est caractérisée par une phase de multiplication (par mitoses) et de différenciation des spermatogonies, ce qui aboutit à la formation des spermatocytes primaire, observée vers 60 jours d'âge chez le lapin (Martinet, 1973), qui possède encore le nombre diploïde de chromosomes caractéristiques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

### 5.1.2 Méiose

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

### 5.1.3 Spermiogénèse

C'est l'étape où les spermatides subissent une série remarquable de modifications qui aboutissent à la libération de spermatozoïdes mûrs (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 :

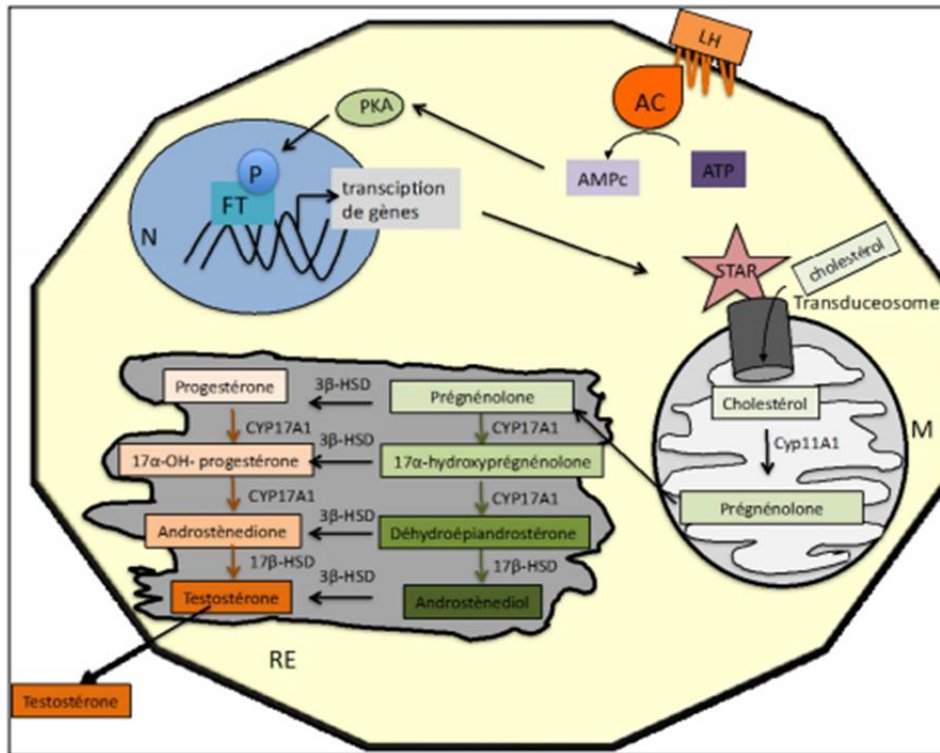
- La condensation du noyau et la déshydratation de la chromatine ;
- La formation de l'acrosome au départ d'une vésicule golgienne ;
- Le développement de l'appareil flagellaire à partir du centriole distal ;
- Le glissement du cytoplasme le long de l'axe flagellaire et la différenciation de diverses 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).

## 5.2 Stéroïdogénèse

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

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

## 6. Fonctions physiologiques de l'épididyme

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

### 6.1 Maturation des spermatozoïdes

La maturation post-testiculaire des spermatozoïdes recouvre un ensemble de processus complexes qui vont progressivement modifier structurellement et fonctionnellement les gamètes en transit et ainsi leur conférer leurs aptitudes fécondantes, c'est-à-dire l'expression

de leur motilité et la capacité à reconnaître la zone pellucide de l'ovule et à fusionner avec ce dernier (Noblanc et *al.*, 2012), Ces différentes propriétés sont acquises au cours de transit épидидymaire.

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

## 6.2 Acquisition de la motilité

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

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

## 6.3 Protection

Les spermatozoïdes matures, sont les cibles de multiples agressions. La barrière hémato-épидидymaire 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, 1995).

## 7. Mode de sécrétion de l'épididyme :

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

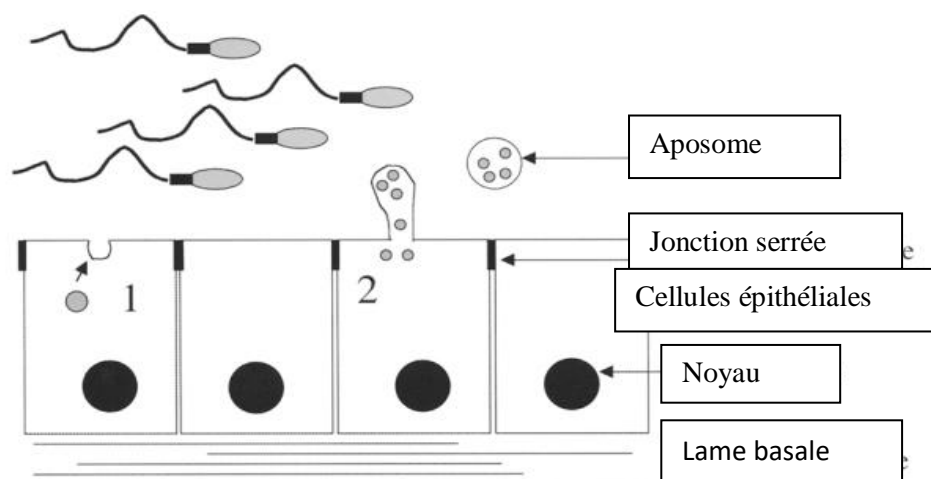
### 7.1 Sécrétion mérocrine

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

### 7.2 Sécrétion apocrine

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

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



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

1-sécrétion mérocrine, 2- sécrétion apocrine.

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

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

### 8.1 Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique

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

#### 8.1.1 Au niveau hypothalamique

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

### 8.1.2 Au niveau hypophysaire

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

### 8.1.3 Au niveau gonadique

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

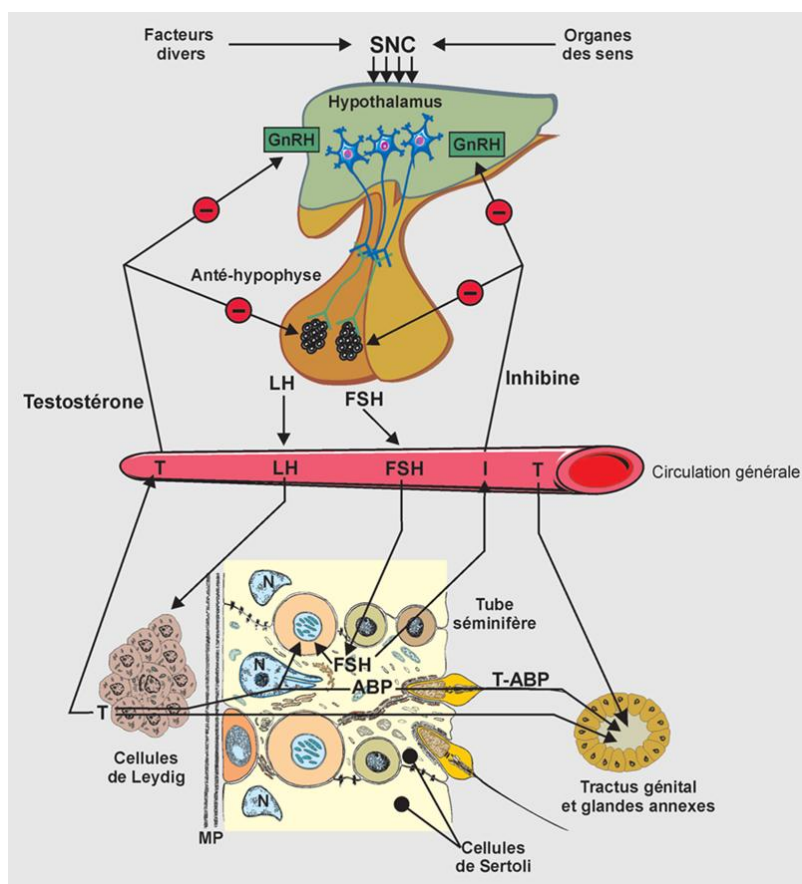
## 8.2 Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par testicule

Le contrôle de la fonction reproductrice par le système hypothalamo-hypophysaire est accompagné d'un rétrocontrôle gonadique assuré par les sécrétions testiculaires stéroïdiennes (testostérone) et protéiques (inhibine) (Figure 15) (Roser, 2008).

L'inhibine empêche la production de testostérone par les cellules de Leydig, alors que l'activine stimule la production de testostérone par les cellules de Leydig *in vitro* (Lin et *al.*, 1989). Selon l'intensité de la spermatogenèse, les cellules de Sertoli sécrètent l'inhibine  $\beta$  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 (Sherwood, 2015).

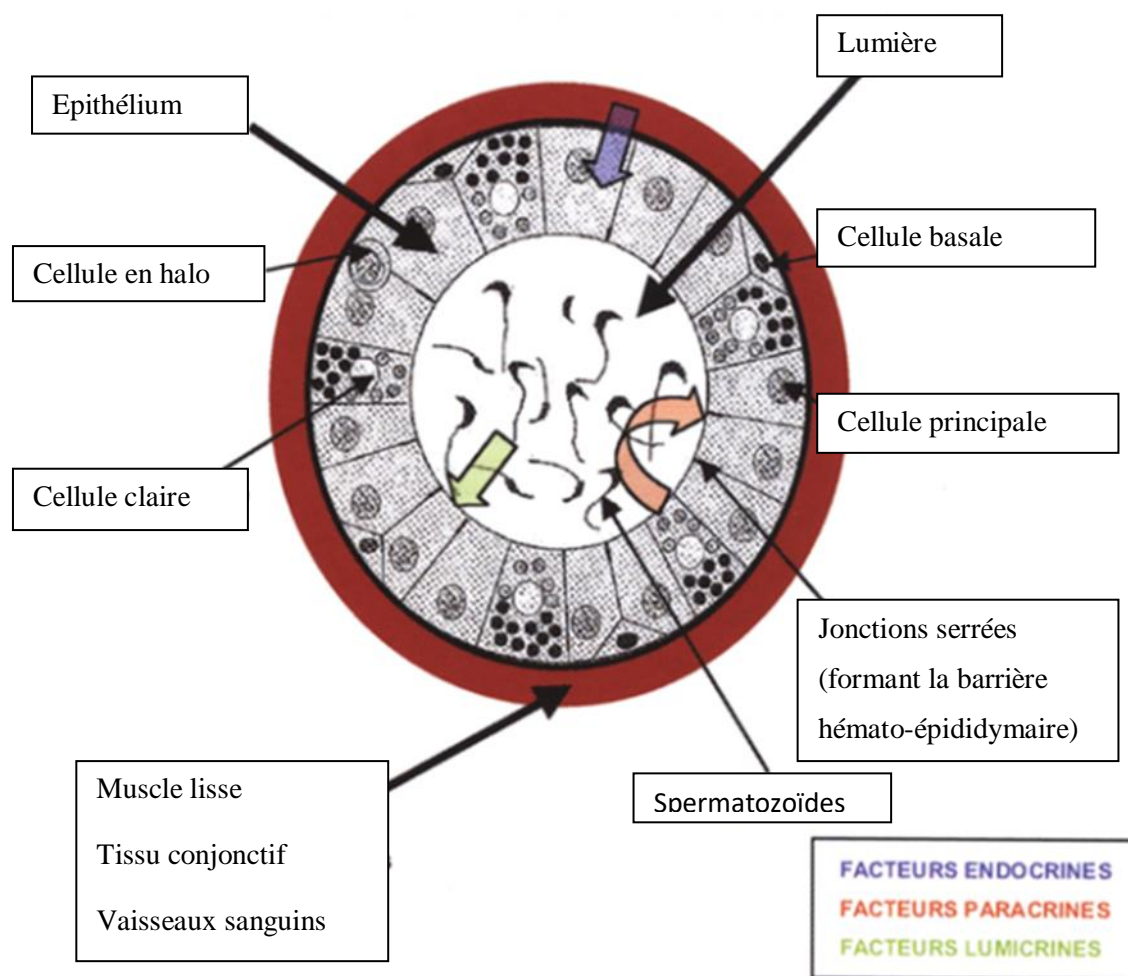


**Figure 15** : Complexe hypothalamus-hypophyse-testiculaire (Marie Saint-Dizier et *al.*, 2014).

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

### 8.3 Régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire

La régulation des fonctions de l'épithélium épидидymaire fait appel à un réseau complexe de molécules biochimiquement très variées et d'origines diverses, qui vont agir spécifiquement au niveau des cellules de l'épithélium épидидymaire pour réguler l'expression de gènes-cibles, et par conséquent, agir sur les fonctions physiologiques de cet organe. Selon leur proximité par rapport aux cellules-cibles, on distingue des facteurs endocrines arrivant par la voie systémique ; des facteurs lumicrines apportés par la lumière du canal épидидymaire et enfin, des facteurs paracrines et/ou autocrines produits par les cellules avoisinantes ou les cellules elles-mêmes (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.*, 2002)

## 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 spermatogénèse, 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 15 et 18°C, avec une humidité relative maintenue entre 55 et 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 Boyd (1985 cité par 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 et aboutit à la prostration des animaux (Finzi et *al.*, 2000).

### 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**  
**Matériel et méthodes**

Notre travail s'inscrit dans le cadre de l'étude du développement gonadique et de la maturité sexuelle des lapins males, dont l'objectif est de mettre en évidence les effets de l'huile essentielle de la Menthe pouliot à différentes doses sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins de la population locale, à travers une étude histologique de leur structure en relation avec les poids vifs ainsi que les poids et volumes des gonades.

## 1. Lieu et durée de l'expérimentation

L'expérience est effectuée entre le mois d'Avril et Juin 2021 et elle s'est déroulée au niveau de la station d'élevage de Djebba à Ouaguenoune située à 18 Km au nord de la ville de Tizi-Ouzou en Algérie, également au niveau du laboratoire de recherche Production, Sauvegarde des Espèces Menacées et des Récoltes, Influence des Variations Climatiques au sein de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, UMMTO.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Model animal

Le lapin fait l'objet d'un intérêt scientifique croissant comme le prouve l'augmentation du nombre de publications utilisant cette espèce comme modèle d'étude dans diverses disciplines (génétique, physiologie, éthologie, neurosciences, médecine, etc...) (Gidene, 2015).

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*

Le lapin de la population locale (Figure17) présente une bonne adaptation aux conditions climatiques, il serait alors important, d'abord de la conserver en tant que ressource

zoogénétique et de l'utiliser dans un programme d'amélioration de ses performances en à deux niveaux : pratique d'élevage (croissance, reproduction) et génétique (prolificité, vitesse de croissance, poids à l'abattage, ...) (Bouguerra, 2012).

Le lapin de la population locale est moins fertile et moins puissant par rapport aux lapins des souches étrangères, pour cela plusieurs travaux ont été menés dans le but d'améliorer la cuniculture en Algérie.



**Figure 17** : Photographie représentant un lapin de la population locale âgé de 3 mois (Originale, 2021).

## 2.2. Model végétal

### 2.2.1. Définition de l'huile essentielle

Selon la Pharmacopée Européenne, une huile essentielle est un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. Elle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition (Bruneton, 1999).

### 2.2.2. Menthe pouliot

Le nom de « pouliot » vient du latin *pulegium*, qui dérive de *pulex* : la puce ; la plante ayant la propriété d'éloigner les puces (Gamisans et Jeanmonod, 1993).

*Mentha pulegium* est une plante odorante qui appartient à la famille des Lamiacées, ne dépassant pas 70 cm de hauteur (Garland, 1988) à inflorescence formée de nombreux verticillatres denses, feuillés et distants (Bouchikhi Tani, 2010; Quezel et *al.*, 1963), elle se distingue des autres menthes par son port étiré, ses tiges en partie couchées sur le sol, ses fleurs rosées disposées au long de la tige et des rameaux, et son calice obturé .

Cette plante fertile dont la descendance semble assez homogène (Figure18) (Benayad, 2008) est très répandue dans le nord de l'Europe, dans la région méditerranéenne et dans l'Asie (Bouchikhi Tani, 2010 ; Marotti et *al.*, 1994). Elle est fréquente dans les lieux inondés, au bord des étangs et des rivières, ainsi que dans les plaines (Garland, 1988).

Sa saveur est fortement aromatique et son odeur est intense, fraîche et pénétrante. Ses propriétés aromatiques, antioxydantes, antimicrobiennes, expectorantes, carminatives et antispasmodiques dans le traitement du rhume, la bronchite, la tuberculose, la sinusite, le choléra, les intoxications alimentaires, les flatulences et les coliques intestinales (Zargari, 1990 ; Delille, 2007).



**Figure 18 :** Morphologie de *Mentha Pulegium* (Bencheikh, 2011 ; Gerenutti, 2014).

### 2.2.3. Position systématique

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

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

### 2.2.4. Huile essentielle de *Mentha pulegium*

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

**Tableau I :** Principaux constituants de l'huile essentielle de *M. pulegium*, et ses proportions relatives, identifiées par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS) Aissaoui et *al.* (2018).

Composé	Aires moyennes des pics chromatographiques(%)
Limonéne	1,62
p-Mentha,8 en3-one	1,52
Menthone	2,16
Isomenthone	0,28
Pipéritone	0,62
Pulégone	67,63
Piperitenone	0,32
Eucarvone	13,8
B-humulène	0,84
germacrène	0,63
B-bisabolène	0,32

### 3. Expérimentation

L'expérimentation est portée sur 16 lapins mâles de la population locale, âgés de 3 mois, placés dans des cages spéciales et repartis en 3 lots, un lot témoin de 5 lapins, deux lots expérimentaux traités par la menthe pouliot aux doses respectives de 200µl et 400µl.

L'expérimentation n'est entamée qu'une semaine après la mise en cage pour permettre aux lapins de s'adapter et ils sont tous exposés aux mêmes conditions de température, de lumière et d'humidité qui sont celles de l'environnement ambiant. Les animaux sont nourris et abreuvés *ad libitum*, avec un aliment sec granulé et une eau distribuée en accès libre (Figure 19).



**Figure 19 :** Photographie représentant des lapins placés dans des cages spéciales A et B (Originale, 2021).

### 3.1. Pesée et administration des huiles

Après la semaine d'adaptation, les lapins ont été pesés afin de déterminer la quantité de l'huile essentielle à administrer pour chaque lapin et à chaque dose qui est mélangée à 0.5 ml de l'eau distillée, puis administrée par voie orale à deux doses différentes en prise unique 200 $\mu$ l/Kg, 400  $\mu$ l/kg aux lapins de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> lot respectivement (Figure 20 ).



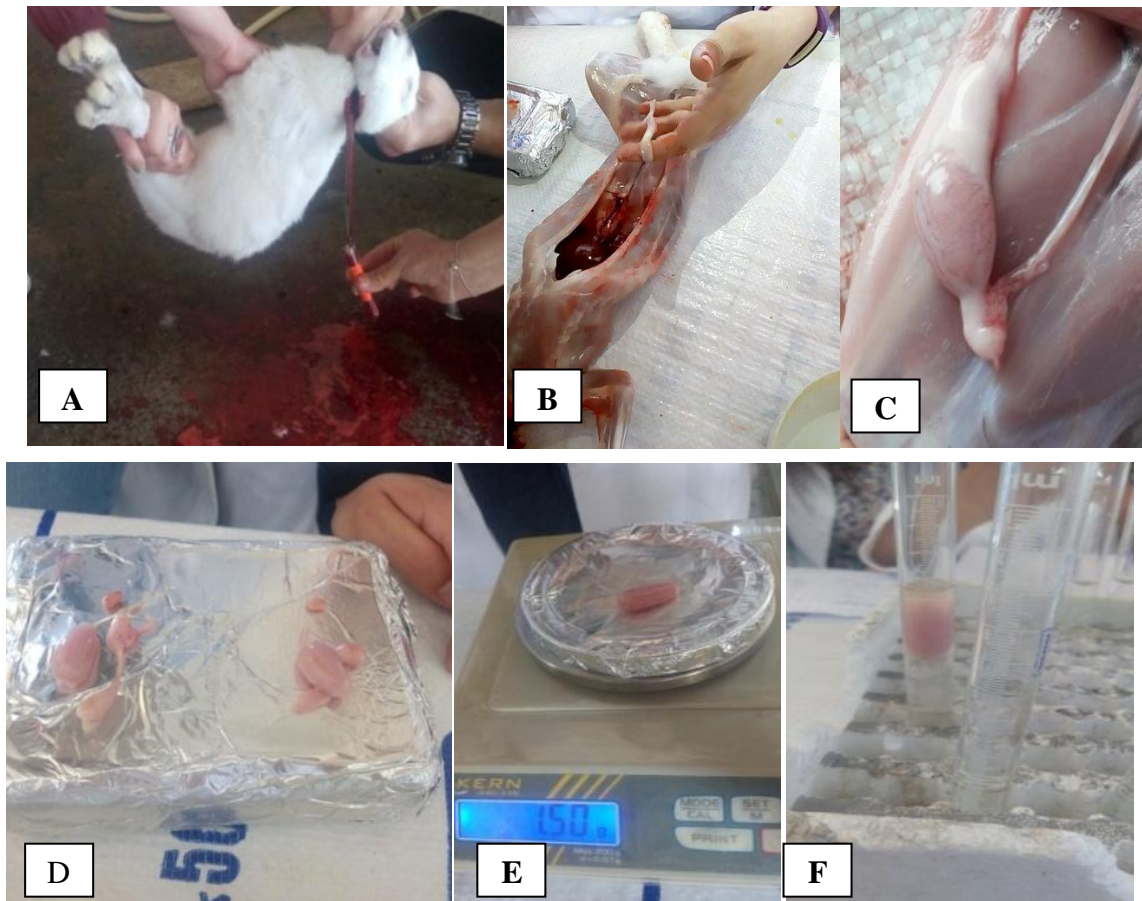
**Figure 20 :** Pesée et administration de l'huile essentielle aux lapins (Originale, 2021).

### 3.2. Sacrifices et prélèvements des organes

Une semaine après l'administration de l'huile essentielle de menthe pouliot, les lapins ont été pesés puis sacrifiés le matin entre 9 H : 00 et 12H : 00 au niveau de l'élevage cunicole

de Djebba. Après sacrifice, le sang recueilli est centrifugé, les sérums sont ensuite congelés à 4°C pour des dosages ultérieurs (Figure 21 A).

Les animaux sont ensuite disséqués, leurs épидidymes et testicules sont prélevés puis dégraissés et pesés grâce à une balance de précision de 0,01g (Figure 21 B,C,D,E), et leurs volumes ont été déterminés grâce à de tubes gradués, par la mesure du volume d'eau déplacé. tube gradué étant remplis d'eau à un niveau initial connu (6 ml), la différence avec le volume obtenu à l'immersion de l'organe correspond au volume de l'organe (Figure 21 F). Les testicules et épидidymes droits sont fixés au Bouin Hollande dans des cassettes soigneusement fermées et étiquetées pour une étude histologique, alors que les testicules et épидidymes gauches sont placés dans des eppendorfs et congelés à -20°C, jusqu'à leurs utilisations ultérieure.

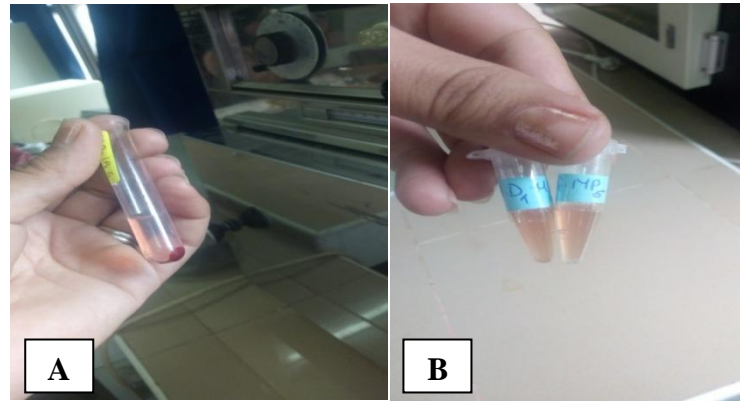


**Figure 21** : Sacrifices et prélèvements des organes (Originale, 2021).

**A**/Sacrifice des lapins et recueil du sang dans un tube sec. **B, C, D** /Dissection du lapin et prélèvement des organes (testicules et epididymes). **E, F** /Mesure du poids et volumes des testicules.

### 3.3. Centrifugation

Après avoir fait le prélèvement sanguin et afin de séparer le plasma et les éléments figurés du sang pour faire des dosages, nous avons centrifugé les prélèvements sanguins pendant 10 minutes à 3000 tours /minute (Figure 22)



**Figure 22 :** Centrifugation du sang et recueil de plasma (Originale, 2021)

### 3.4. Etude histologique

L'étude histologique se déroule en une série d'étapes successives obligatoires qui vont aboutir à l'obtention de coupes fines, prêtes à recevoir la coloration histologique d'intérêt. Le protocole expérimental est résumé dans les étapes suivantes: fixation des échantillons, déshydratation et éclaircissement, imprégnation, inclusion, confection des coupes et collage, déparaffinage et réhydratation, coloration topographique, et enfin observation des lames.

#### 3.4.1. Fixation des échantillons

La fixation est un traitement chimique ou physique effectué sur des cellules vivantes permettant de pratiquer ultérieurement certaines manipulations avec un minimum de dommages pour les structures cellulaires. Elle permet notamment de les conserver dans un état aussi proche que possible de l'état vivant et d'éviter les raccourcissements et les distorsions possibles, mais aussi de protéger les cellules de l'attaque bactérienne ou encore de celle des enzymes.

Le fixateur Bouin Hollande sublimé (mélange de formol et d'acide picrique) qui appartient à la famille des fixateurs coagulants à base de métaux lourds a été utilisé. Les organes ont été placés dans des cassettes d'inclusion puis déposés dans un volume de « Bouin Hollande » trois fois supérieur à celui de l'organe, afin de l'immerger totalement. Les organes ont été maintenus ainsi pendant 7 jours dans le fixateur, à température ambiante (Figure 23).



**Figure 23:** Fixation des organes dans le Bouin hollande (Originale, 2021).

### 3.4.2. Déshydratation et éclaircissement

La déshydratation a pour but de substituer l'eau contenue dans les cellules par de l'alcool. Les organes fixés sont déshydratés progressivement par un passage dans des bains d'alcool à degrés croissant. L'alcool est alors remplacé par un solvant organique, miscible à la fois dans l'alcool et dans la paraffine fondue, il s'agit du xylène.

Pour réaliser la déshydratation des organes, une série de bains d'alcool éthylique à des degrés croissants (50°, 70°, 90°, 100°) a été utilisée, pendant 40 minutes pour chaque bain afin d'éviter la désorganisation des structures, puis dans un bain de xylène (40 minutes). Au fur et à mesure de leur infiltration par ce solvant (xylène), les tissus ont tendance à s'éclaircir : cette étape est donc parfois appelée éclaircissement ou clarification (Figure 24).

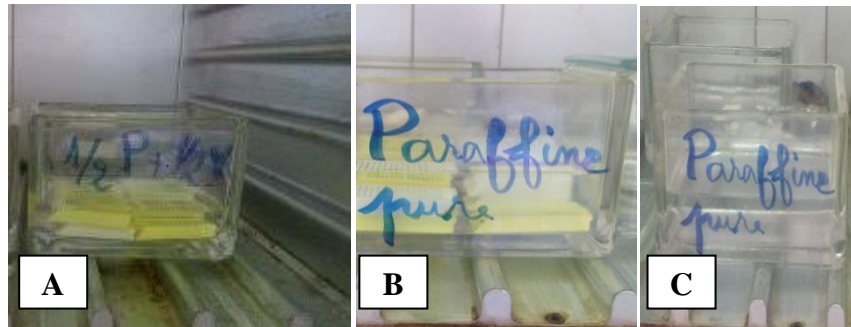


**Figure 24 :** Série de bains d'alcool éthylique (Originale, 2021).

### 3.4.3. Imprégnation

L'imprégnation consiste à plonger les organes dans 3 bains successifs de paraffine, de 40 minutes pour chaque bain à 60°C, immédiatement après le bain de xylène. Le premier est

constitué de moitié paraffine et moitié xylène, le deuxième et le troisième bain renferment de la paraffine pure (Figure 25).

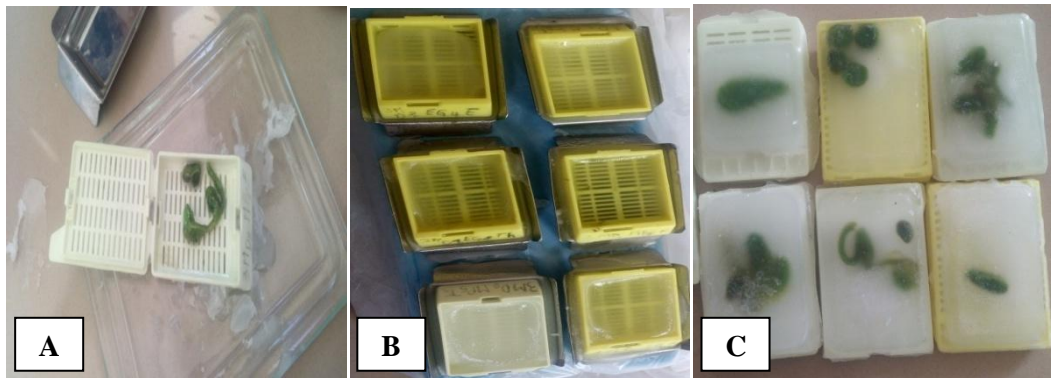


**Figure 25** : Série de bains de paraffine (Originale, 2021).

A/ Bain moitié paraffine et moitié xylène. B, C /Bain de paraffine pure.

#### 3.4.4. Inclusion

L'inclusion est l'opération qui consiste à enrober l'organe déshydraté dans de la paraffine fondue à 60°C. Les organes ont été placés dans des moules qui recevront la paraffine. Les cassettes respectives, identifiant chaque échantillon ont été placées à la surface des moules avant de faire couler la paraffine jusqu'à immersion totale de l'échantillon. Le dispositif est déposé sur une plaque refroidissante (-10 à -15°C) pour durcir, les blocs obtenus sont démoulés facilement et peuvent être conservés (Figure 26).



**Figure 26** : A, B, C /Organes placés dans des moules à paraffine (Originale, 2021).

#### 3.4.5 Confection des coupes et collage

Des coupes fines de 2 à 5µm d'épaisseur ont été réalisées sur les blocs d'organes, en utilisant un microtome à paraffine de type Leica au niveau du laboratoire d'anatomopathologie du CHU de Tizi-Ouzou (Figure 27). Les coupes ont été récupérées sur des lames porte-objet propres qui seront incubées pendant une heure à 60°C dans une étuve afin de fixer l'échantillon.

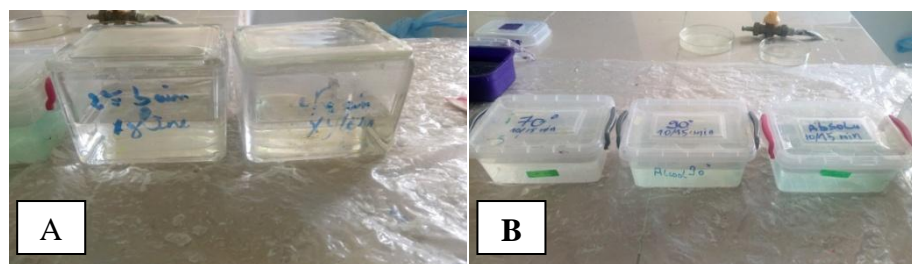


**Figure 27:** Dispositif permettant de faire des coupes : microtome à gauche et bain Marie à droite

### 3.4.6 Déparaffinage et réhydratation

Avant de procéder à la coloration, des lames ont été déparaffinées et placées dans un milieu aqueux, car les colorants les plus utilisés en histologie sont aqueux.

Le déparaffinage est une opération qui permet de retirer la paraffine qui imprègne la coupe. Il est suivi d'une réhydratation. Le schéma est une séquence inverse de celle de la déshydratation. Il consiste en deux bains de xylène, puis en bains d'alcool éthylique à degrés décroissants (100°, 90°, 80°, 70°) (Figure 28).

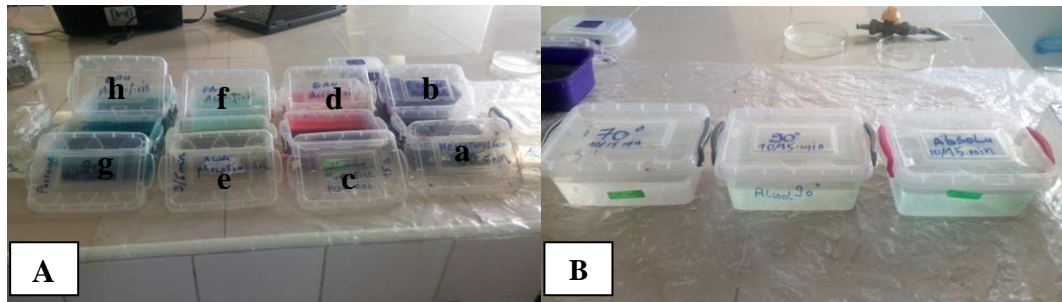


**Figure 28:** Photographie des bains d'alcool et de xylène de la circulation (Originale, 2021). A/ Bains de xylène de la circulation. B/ Bains d'alcool éthylique (70° ; 90° ; 100°).

### 3.4.7 Coloration topographique et déshydratation

La coloration topographique de Trichrome de Masson a été choisie pour la coloration des échantillons. 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.

Elle s'effectue avec quatre colorants : l'hématoxyline, fuchsi-ne-ponceau, orange G et vert lumière, et un rinçage avec de l'eau courante et à l'eau acétifiée (Figure 29 A). Cette coloration est suivie d'une déshydratation dans des bains d'alcool éthylique à degrés croissants (50°, 70°, 90°, 100°) (Figure 29 B).



**Figure 29 : A/** Photographie d'une série d'une coloration topographique (Originale, 2021)

**B/** Une série de bains d'alcool éthylique à degrés croissants (70°, 90°, 100°)

**a:** Hématoxyline ; **b:** Eau de robinet ; **c:** Fuschine Ponceau ; **d:** Eau Acétifiée ; **e:** Acide Phosphomolybdique ; **f:** Eau Acétifiée ; **g:** Vert Lumière ; **h:** Eau Acétifiée.

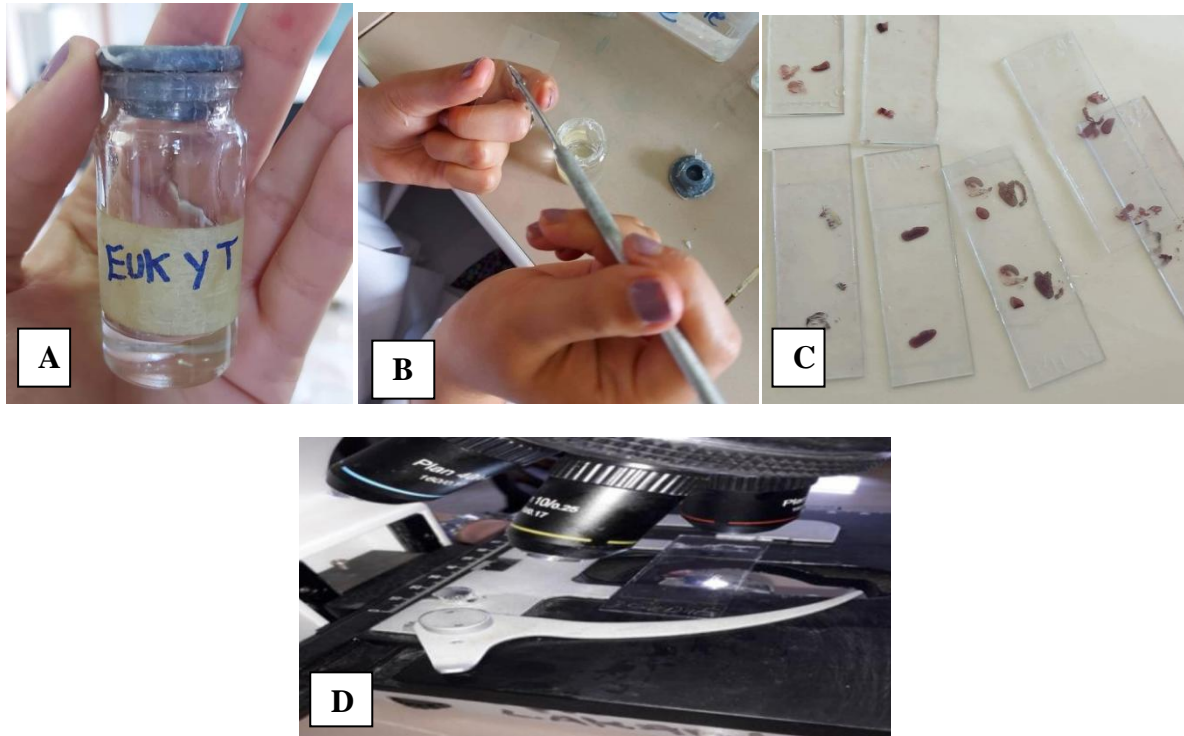
### 3.4.8 Montage et observation des lames

Le montage est l'opération qui consiste à fixer, à l'aide d'une goutte d'Eukit, une lamelle de verre sur l'échantillon histologique, qui permet l'adhérence entre la lame et la lamelle. Une légère pression sur la lamelle permet de chasser les bulles d'air (Figure 30 A, B, C).

Après montage, les lames sont séchées, nettoyées au toluène puis observées grâce à un microscope optique de type OPTICA équipé d'une caméra numérique, elle permet de réaliser des photographies dans le but de rechercher toutes modifications histologiques des structures étudiées après le traitement approprié (Figure 30 D). De ce fait le grossissement de l'observation change et est calculée de la manière suivante :

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

**G** : Grossissement ; **Vobj** : Grossissement de l'objectif ; **Vz** : Facteur de zoom d'optovar = 2.5



**Figure 30:** photographie de montage et observation des lames (Originale 2021).

**A, B, C :** montage des lames à l'aide d'une goutte d'Eukit. **D :** observation des lames grâce à un microscope optique de type OPTICA.

### 3.4.9 Etude statistique

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

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

La validité statistique des différences entre les moyennes est évaluée d'après le test d'ANOVA réalisés à l'aide d'un logiciel informatique « Origin Lab » 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**

Les résultats rapportés dans ce travail concernent l'évolution du poids corporel avant et après l'administration de l'huile essentielle de la menthe pouliot et leur relation avec le poids des testicules et épидидymes des lapins âgés de 3 mois, ainsi qu'une étude histologique des structures gonadiques (testiculaire et épидидymaire).

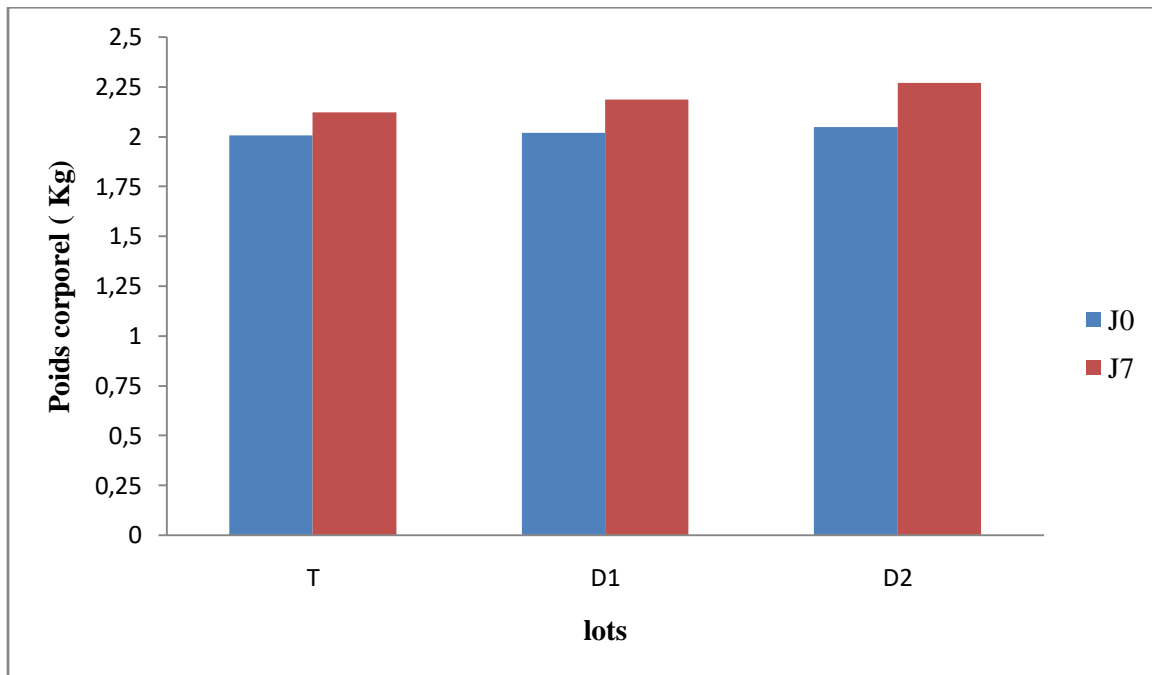
## 1. Résultat de l'étude macroscopique

Les pesées des lapins ont été prises deux fois durant l'expérimentation (avant et après l'administration de l'huile essentielle) et ont permis de suivre l'évolution pondérale des lapins traités par deux doses différentes de l'huile essentielle Menthe pouliot.

### 1.1 Evolution du poids corporel des animaux traités par la Menthe pouliot

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

Le poids corporel des lapins prépubères avant et après l'administration de l'huile essentielle de la Menthe pouliot à deux doses différentes (200 $\mu$ l/kg et 400  $\mu$ l/kg) est représenté dans la Figure 31.



**Figure 31:** Représentation graphique de l'évolution pondérale moyenne des lapins âgés de 3 mois.

**T** : Témoin ; **D1** : Traité par la Menthe pouliot à la dose 200 $\mu$ l/kg ; **D2** : Traité par la Menthe pouliot à la dose 400 $\mu$ l/kg ; **J0** : Avant traitement ; **J7** : Après traitement.

Le poids corporel à J7 est plus élevé qu'à J0 chez les différents lots avec un écart de 0,12kg chez les témoins, de 0,17kg chez les traités par la dose 1 et de 0,22kg chez les traités par la dose 2 où cet écart est le plus élevé.

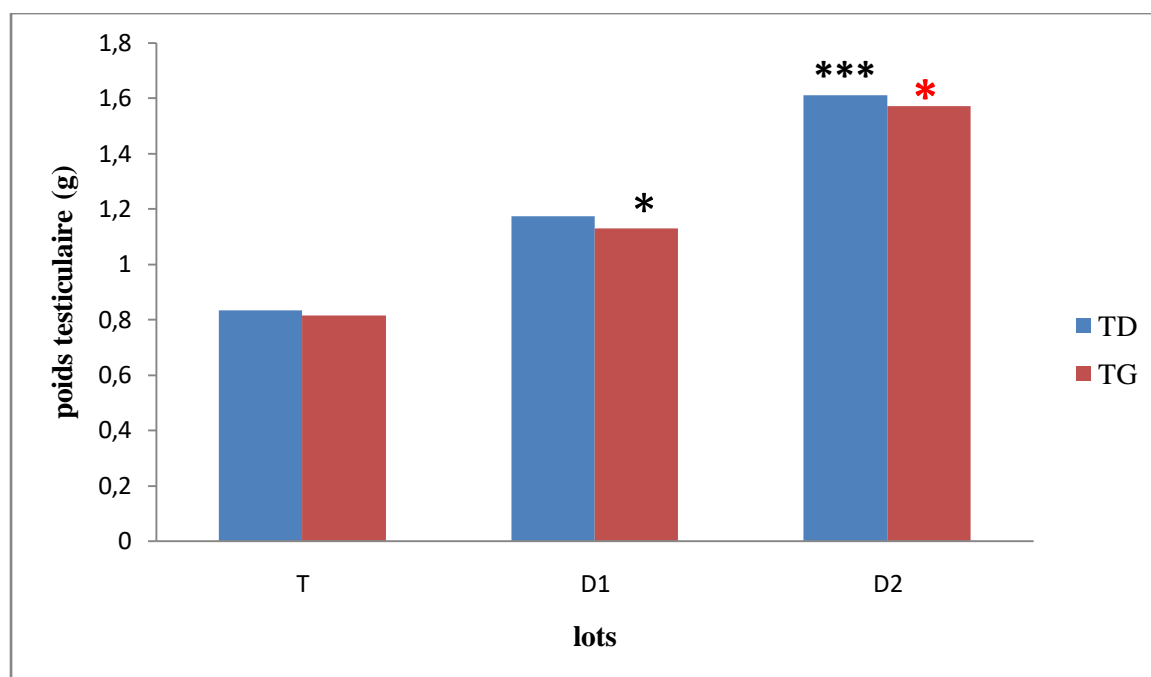
A J7, le poids corporel est plus élevé chez les traités par rapport aux témoins dont les valeurs sont de  $2,12 \pm 0,227$  kg pour le témoin, de  $2,18 \pm 0,193$  kg pour dose 1 et de  $2,27 \pm 0,149$ kg pour dose 2. Cependant, entre les lots traités, la D2 présente la valeur la plus élevée ( $2,27 \pm 0,149$ ).

## 1.2 Poids testiculaire

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

### 1.2.1 Poids des testicules droits et gauches pour les lapins âgés de 3 mois

Le poids des testicules gauche et droit des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Menthe pouliot administrée (200 $\mu$ l/kg et 400  $\mu$ l/kg) est représenté dans la Figure 32



**Figure 32:** Représentation graphique du poids moyen des testicules gauches et droits des lapins âgés de 3 mois.

**T** : Témoin ; **D1** : Traité par la Menthe pouliot à la dose 200 $\mu$ l /kg ; **D2** : Traité par la Menthe pouliot à la dose 400 $\mu$ /kg ; **TG** : testicule gauche ; **TD** : testicule droit.

\*Comparaison témoin-dose

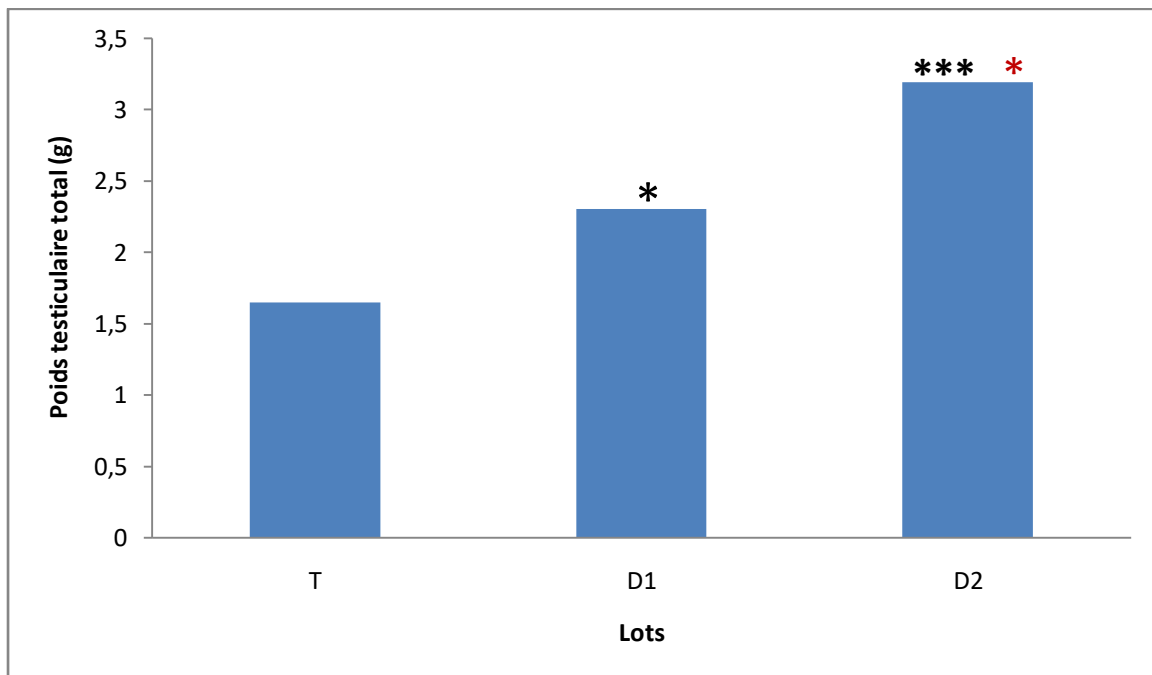
\*Comparaison dose - dose

La comparaison entre le testicule droit et gauche a révélé que ceux de lot témoin est presque identique, alors que chez ceux traités par la Menthe pouliot aux deux doses respectives (200 $\mu$ l/kg, 400 $\mu$ l/kg) le testicule droit est légèrement plus élevé que le testicule gauche.

La comparaison entre le lot témoin et le lot traité à la dose 2 a montré une différence très significative ( $p=0.009$ ), tandis que la comparaison entre le lot témoins et le lot traité à la dose 1 aussi entre les deux lots traités (dose 1et dose 2) a montré une différence peu significative ( $p=0.03$ ).

### 1.2.2 Poids testiculaire total des lapins âgés de 3 mois

Le poids total des testicules pour les lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de la menthe pouliot administrée est représenté dans la Figure 33



**Figure 33:** Représentation graphique montrant l'évolution du poids total des testicules des lapins âgés de 3 mois

**T** : Témoin ; **D1** : Traité par la Menthe pouliot à la dose 200 $\mu$ l /kg ; **D2** : Traité par la Menthe pouliot à la dose 400 $\mu$ l /kg.

\*Comparaison témoin-dose

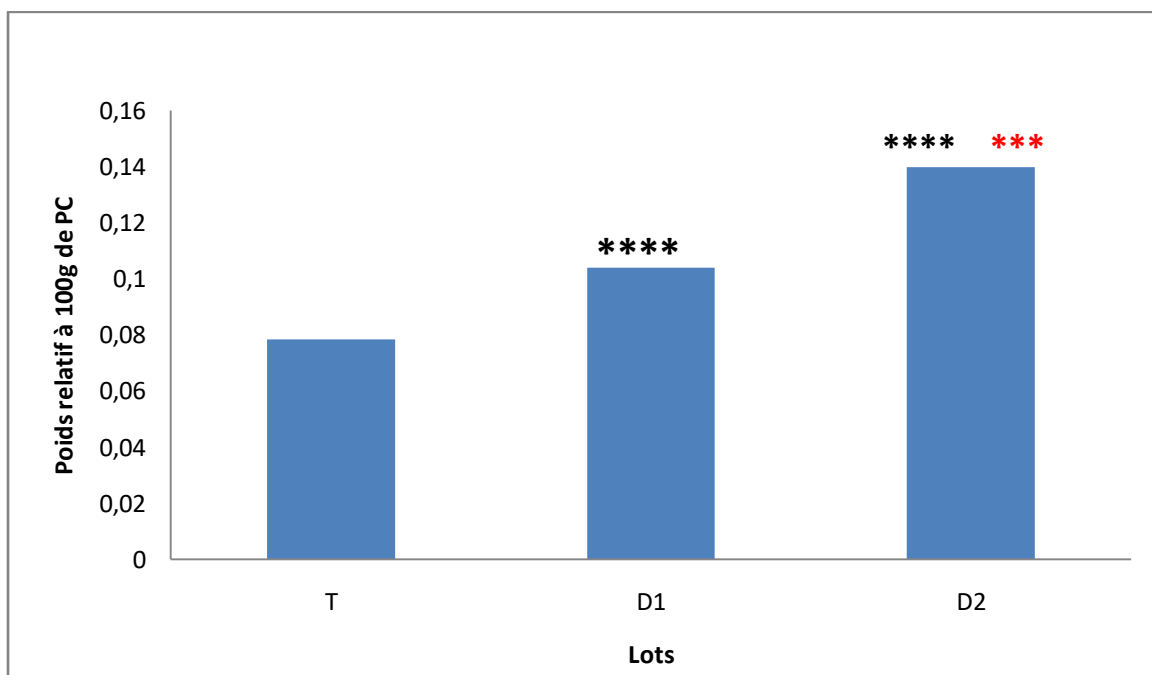
\*Comparaison dose - dose

La valeur moyenne du poids total des testicules des lapins prépubères enregistré durant notre expérimentation après l'administration de l'huile essentielle (J7) est plus élevée chez les animaux traités par rapport aux témoins. En effet, la valeur moyenne du poids testiculaire est de  $1.64 \pm 0.150$ g chez le lot témoin alors qu'elle est de  $2.27 \pm 0.254$ g chez le lot traité par la dose 1 et de  $3.03 \pm 0.360$ g chez ceux traité à la dose 2 (D2).

Cependant, la valeur obtenue chez les lapins traités par la dose 2 ( $400 \mu\text{l}/\text{kg}$ ) de l'huile essentielle Menthe pouliot est nettement supérieure à celle obtenue chez ceux traités par la dose 1 ( $200 \mu\text{l}/\text{kg}$ ).

### 1.2.3 Poids relatifs des testicules des lapins âgés de 3 mois

L'évolution des valeurs moyennes des poids relatifs à 100 g de poids corporel des testicules des lapins âgés de 3 mois est présentée dans la Figure 34.



**Figure 34:** Représentation graphique du poids relatif des testicules des lapins âgés de 3 mois  
**T** : Témoin ; **D1** : Traité par la Menthe pouliot à la dose  $200 \mu\text{l}/\text{kg}$  ; **D2** : Traité par la Menthe pouliot à la dose  $400 \mu\text{l}/\text{g}$  ; **PC**: Poids corporel

\*Comparaison témoin-dose

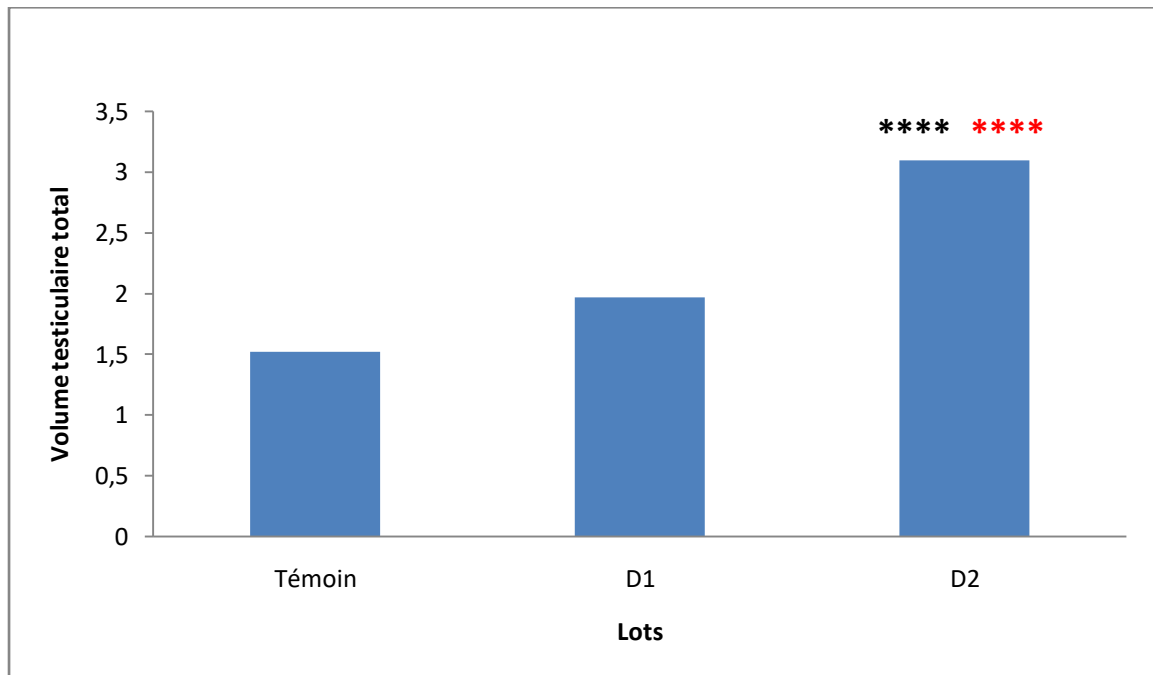
\*Comparaison dose - dose

La valeur moyenne des poids relatifs à 100 g du poids corporel des testicules des lapins âgés de 3 mois présente une élévation chez les lapins traités par la Menthe pouliot par rapport au témoin, dont la valeur est de  $0,06 \pm 0,007$  g chez le lot témoin, alors qu'elle est de  $0,06 \pm 0,014$  g chez le lot traité par la dose 1 et de  $0,07 \pm 0,007$  g chez ceux traités par la dose 2. Cependant, la valeur du poids relatif à 100 g de poids corporel chez les lapins traités par l'huile essentielle de la Menthe pouliot est plus élevée chez ceux traités par la dose 2 par rapport à ceux traités par la dose 1 avec un écart de 0,04 g.

Ces variations du poids relatif sont hautement significatives ( $p < 0,001$ ) entre les témoins et ceux traités par la dose 1 et entre les témoins et ceux traités par la dose 2 tandis qu'elles sont très significative ( $p < 0,01$ ) entre les traités par la dose 1 et la dose 2.

#### 1.2.4 Volume testiculaire des lapins âgés de 3 mois

Le volume total des testicules des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Menthe pouliot administrée est représenté dans la Figure 35.



**Figure 35:** Représentation graphique du volume des testicules des lapins âgés de 3 mois  
**VTT :** volume testiculaire total; **T :** Témoin ; **D1 :** Traité par la Menthe pouliot à la dose 200µl /kg ;  
**D2 :** Traité par la Menthe pouliot à la dose 400µl /kg.

\*Comparaison témoin-dose

\*Comparaison dose - dose

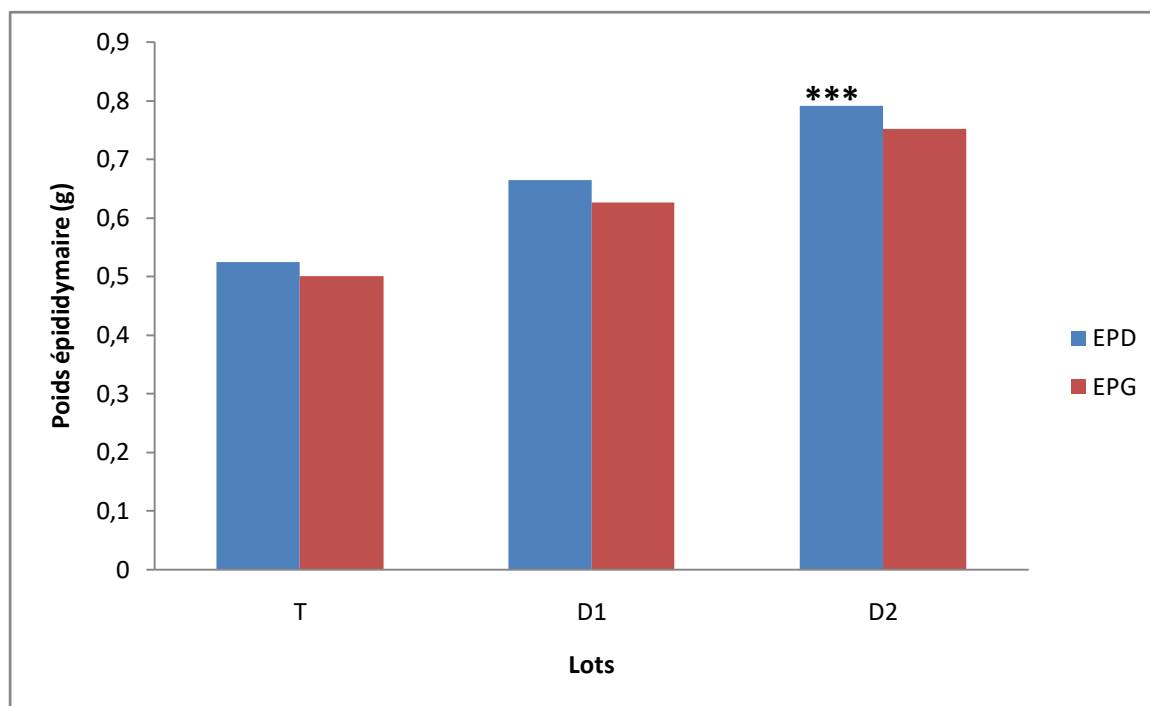
Le volume des testicules chez les lapins traités par l'huile essentielle de la Menthe pouliot est plus élevé par rapport aux témoins. En effet la valeur moyenne du volume total des testicules est de  $1,52 \pm 0,102$  ml chez les lapins du lot témoin(T) alors qu'elle est de  $1,96 \pm 0,325$  ml chez les lapins traités par la première dose et de  $3,1 \pm 0,309$  ml pour ceux traités par la dose 2. En effet, cette valeur est plus élevée chez les lapins traités par la Menthe pouliot par rapport aux témoins ainsi que chez ceux traités par la dose 2 par rapport à ceux traités par la D1, avec une différence hautement significative ( $P < 0,001$ ) entre T et D2, et entre ceux traités par la dose 1 et dose 2 ( $P < 0,001$ ).

### 1.3 Poids épидидymaire

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

#### 1.3.1 Poids des épидидymes gauches et droits des lapins âgés de 3 mois

Le poids moyen de l'épididyme gauches et droits en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Menthe pouliot administrée pour les lapins âgés de 3 mois est représenté dans la Figure 36.



**Figure 36** : Représentation graphique du poids des épидидymes gauches et droits des lapins âgés de 3 mois.

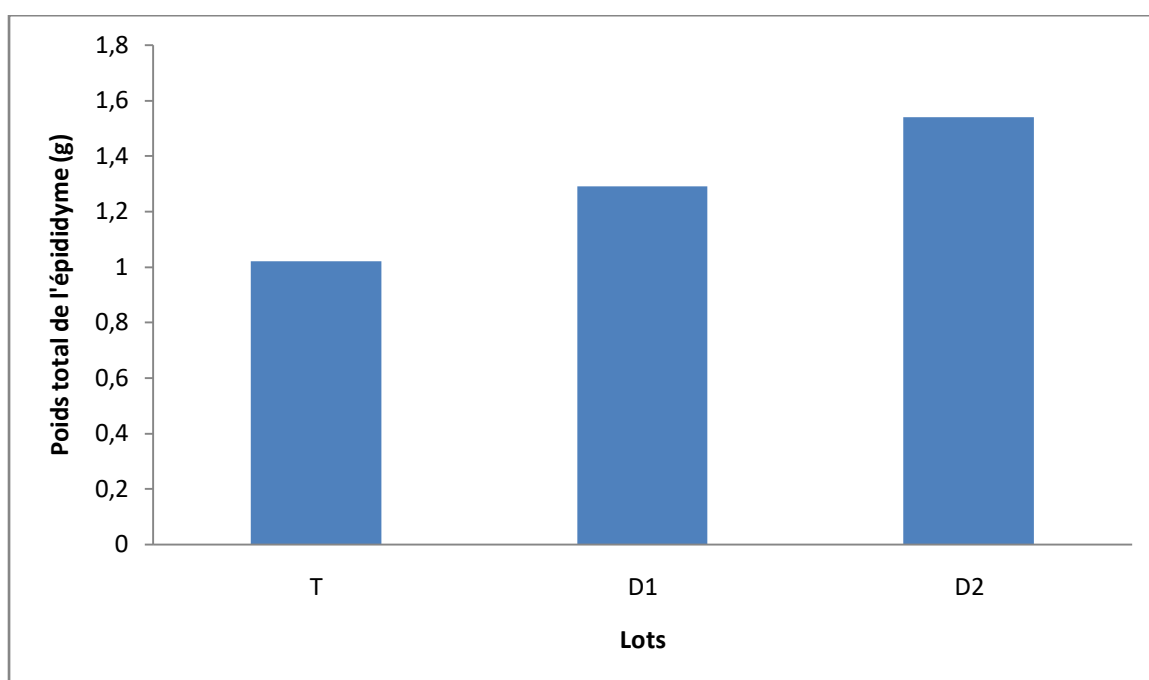
**EPG** : Epididyme Gauche ; **EPD** : Epididyme Droit ; **T** : Témoin ; **D1** : Traité par la Menthe pouliot à la dose  $200 \mu\text{l} / \text{kg}$ ; **D2**: Traité par la Menthe pouliot à la dose  $400 \mu\text{l} / \text{kg}$ .

\*Comparaison témoin-dose

La comparaison entre l'épididyme droit et gauche a révélé que ceux du lot témoin sont presque identique alors que chez ceux traités par la Menthe pouliot aux deux doses respectives 200 $\mu$ l/kg et 400 $\mu$ l/kg, l'épididyme droit est plus élevé que l'épididyme gauche, avec une différence très significative ( $p < 0,01$ ) entre les lapins du lot témoin et ceux traités par la dose 2.

### 1.3.2 Poids total de l'épididyme des lapins âgés de 3 mois

Le poids total de l'épididyme pour les lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de la Menthe pouliot administrée est présenté dans la Figure 37.

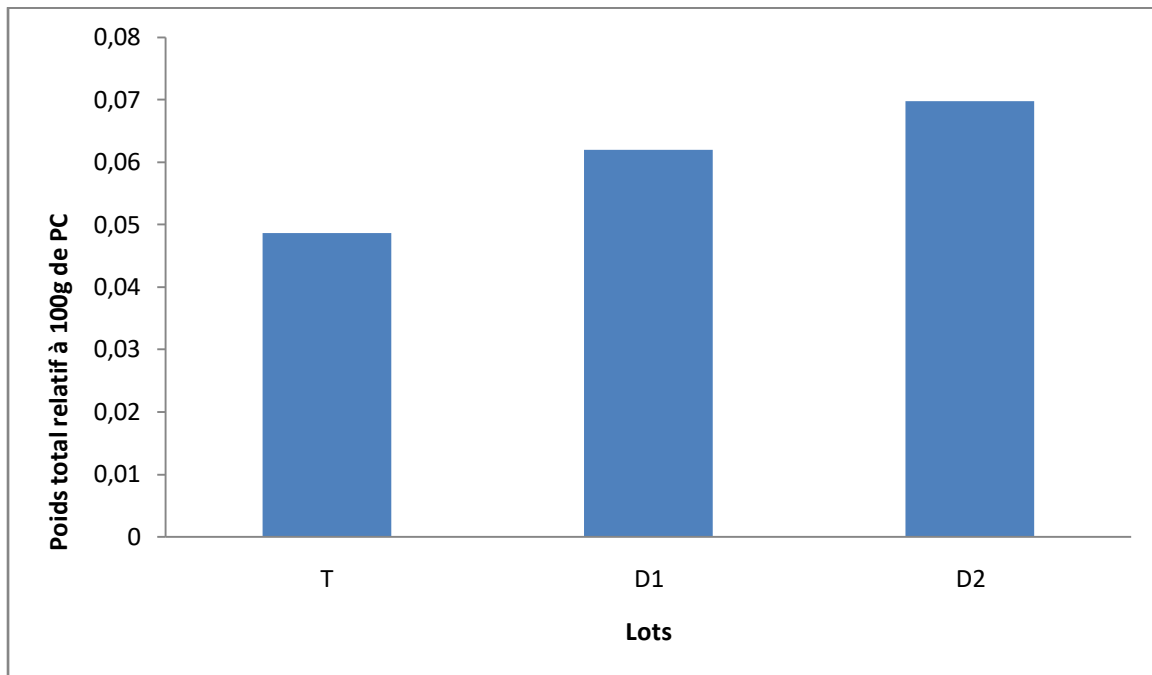


**Figure 37:** Représentation graphique du poids total de l'épididyme des lapins âgés de 3 mois  
**T** : Témoin ; **D1** : Traité par la Menthe pouliot à la dose 200 $\mu$ l /kg ; **D2**: Traité par la Menthe pouliot à la dose 400 $\mu$ l /kg.

La valeur moyenne du poids total de l'épididyme des lapins prépubères enregistré durant notre expérimentation après l'administration de l'huile essentielle (J7) est élevée chez les traités par la première et la deuxième dose (D1 et D2) par rapport aux témoins, où la valeur est de 1.024 $\pm$ 0.096 g. Alors qu'elle est de 1.29 $\pm$ 0.148g chez ceux traités par la dose1 (200 $\mu$ l/kg) et de 1.54  $\pm$  0.089g chez ceux traités à la deuxième dose (400 $\mu$ l/kg) qui représente la valeur la plus élevée.

### 1.3.3 Poids relatif épidiymaire des lapins âgés de 3 mois

Le poids relatif à 100 g du poids corporel des épidiymes des lapins âgés de 3 mois est représenté dans la Figure 38.



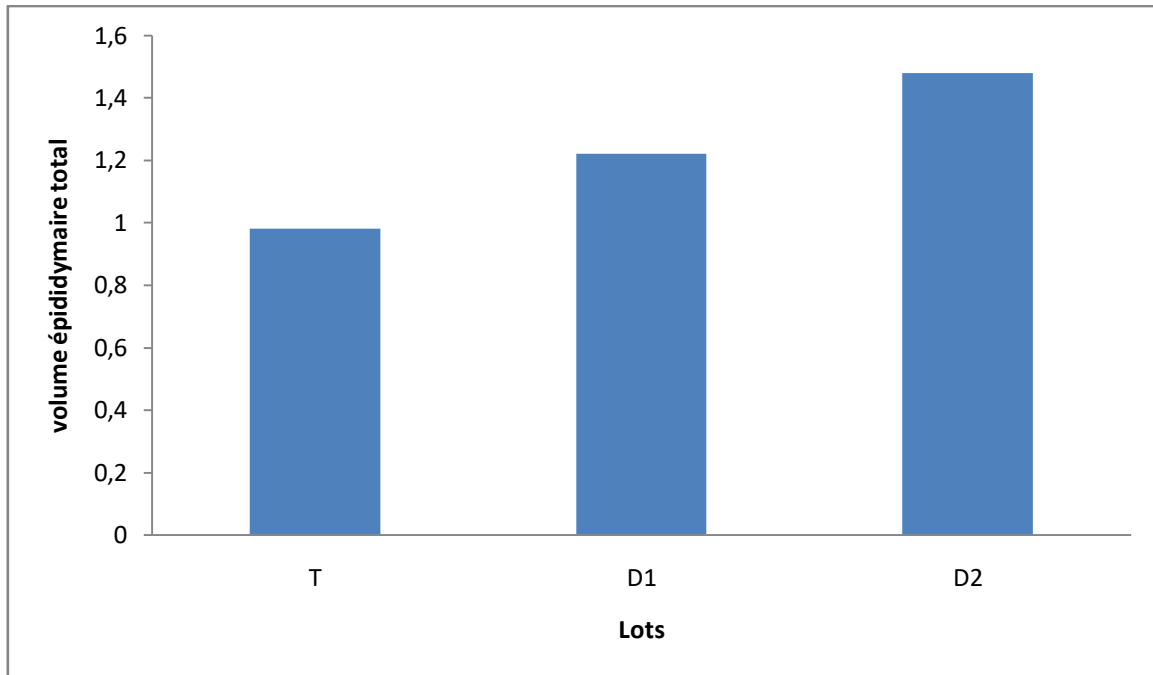
**Figure 38:** Représentation graphique du poids relatif des épidiymes des lapins âgés de 3 mois

T : Témoin ; D1 : Traité par la Menthe pouliot à la dose 200µl/kg ; D2: Traité par la Menthe pouliot à la dose 400µl/kg ; PER : poids épidiymaire relatif

La valeur moyenne des poids relatifs à 100 g du poids corporel des épidiymes des lapins âgés de 3 mois présente une élévation chez les lapins traités par la menthe pouliot par rapport aux témoins. En effet la valeur est de  $0.049 \pm 0.0018$ g des lapins de lot témoin (T) alors qu'elle est de  $0.061 \pm 0.011$ g chez les lapins traités par la première dose (D1) et ceux traités par la dose 2 est de  $0.069 \pm 0.0071$ g. Les poids relatifs à la dose 2 (400µl/kg) sont plus importants que la dose 1(200µl/kg).

### 1.3.4 Evolution du volume épidiymaire des lapins âgés de 3 mois

Le volume total des épidiymes des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de la menthe pouliot administrée est représenté dans la Figure 39.



**Figure 39:** Représentation graphique du volume de l'épididyme des lapins prépubères

**T** : Témoin ; **D1** : Traité par la Menthe pouliot à la dose 200µl/kg ; **D2**: Traité par la Menthe pouliot à la dose 400µl/kg.

Le volume des épидидymes chez les lapins traités par l'huile essentielle de la Menthe pouliot est plus élevé par rapport aux témoins. En effet la valeur de volume total des épидидymes est de  $0.98 \pm 0.096$  ml chez les lapins du lot témoin (T) alors qu'elle est de  $1.22 \pm 0.201$  ml chez les lapins traité par la première dose (D1) et de  $1.48 \pm 0.107$  ml pour ceux traités par la dose 2. Cette valeur est plus élevée chez les lapins traités par l'huile essentielle de la Menthe pouliot par rapport aux témoins également chez ceux traités par la dose 2 par rapport à ceux traités par la dose 1.

## 2. Résultats de l'étude microscopique

Au cours de notre travail, nous avons réalisé une étude histologique des testicules et épидидyme chez les lapins âgés de 3 mois appartenant à la population local.

L'observation microscopique a été enregistrée, pour tous nos échantillons, avec le fort grossissement (x400) pour une observation plus détaillée des structures notamment cellulaires.

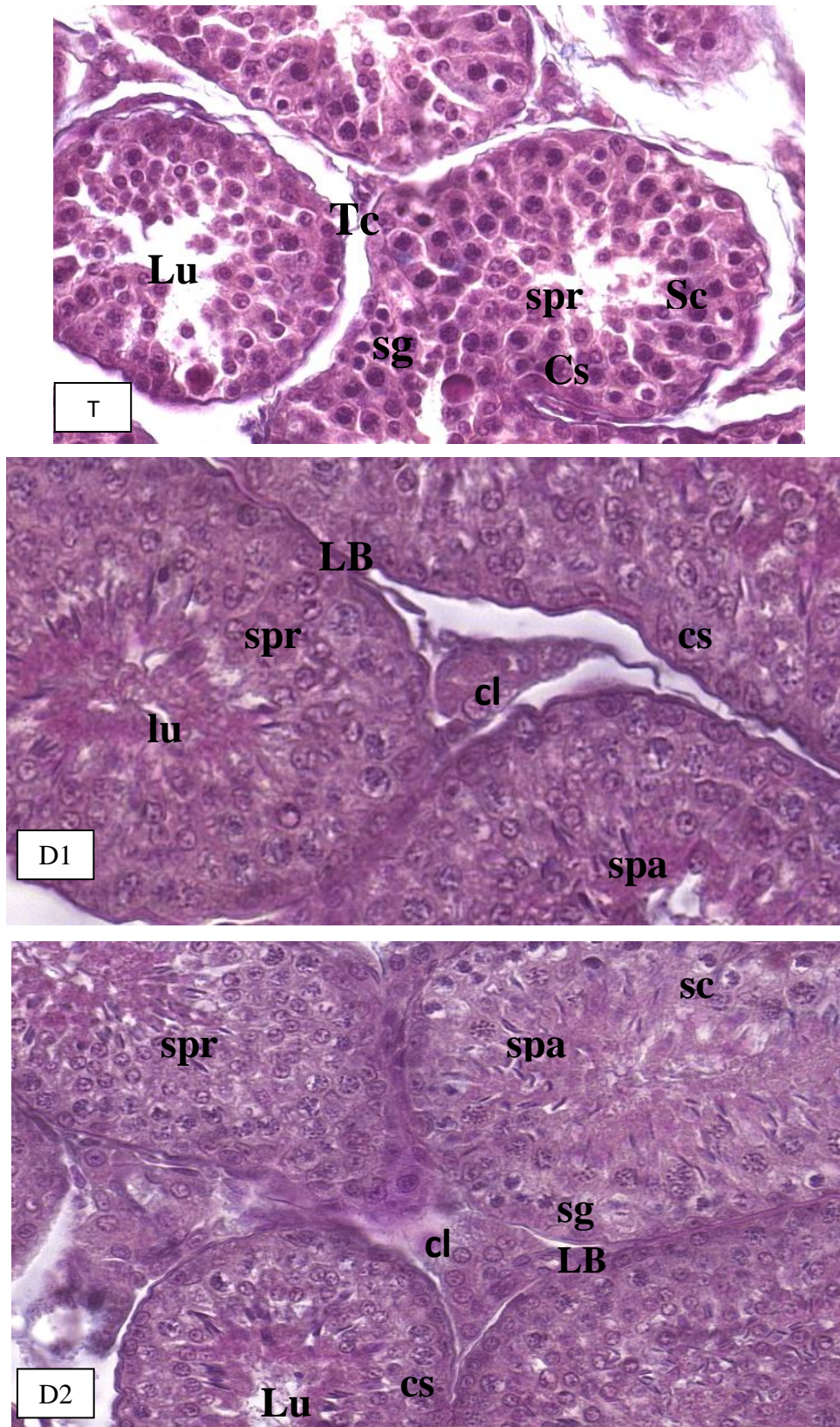
## 2.1 Étude histologique des testicules des lapins âgés de 3 mois

Les structures histologiques des testicules des groupes expérimentaux (D1, D2) et de groupe témoin (T) observé au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois sont représentées dans la Figure 40.

Les structures testiculaires des lapins témoin âgés de 3 mois, au fort grossissement, montrent des tubes séminifères de diamètre variable, avec une paroi formée d'un épithélium comprenant des cellules de la lignée germinale: spermatogonies à noyaux ronds et condensés, spermatocytes I à noyaux volumineux et à chromatine décondensée très colorée sous forme d'amas grossiers et des cellules de Sertoli à noyau triangulaire déposée sur une lame basale avec apparition des premiers spermatides ronds. Ces tubes sont entourés par un tissu conjonctif vascularisé riche en cellules péritubulaires à noyaux aplatis et de cellules de Leydig à noyaux arrondis (Figure 40 T).

Les tubes séminifères des lapins traités par l'huile essentielle de Menthe pouliot à la dose 1 (200µl/kg) apparaissent plus développés que ceux des témoins avec beaucoup de spermatides ronds et apparition des premières spermatides allongées, entourés par un tissu interstitiel où se baignent les cellules de Leydig avec présence des cellules péritubulaires (Figure 40 D1).

Tandis que les structures testiculaires des lapins traités par cette huile essentielle à la dose 2 (400µl/kg) révèlent des tubes de même structure que les tubes séminifères des lapins traités par la dose 1 avec une abondance en quantité des spermatides allongés (Figure 40 D2).



**Figure 40:** Coupes histologiques des testicules des lapins âgés de 3 mois pour lots T, D1 et D2 (coloration : Trichrome de Masson). Sg : spermatogonie ; cs : cellule de sertoli ; sc : spermatocytes ; cl : cellules de Leydig ; Lu : lumière séminale ; spr : spermatide rond ; spa : spermatide allongé ; LB : lame basale ; T : témoin ; D1 : dose1 ; D2 : dose 2.

## 2.2 Etudes histologique de l'épididyme des lapins âgés de 3 mois

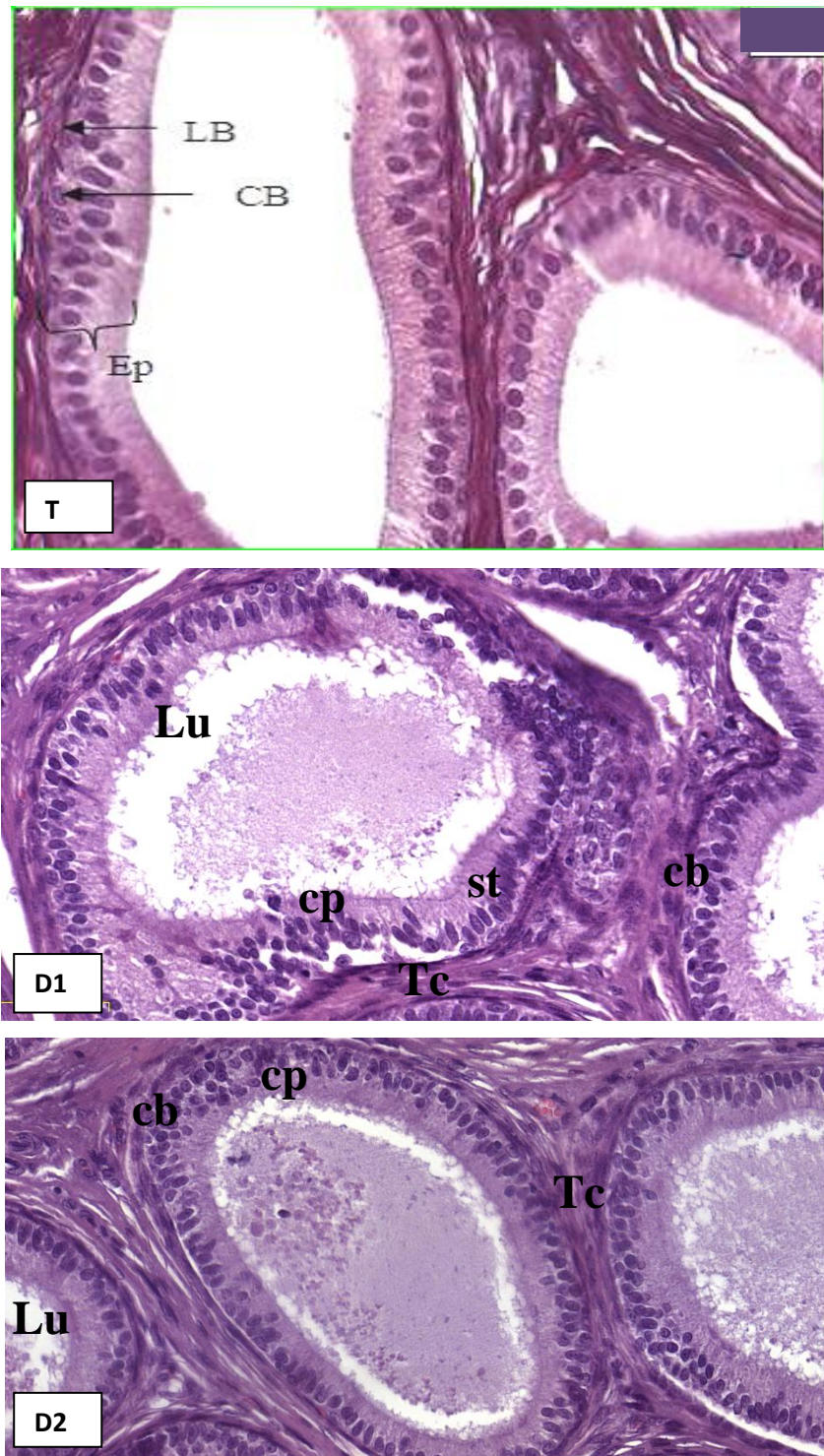
Les structures histologiques de l'épididyme des groupes expérimentaux (D1, D2) et de groupe témoin (T) observées au microscope photonique au fort grossissement pour les lapins âgés de 3 mois sont représentées dans la Figure 41.

Chez les lapins du lot témoin âgés de 3 mois, au fort grossissement, le tube épидидymaire apparait bordé par une fine paroi musculaire à laquelle adhère une couche d'épithélium prismatic pseudostratifié constitué de deux catégories cellulaires cellules principales et cellules basales reposant sur une lame basale fine. Le tube épидидymaire présente également une lumière large et vide dépourvue de spermatozoïdes avec un début des sécrétions épидидymaire , un tissu conjonctif intertubulaire formé de fibres conjonctives, des faisceaux de collagène, des cellules musculaires, des fibroblastes et des vaisseaux sanguins (Figure 41 T).

La structure de l'épididyme des lapins traités à la dose 1 (200 µl/kg) montre, un épithélium Prismatic pseudostratifié contient des cellules principales et basales où ces différentes cellules ont une hauteur plus grandes et riches en stéréocils, Nous avons observé des sécrétions moyennes des tubes épидидymaires avec une lumière dépourvue de spermatozoïdes.

Le tissu conjonctif intertubulaire formé de fibres conjonctives mieux organisées, de cellules musculaires, de fibroblastes, faisceaux de collagène et de vaisseaux sanguins (Figure 41 D1).

La structure de l'épididyme des lapins traités par l'HE de Menthe pouliot à la dose 2 (400 µl/kg) montre, au fort grossissement, la même structure que celle des lapins du lot traité par la dose 1, avec des sécrétions épидидymaires plus importantes (Figure 41 D2).



**Figure 41:** coupes histologiques de l'épididyme réalisées sur les lapins prépubères des lots T, D1 et D2.

Lu : lumière ; Tc : tissu conjonctif ; Cb : cellule basale ; Cp : cellule principale ; St : stériocils ; T : témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2.

### 3. Discussion

Les résultats obtenus portent sur les modifications des paramètres macroscopiques (poids corporel, poids et volumes testiculaires et épидидymaires) et de la structure histologique des testicules et des épидидymes des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle Menthe pouliot.

#### 3.1 Paramètres macroscopiques

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

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

Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques (poids corporel, poids et Volumes testiculaires et épидидymaires) sont plus élevés chez les lots traités par rapport aux lots témoins d'une part. D'autre part la dose 2(400µl/kg) a induit un effet plus important que la dose1 (200µl/kg).

En effet un gain de poids est observé chez les poulets de chair après l'administration des huiles essentielles d'origan, romarin, sauge et lavande (Alçiçk et *al.*, 2003 ; Alçiçk et *al.*, 2004 ; Botsoglou et *al.*, 2004 ; Bozkurt et *al.*, 2009 ; Bozkurt et *al.*, 2012) d'une part. D'autre part, l'utilisation de l'extrait éthanlique de feuilles de *Mentha Piperita* pendant 60 jours et l'extrait au méthanol de *Bsella alba* L. pendant 30 jours chez le rat mâle a induit une élévation des poids corporel avec le temps (Soy et *al.*, 2016 ; Nantia et *al.*, 2007).

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

Nos résultats corroborent avec ceux obtenus par Sulmaz Haeri et *al.* (2006), qui ont montré que l'administration de l'huile essentielle SKEO (Satureja Khuzestanica Essential Oil) a provoqué une augmentation significative du poids du testicule, de l'épididyme et des vésicules séminales qui sont dues à l'augmentation du nombre de cellules de Leydig et des cellules germinales et un taux plus élevé de spermatogenèse, confirmé par les résultats histologique. La croissance normale et les fonctions de l'épididyme et des organes sexuels accessoires nécessitent une production d'androgène continue. Par conséquent, le poids des organes sexuels augmente à l'augmentation des taux sériques de FSH et de testostérone par l'huile essentielle SKEO.

Ainsi qu'avec les résultats obtenus par Nesssah et Zaatri (2018) qui ont constaté l'augmentation des poids corporels des lapins prépubères qui sont dose dépendante.

L'action combinée de la FSH et de la testostérone induite par la LH assure le bon déroulement de la spermatogenèse (Kerr et *al.*, 1992). La LH stimule les cellules de Leydig afin de sécréter les androgènes tandis que la FSH stimule les cellules de Sertoli pour sécréter l'ABP. Les androgènes et l'ABP s'unissent pour stimuler le développement des cellules germinales (El-Gaafary, 1994).

Morakinyo et *al.* (2008), ont montré une augmentation significative du poids testiculaire chez les rat après 28 jours de traitement par du Zingiber en fonction de la dose et de la durée par rapport aux témoins.

Selon 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 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.

### 3.2 Paramètres histologiques

Chez les lapins traités par l'huile essentielle de la Menthe pouliot nous avons constaté des changements au niveau des structures histologiques au niveau testiculaire par l'apparition des premières spermatides allongées dont le nombre augmente avec la dose administrée alors que la spermatogenèse est en stade spermatides ronds chez les témoins.

Au niveau épидидymaire, nous avons constaté que l'épithélium est de type prismatique pseudostratifié chez les différents lots, cependant ses différentes cellules ont des hauteurs plus grandes et riches en stéréocils, avec des sécrétions épидидymaires plus importantes chez ceux traités par rapport aux témoins d'une part et chez ceux traités par la dose 2(400µl/kg) par rapport à ceux traités par la dose 1(200µl/kg) d'autre part.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Bashandy et *al.* (2007) qui ont montrés 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, temps d'excitation). Ces

variation serait probablement due à une augmentation des concentrations des hormones responsable de la spermatogenèse, la LH, la FSH et la testostérone. .

Selon Haeri et *al.* (2006), l'huile essentielle de la sarriette (SKEO) a un effet sur la fertilité des rats mâles aux doses de 150, 225 mg /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 (I et II) et des spermatides observés chez les groupes traités, car ces stades sont complètement dépendants des androgènes (Dymet *al.*, 1979).



**Conclusion**

Au terme de notre étude sur les effets de l'huile essentielle de la Menthe pouliot à deux doses différentes (200µl/kg et 400 µl/kg), il en ressort que le poids corporel, le poids et le volume testiculaire ainsi que celui de l'épididyme chez les lapins pré pubère sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins, dont la dose 2 (400 µl/kg), présente des valeurs plus importantes que la dose 1 (200µl/kg), de ce fait on constate que l'huile essentielle de la Menthe pouliot a un effet sur le poids corporel, testiculaire et épидидymaire.

Sur le plan histologique, l'huile essentielle de la Menthe pouliot a induit aux niveaux testiculaires des lots traités l'apparition des spermatides allongées, qui sont plus fréquents chez les lapins traités par la dose 2, de plus la spermatogénèse est en stade spermatide ronds chez les témoins.

Au niveau épидидymaire, nous avons constaté la présence de nombreux stéréocils au niveau apical des cellules épithéliales et des sécrétions plus importantes au niveau de la lumière chez les lapins traités.

De ce fait il semblerait que l'huile essentielle de la Menthe pouliot aux doses utilisées aurait un effet positif sur le développement des gonades, la spermatogénèse et la fertilité des lapins mâles pré pubères.

Afin de compléter cette recherche, il serait de grand intérêt d'étudier les variations hormonales pour appuyer les résultats obtenus ; réaliser cette étude dans un temps plus large et des doses plus élevées sur un effectif plus grand ; suivre cette expérimentation sur l'évaluation des cellules germinales, sur la qualité nucléaire et les mouvements des spermatozoïdes ; renforcer cette étude par une étude histomorphométrique afin d'étudier les effets de la menthe pouliot sur des paramètres microscopiques (le diamètre des tubes séminifères, la hauteur des cellules épithéliales ..... ) et d'étudier l'impact de l'huile essentielle de la Menthe pouliot sur la fertilité féminine ou masculine ainsi que les effets d'autres huiles sur les structures testiculaires et épидидymaires.



## **Références bibliographiques**

### A

- **Abe K., Takano H. et Ito T. (1983).** Ultrastructure of the mouse epididymal duct with special reference to the regional differences of the principal cells. *Arch. Histol. Jpn.* 46:51-68.
- **Abou-Haila A. et Fain-Maurel M.A. (1984).** Regional differences of the proximal part of mouse epididymis: morphological and histochemical characterization. *Anat. Rec.* 209 : 197-208.
- **Abraham L. et Kierszenbaum. (2002).** Histologie et biologie cellulaire : une introduction à l'anatomie pathologique. *Ed. Méd. Inter.* Paris : 69p.
- **Adamali H.I. et Hermo L. (1996).** Apical and narrow cells are distinct cell types differing in their structure, distribution, and functions in the adult rat epididymis. *J. Androl.*, 17 : 208–222.
- **Adamali H.I., Somani I.H., Huang J.Q., Gravel R.A., Trasler J.M. et Hermo L. (1999).** II. Characterization and development of the regional- and cellular-specific abnormalities in the epididymis of mice with beta-hexosaminidase deficiency. *J. Androl.* 20: 803-824.
- **Aissaoui A.B., El Amrani A., Zantar S. et Toukour L. (2018).** Activité Acaricide Des Huiles Essentielles Du *Mentha Pulegium*, *Origanum Compactum* Et *Thymus Capitatus* Sur L'acarien Phytophage *Tetranychus Urticae* Koch(Acari:Tetranychidae). *Eur. Sci. J.* Vol.14(3) :118-139
- **Aitken R.J., Nixon B., Lin M., Koppers A.J., Lee Y.H. et Baker M.A. (2007).** Proteomic changes in mammalian spermatozoa during epididymal maturation. *Asian. J. Androl* 9: 554-564.
- **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.
- **Alvarino M.R. (1993).** Control de la reproducción en el conejo. 1er éd., *IRYDA*, mundiprensa : 137p.
- **Alvariño J.M.R. (2000).** Reproductive performance of male rabbits. *In: Proc. 7th World Rabbit Congr.*, Valencia Jul., vol. A, 13-35.
- **Amman R.P. (1993).** Physiology and Endocrinology. *In: Mc KINNON AO, VOSS JL (eds), Equine Rep, 1ed., Lea et Febigereds.*, Philadelphia: 1137-1154 5.

## Références bibliographiques

---

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

### B

- **Badran H.H. et Hermo L. (2002).** Expression and regulation of aquaporins 1, 8 and 9 in the testis, efferent ducts, and epididymis of adult rats and during postnatal development. *J. of andrology*, vol.23, pp: 358-373.
- **Barone R., Pavaux C., Blin P.C. et Cuq P. (1973).** Atlas d'anatomie du lapin, Masson éd, Paris, 220 p.
- **Barone R. (1978).** Anatomie comparée des Mammifères domestiques : Tome 3 : Splanchnologie 2: Appareil uro-génital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale. *Vigot*. Paris, 896p.
- **Barone R. (1984).** Anatomie comparée des Mammifères domestiques : Tome 3: Splanchnologie 1: Appareils digestif et respiratoire. *Vigot*, 896p.
- **Barone R. (2001).** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4 : splanchnologie II. *Ed. Vigot Frères*, 241-516.
- **Bashandy A.E. (2007).** Effects of Nigella Sativa on Male Fertility in Normal and Hyperlipidemic Rats :3-7
- **BellDJ and Mitchell S. (1984).** Effects of female urine on growth and sexual maturation in male rabbits. *J. of Rep*
- **Beloued A., 1998 :** Plantes médicinales d'Algérie. Dép De Botanique A L'institut National agronomique d'El- Harrch-Algérie .P277 .
- **Beltram 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.
- **Benayad, N. (2008).** les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées .Université mohammed V-Agadir : 63 p.

## Références bibliographiques

---

- **Bencheikh, D. (2011).** Polyphenols and antioxidant properties of extracts from *Mentha pulegium*L. and *Matricaria camomilla*L., magister en biochimie., université ferhat abbes setif. 89 p.
- **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.
- **Berger M., Jean-Faucher C.H., De-Turckheim M., Veyssiere G., Blanc M.R., Poirier J.C. et Jean C. (1982).** Testosterone, luteinizing hormone (LH) and follicle stimulating hormone (FSH) in plasma rabbit from birth to adulthood. Correlation with sexual and behavioural development. *Acta Endocrinol.* 99: 459-465.
- **BOITI C. (2005).** Guidelines for the handling of rabbit bucks and semen. *World Rabbit Sci*, WRSA, UPV, 2003 : 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.
- **Botsoglou N.A., Christaki E., Florou-Paneri P., Giannenas I., Papageorgiou G. et Spais A.B. (2004).** Effect of a mixture of herbal essential oils or  $\alpha$ -tocopheryl acetate on performance parameters and oxidation of body lipid in broilers. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 34: 52-61.
- **Bouchikhi tani Z. (2010).** Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus*(Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles : 189p.
- **Bouguerra, A. (2012).** Etude des activités biologique de l'huile essentielle extraite des graines de *Faeniculum valugare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. Mémoire de Majister , Université Mentouri Constantine , 120 p.
- **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture chez le lapin. Edité par l'association française de cuniculture ; *Diffusion Lavoisier TEC et DOC* : 240p.
- **Bozkurt M., Küçükyılmaz K., Çatlı A.U. et Çınar M. (2009).** Effect of dietary mannan oligosaccharide 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., Küçükyılmaz K., Çatlı A.U., Özyıldız Z., Çınar M., Çabuk M. et Çöven F. (2012).** Influences of an essential oil mixture supplementation to corn versus wheat-based practical diets on growth, organ size, intestinal morphology and immune response of male and female broilers. *Ital. J. Anim. Sci.*, 11: 290-297.
- **Brambell F.W.R. (1944).** The reproduction of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*. *proc. zool. Soc. lond.* 114: 1-114.
- **Breton S. et Da Silva N. (2012).** Rôle de l'épididyme dans le contrôle de la fertilité mâle. *Med. Sci. Amer.* 1: 1-20.
- **Britan Aurore et Drevet J.R. (2016).** *Andrologie* 2006, 16 :197-227
- **Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. *Ed.Tech. & doc, Lavoisier.* Paris.

## C

- **CASTELLINI C. (2008).** Semen production and management of rabbit bucks. *Dept. Of Applied Biology, University of Perugia, Italy, 9thWorld Rabbit Congress-June: 10-13*
- **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.
- **Cohen J.P., Hoffer A.P. et Rosen S. (1976).** Carbonic anhydrase localization in the epididymis and testis of the rat: histo chemical and biochemical analysis. *Biol. Reprod.* 14: 505-517.
- **Cooper, T. G. (1998).** Interactions between epididymal secretions and spermatozoa. *J Reprod Fertil Suppl*, 53 : 119-136.
- **Cornwall G.A., Hsia N. (2003).** A new subgroup of the family 2 cystatins. *Mol. Cell. Endocrinol*,200: 1-8.
- **Curtis S. K. et Amann R.P. (1981).** Testicular development and establishment of spermatogenesis in Holstein bulls. *J. Anim. Sci.*, 53: 1645-1657.

### D

- **Dadoune J.P., Hadjisky P. et Vendrly J.P.S. (1990).** Histologie. *Ed. Méd. Sci. Flammarion*, France : 352-353.
- **Dadoune J.P., Hadjisky P., Siffroi J.P., Vendrely G. (2000).** In Histology : de la biologie à la clinique;2eme Edi chapitre 14 Appareil urinaire. Paris. *Méd. Sci. Flammarion* : 217-28.
- **Dadoune J.P et Demoulin A. (2001).** Structure et fonction du testicule in Thibault C. et Levasseur M.C. (2001). La reproduction chez les mammifères et chez l’homme. *Ed.INRA*, Paris : 256-289.
- **Delille L. (2007) :** Les plantes médicinales d’Algérie. *Berti Editions*, Alger : 240 p.
- **Dohle G.R., Smit M., Weber R.F. (2003).** Androgens and male fertility. *World J. Uro.* 121:341-345.
- **Dym M.R., Raj H.G.M., Lin Y.C., Chemes H.E., Kotitie N.J., Nayfeh S.N. et French F.S. (1979).** Is FSH required for maintenance of spermatogenesis in adult rats. *J. Reprod. Fertil.*Vol. 1 (26) : 175-181.

### E

- **El-Gaafary M.N. et Marai F.M. (1994).** Artificial insemination in rabbits. *Options Méditerranéennes. Série A.*
- **EL kalamouni. (2010).** Caractérisations chimiques d’extraits de plantes : 22-38.
- **Eurell J.N. et Frappier B.L. (2006).** Dellmann’s textbook of veterinary histology. *Blackwell Pub. Ames. Iowa.*

### F

- **Fawcett D.W. (1975).** Le spermatozoïde mammifère. *Biologie du développement*, 44 (2),394-436.
- **Frend R., Bogerd J., França L. et Vilela D.A.R. (1973).** La fonction reproductive masculine. *Organisation de la Santé*, Genève, vol. 520 : 6-11.
- **Finzi A., Daader A., Yamani K., Soliman A. et Askar A. (2000).** Influence of chronique high relative humidity on semen quality of hot stressed bucks. *7th world Rabbit congress.*

## Références bibliographiques

---

- **Flickinger C.J., Howards S.S. and English H.F. (1978).** Ultrastructural differences in efferent ducts and several regions of the epididymis of the hamster. *Am. J. Anat*, 152 : 557-585.
- **Fortun-Lamothe L., Teau-Clément M., Combes S., Allain D., Lebas F., Le Normand B., Gidenne T., 2015.** Chapitre 2 : physiologie .in Gidenne T., le lapin : de la biologie à l'élevage, édition Quae Versailles, France, 39-83 )
- **Frolich A. (1948).** Some factors affecting semen production in rabbits. *Primo. Congo Intern. Physiopat. H. Iprod. Animal Fecond. Artif.* Milano.

## G

- **Gaddum P. (1968).** Maturation du sperme dans l'appareil reproducteur masculin: developement de la motilité. Le dossier anatomique, vol. 161:471-482.
- **Gamisans J. et Jeanmonod D. (1993).** Catalogue des plantes vasculaires de la Corse, secondes édition, *Edition des conservatoires et jardins botaniques de la ville de Genève*, Chambésy, 1993.
- **García-Tomas M., Sanchez J., Rafel O., Ramon J. et Piles M. (2007).** Développement sexuel post-natal chez le lapin : profils de croissance et de développement du testicule et l'épididyme dans deux lignées. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, *Le Mans*, France : 49-52.
- **Garcia-Tomas M., S´anchez J. et Piles M. (2009).** Post-natal sexual development of testis and epididymis in the rabbit: Variability and relationships among macroscopic and microscopic markers. *Animal Repr Sci*, 110: 347–355.
- **Gayrard V. (2007).** Physiologie de la reproduction des mammiferes. Thèse de Doctrat, Ecole vétérinaire de Toulouse : 198 p
- **G Gerenucci, M., Modesto, L., Valessandra carrara, V., Alves magalhães, S. (2014).** Full Length Research Paper Maternal exposure to aqueous extract of *Mentha pulegium* L. inducing toxicity to embryo development in rats . 6p.
- **Gidenne T. (2015).** Le lapin de la biologie à l'élevage. *Edition Quae*. France : 269p .
- **Girouard J. (2009).** Rôle des domaines membranaires rafts dans le transfert et la compartimentation des protéines impliquées dans la maturation épидидymaire des spermatozoïdes bovins. Thèse de Doctorat en physiologie-endocrinologie. Département d'obstétrique et gynécologie faculté de médecine université laval. Québec.
- **Glover T.D. et Nicander L. (1971).** Some aspects of structure and function in the mammalian epididymis.

- **Guignard J. L. et Dupont F. (2004).** Botanique: Systématique moléculaire. 13<sup>ème</sup> éd. Masson : 237p.

### H

- **Hamilton D.W. (1990).** Anatomy of mammalian male accessory reproductive organs. In Marshall's Physiology of Reproduction, reproductive in the Male. Ed. GE Lamming. Churchill Livingstone, Edinburgh. 2: 691-746.
- **Haeri S., Minaie B., Gholamreza A., Shekoufeh N., Khorasani R., Esmaily H., Salehnia A. et Abdollahi M. (2006).** Effect of *Satureja khuzestanica* essential oil on male rat fertility. Elsevier. Fitoterapia, 77 : 495-499.
- **Hazard J. et Perlemuter L. (2000).** Endocrinologie, Abrégé. Edition Masson. Paris: 363-375.
- **Hermo L., Robaire B. (1988).** Morphological changes in the testis and epididymis of rats treated with cyclophosphamide: a quantitative approach. *Biol. Reprod.* 38: 463-479.
- **Hermo L., Adamali H. I. et Andonian S. (2000).** Immunolocalization of CA II and H<sup>+</sup> V-ATPase in epithelial cells of the mouse and rat epididymis. *J. Androl.* 21: 376-391.
- **Hermo L. et Robaire B. (2002).** Epididymal cell types and their functions. In: Robaire B., Hinton B.T. The epididymis: From Molecules to Clinical Practice. *Kluwer Academic/Plenum Publishers*, New York: 81-102.
- **Hinton B.T. et Palladino M.A. (1995).** Epididymal epithelium: its contribution to the formation of a luminal fluid microenvironment. *Microsc. Res. Tech.* 30 : 67-81.
- **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*, 9: 27-3.
- **Ho H.C. et Suarez S.S. (2001).** Hyperactivation of mammalian spermatozoa: function and régulation. *Reproduction* 722: 519-526.
- **Hoffer A.P., Hamilton D.W. et Fawcett D.W. (1973).** The ultrastructure of the principal cells and intraepithelial leucocytes in the initial segment of the rat epididymis. *Anat. Rec.* 175: 169-201.
- **Holtz W. et Foote R.H. (1978).** The Anatomy of the reproductive system in male Dutch Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) with special emphasis on the accessory sex glands. *J. Morph.* 58: 1-20.

## Références bibliographiques

---

- **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.60p.

### J

- **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.
- **Johnston D.S., Jelinsky S.A., Bang H.J., DiCandeloro P., Wilson E., Kopf G. S. et Turner T.T. (2005).** The mouse epididymal transcriptome: transcriptional profiling of segmental gene expression in the epididymis. *Biol. Reprod*, 73: 404-413.
- **Joly T. et Theau-clément M. (2000).** Reproduction et physiologie de la reproduction. 7ème Congrès mondial de cuniculture. A.S.F.C. 5 Décembre 2000 - Valencia "Ombres et Lumières" : 19-24.
- **Jones, R., Hamilton, D. W., and Fawcett, D. W. (1979).** Morphology of the epithelium of the extratesticular rete testis, ductuliefferentes and ductus epididymidis of the adult male rabbit. *Am J Anat*,156 : 373-400.
- **Junqueira L.C. et Carneiro J. (2007).** Basic histology.11th ed. Copyright © The Mc Grow hill companies.

### K

- **Kasa I.W. et Thwaites C.J. (1992).** Semen quality in bucks exposed to 34°C for 8h on either 1 or 5 days. *J. App. Rabbit Res*, vol 15 : 500-568.
- **Kirchhoff C. (1999).** Gene expression in the epididymis. *Int Rev Cytol* ,188 : 133-202.

### L

- **Lahrech K. (2010).** Extraction et analyse des huiles essentielles de *Mentha pulgium* 1. Et de saccocalyx satureiode, tests d'activités antibacteriennes et antifongiques, thèse ,université d'Oran Es-Senia, Oran,2010

## Références bibliographiques

---

- **Lakabi L. (2017).** Étude du développement postnatal des structures testiculaire et épидидymaire du lapin mâle de la population blanche et qualité de la semence. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou : 161.
- **Lebas F., Coudert P., Rouvier R. et De Rochambeau H. (1984).** Le lapin : élevage et pathologie. *F.A.O. éd. Rome* : 298 p.
- **Lebas F., Coudert P. et De Rochambeau H. (1990).** Le lapin: élevage et pathologie. *Collection F.A.O : producton et santé animal* : 1-210.
- **Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H. et Thébault R.G. (1996).** Le lapin, élevage et pathologie (nouvelle édition révisée). *FAO éditeur, Rome* : 227.
- **Lebas F. (2009).** Biologie du lapin. Sous chapitre 7.2. Reproduction du mâle. <http://www.cuniculture.info/docs/indexbiol.htm>. (accès 03/2009).
- **Le Moigne A. et Foucrier J. (2009).** Biologie du développement. *7ème Edi. DUNOD Inc.* Paris : 200 p.
- **Lesson TS et Lesson RC. (1976).** Histologie. *Masson.* Barcelone Milan: 388- 403. Luminal content. *Biol Reprod*, 61 : 705-714.
- **Lin T., Calkins J.K., Morris P.L., Vale W. et Bardin C.W. (1989).** Regulation of Leydig cell function in primary culture by inhibin and activin. *Endocrinology*,125(4): 2134-2140.
- **Little T.V. et Holyoak G. (1992).** Reproductive anatomy and physiology of the stallion. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 8 (1): 1-29.
- **Luzi F., Meartens L., Mijten P., et Pizzi F. (1996).** Effect of feeding level and dietary protein content on libido and semen characteristics of bucks. *6th World Rabbit Congress.* Toulouse (France).

## M

- **Mandal D.K., Singh K. et Tyagi S. (2004).** Age related changes in body size and gonadal development of growing Frieswal bulls. *Indian J. Anim. Sci.* 74 (1): 31-34.
- **Marie Saint-Dizier, Sylvie, Chastant-Maillard (2014).** La reproduction animale et humaine 2. Vol 1(1) :185p.
- **Marieb N.E. (1999).** Anatomie et physiologie humaines. *2ème éd. De Boeck.* Université p.1194.

## Références bibliographiques

---

- **Marieb N.E. (2006).** Anatomie et physiologie humaines. *6ème éd. nouveau pédagogique* : 1096.
- **Marieb E.N (2008).** Biologie humaine : Principe d'anatomie et de physiologie. *Edition Pearson / Education (8ème édition)* : 571-578 p.
- **Marotti M., Piccaglia R.et Giovanelli E. (1994).** Effects of planting time and mineral fertilization on Peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil composition and its biological activity, *Flavour and Fragrance J.*, 9: 125-129.
- **Marthin H. J. et Barry J. E. (2001).** Reproduction. *De Boeck*, Paris : 298p.
- **Martinet L. (1973).** Quelques aspects de la physiologie de la reproduction du lapin. Conférence, Session ITAVI Toulouse.
- **Martinet T. (1978).** Physiologie de la reproduction du lapin. *Journée d'études CNRS-INRA* ,Orléans, France.
- **Martinez-Garcia F., Regadera J., Cobo P., Palacios J., Paniagua R. et Nistal M. (1995).** The apical mitochondria-rich cells of the mammalian epididymis. *Andr.* 27: 195-206.
- **Micheline M., BernardV., 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 male adulte. Thèse de doctorat : Endocrinologie et interactions cellulaire ,.Université de Paris-Sud .Faculté de médecine(Le Kremlin-Bicêtre,Val-de-Marne),p.121-154.
- **Micol D., Robelin J.et Geay Y. (1993).** Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscle chez les bovins en croissance et a l'engrais. *INRA Production Animale.* Vol 6 (1) :61-69.
- **Migaud M., Dardente H., Keller M., Batallier M., Meurisse M., Pillon D., PRC., CNRS., IFCE.et INRA. (2016).** Contrôle neuroendocrinien de la reproduction chez les mammifères. Université de Tours, 37380, Nouzilly, France.
- **Moore H.P.et Kelly R.B. (1985).** Secretary protein targeting in a pituitary cell line: differential transport of foreign secretary proteins to distinct secretary pathways. *J. Cell. Biol.*, vol 101:1773-1781
- **Morakinyo A O., Adeniyi OS.et AriKawe AP. (2008).** Effects of Zingiber Officinale on reproductive functions in the male rat. *J. biomedical. Resh*, Vol II: 329-334.
- **Mukai C. et Okuno M. (2004).** Glycolysis plays a major role for adenosine triphosphate supplementation in mouse sperm flagellar movement. *Biol. Reprod* , 71 : 540-547.

## Références bibliographiques

---

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

### N

- **Nantia EA., Moundipa P. F., Beboy NS., Mousees TK. 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.
- **Nessah S. et Zaatari S. (2018).** Etude des effets des deux huiles essentielles (Sauge Officinale et Romarin à verbénone) sur les structures gonadiques (testiculaire et épидидymaires) les lapins mâles pubère et pré pubère. Mémoire de master en biologie et physiologie de la reproduction, université Mouloud Mammeri, Algérie.
- **Noblanc A., Kocer A., et Drevet J., 2012.** Protection post-testiculaire des gamètes mâles contre les dommages radicalaires. *Médecine Science*, 28 :519-525.

### O

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

### P

- **Piles M., Gianola D., Varona L. et Blasco A. (2003).** Bayesian inference about parameters of a longitudinal trajectory when selection operates on a correlated trait. *J. Anim. Sci* 81 :2714-24.
- **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.
- **Pollanen P. et Cooper T.G. (1994).** Immunology of the testicular excurrent ducts. *J Reprod. Immunol.* 26 :167-216

### Q

- **Quezel P. et Santa S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. *Ed. CNRS*, Paris

### R

- **Ramé., Alain., Sylvie T. et Héron N. (2007).** Anatomie et physiologie. *Elsevier Masson SAS*. Paris : 592 p.
- **Ramos A.S., J.r. et Dym M. (1977).** Fine structure of the monkey epididymis. *Am J Anat* 149 :501-531.
- **REJRAJI H., et DREVET R. (2004).** Sécrétions apocrines dans le tractus génital mâle : Rôles potentiels dans la maturation des gamètes. *Andrologie* 2004, 14, N°22-33.
- **Robaire B. et L. Hermo. (1988).** Efferent ducts, epididymis, and vas deferens : structure, functions, and their regulation. *In E. Knobil et J. Neill (éd.). The physiology of Reproduction.* New York : Raven Press Ltd : 999-1080.
- **Robaire B., et Viger R.S. (1995).** Regulation of epididymal epithelial cell functions. *Biol.Reprod* 52 : 226-236.
- **Robaire B. Et Hermo L. (2002).** Epididymal cell types and their functions. In: Robaire B., Hinton B.T. *The epididymis: From Molecules to Clinical Practice.* Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York: 81-102.
- **Robaire B., Hinton B.T. et Orgebin-Crist M.C. (2006).** The epididymis. *In: Neill J.D. (ed.) Physiol. of Reprod. Third.Edition.* New York: Elsevier: 1071-1148.
- **Robert C. et Vincent P. (1995).** Biologie Physiologie Humaine. *Edition Vuibert*, Paris : 700p.
- **Roger T. (2002).** Anatomie comparée des Animaux de Laboratoire.- Lyon : *ENV* : 20.
- **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. Productions animales*, vol.1992 :45-47.
- **Rowley M.J., Teshima F. et Heller C.G. (1970).** Duration of transit of spermatozoad through the human male ductular system. *Fertil. Steril.* 21 : 390-396.

### S

- **Sabbagh M. (1983).** Étude de la sexualité et de la reproduction du lapin domestique *Oryctolagus cuniculus* à des températures élevées en corrélation avec la régulation thermique, le comportement alimentaire et le fonctionnement thyroïdien et surrénalien en période d'adaptation au stress thermique. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université de DAKAR, Ecole inter-états des Sciences et Vétérinaires. Pp 113.
- **Saez J.M. (1994).** Leydig cells: endocrine, paracrine, and autocrine regulation. *Endocr. Rev* 15 (5) :547-626.
- **Salhab S.A., Zarkawi M., Wardeh M.F., Al-Masri M.R. et Kassem R. (2001).** Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, body weight and parental size in growing ram lambs. *Small Ruminant Res.* 40: 187-191.
- **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, Sep:* 681-693.
- **Schinckel A., Johnson R.K., Pumfrey R.A. et Zimmerman D.R. (1983).** Testicular growth in boars of different genetic lines and its relationship to reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 56 (5):1065-76.
- **Schulz R.W., Menting S., Bogerd J., França L.R. et Vilela D.A.R. (2005).** Sertoli cell proliferation in the adult testis evidence from two fish species belonging to different orders. *Biology of reproduction*, vol. 73 (5) : 891-898.
- **Seiler P., Cooper T.G. et Nieschlag E. (2000).** Sperm number and condition affect the number of basal cells and their expression of macrophage antigen in the murine epididymis. *Int. J. Androl.* 23: 65-76
- **Serre V. et Robaire B. (1999).** Distribution of immune cells in the epididymis of the aging Brown Norway rat is segment-specific and related to the luminal content. *Biol. Reprod.* 61: 705-714.
- **Sherwood I. (2015).** Fundamentals of human physiology, 4th edition. De Boeck Supérieur, Belgique, 750 p.
- **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). *J. Reprod. Fert.* 14: 151-154.

## Références bibliographiques

---

- **Soranzo L., Dadoune J.P. et Fain-Maurel M.A. (1982).**Segmentation of the epididymal duct in mouse: an ultrastructural study. *Reprod. Nutr. Dev.* 22: 999-1012.
- **SOY A., SAHU R. et Rath S. (2016).** Histomorphological study of the effect of Mint on the testes of albino RATS. *J. of dental and medical Sci:* 32-35.sperm fertilizing ability. *Asian J Androl* 13, 11-17.
- **Sullivan R. (2004).** Male fertility markers, myth or reality. *Anim. Reprod. Sci.*, 83 : 341-347.
- **Sullivan, R., Saez, F., Girouard, J., and Frenette, G. 2005.**Role of exosomes in sperm maturation during the transit along the male reproductive tract.*Blood Cells Mol Dis.*

## T

- **Takano H. (1980).** Quantitative and qualitative histology and histogenesis of the mouse epididymis, with special emphasis on the regional difference (author's transl). *Kaibog. Zass.* 55 : 573-587.
- **Theau-Clement M. (1994).** Rôle de l'état physiologique de la lapine au moment de la mise à la reproduction sur la fécondation, *Journée de l'Association scientifique Française de cyniculture*, 20 janvier 1994, 38-49.
- **Theau-clemen M. (2005).** Préparation de la lapine à l'insémination : analyse bibliographique. *11ème journées de la recherche cynicole*, Paris (France), 9-30 novembre 2005, 67-82.
- **Theau-Clément M., Sanchez A., Duzert R., Saleil G. et Brun JM. (2009).** Etude de facteurs de variations de production spermatique chez le lapin. *13ème journée de la recherche cynicole*, 17-18 Novembre 2009, le Mans, France.
- **Thibault C. et Levasseur M.C. (2001).** La reproduction chez les mammifères et l'homme. *Nouvelle édition, éd. Ellipses* (Paris): 928.
- **Tilbrook A J., Clarke I J. (2001).** Negative feedback regulation of the secretion and actions of gonadotropin-releasing hormone in males. *Biology of reproduction*, volume 64, issue 3, 1 march 2001, Pages 735-742.
- **Tortora G. J., Grabowski S. R. et Parent J.C. (1995).** Biologie humaine Cytogénétique régulation-reproduction. *Edition CEC, collégial et universitaire*, 311- 322 p
- **Tortora G. et Derrickson B. (2007).** Introduction to the human body, the essentials of anatomy and physiology. New York: John Wiley and Sons.

## Références bibliographiques

---

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

### V

- **Vacheret N. (1999).** Histologie fonctionnelle des organes [en ligne]. Faculté de Médecine. Laennec. -Université Claude Bernard - Lyon 1 France : 1-4.
- **Veri J.P., Hermo L. et Robaire B. (1993).** Immunocytochemical localization of the Yf subunit of glutathione S-transferase P shows regional variation in the staining of epithelial cells of the testis, efferent ducts, and epididymis of the male rat. *J. Androl.*14: 23-44.
- **Vigueras-Villasenor R.M., Montelongo-Solís P., Chávez-Saldana M.D., Gutiérrez-Pérez O., Arteaga-Silva M. et Rojas-Castaneda J.C. (2013).** Postnatal testicular development in the Chinchilla rabbit. *Acta Histochemica* : 9.

### W

- **Wargo M.J. et Smith E.F. (2003).** Asymmetry of the central apparatus defines the location of active microtubule sliding in chlamydomonas flagella. *Proc Natl. Acad. Sci USA*, 100(1): 137-142.
- **Welsh U. (2002).** Précis d'histologie, cytologie, histologie, anatomie microscopique. tournai (Belgique). *Ed Médicinales Internationales* : 260p.
- **Wosnitzer M.S. et Paduch D.A. (2013).** Endocrinological issues and hormonal manipulation in children and men with Klinefelter syndrome. *Am. J. Med. Genet. C. Semin. Med. Genet.* 163. (1):16-26.
- **Wrobel K.H. (1990).** Male reproduction system. *In: Textbook of Veterinary Histology, 2éme Ed:* 226-243.

### Y

- **Yeung C.H., Sonnenberg-Riethmacher E. et Cooper T.G. (1998).** Receptor tyrosine kinase crosknock out mice as a model for the study of epididymal regulation of sperm function. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 53:137-147.

## Références bibliographiques

---

- **Ying S.Y. (1988).** Inhibins, activins, and follistatins: gonadal proteins modulating the secretion of folliclestimulating-hormone. *Endocrinology.Rev* vol. 9 : 267-293.
- **Young B., Heath J.W., Lowe J.et Stevens A. (2008).** Histologie fonctionnelle de Whaeter. De Boeck université : 467p.

## Z

- **Zargari A. (1990).** Herbal Medicines. Publication of Tehran University, Iran: 14-18

## Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer les effets de l'huile essentielle de la menthe pouliot sur les paramètres macroscopique (le poids corporel et le poids gonadique) et sur les paramètres microscopique structures histologique des gonades (testiculaires et épидидymaires) des lapins pré pubère (*Oryctolagus cuniculus*).

Notre étude est portée sur 16 lapins mâles âgés de 3 mois, répartis en 3 lots (dont un lot témoin et deux lots traités) deux doses par l'huile essentielle de la Menthe pouliot. Les animaux ont été pesés puis traités une seule fois par l'huile essentielle de la menthe pouliot. Après une semaine de traitement, les lapins ont été sacrifiés et leurs organes (testicules et épидидymes) ont été prélevés, dégraissés puis pesés, et leurs volumes ont été déterminés, puis les organes ont été fixés pour effectuer une étude histologique.

La présente étude sur les effets de la menthe pouliot sur les paramètres macroscopiques (poids vifs, poids total et volume) sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins, dont la dose 2 (400 µl/kg) présente des valeurs plus importantes que la dose 1 (200 µl/kg).

Sur le plan histologique, l'huile essentielle de la Menthe pouliot a induit aux niveaux testiculaires des lots traités l'apparition des spermatozoïdes allongés, qui sont plus fréquents chez les lapins traités par la dose 2 par rapport à ceux traités à la dose 1, par contre chez les témoins, la spermatogenèse est arrêtée au stade spermatozoïde ronds.

Au niveau épидидymaire, nous avons constaté la présence de nombreux stéréocils au niveau apical des cellules épithéliales et des sécrétions plus importantes au niveau de la lumière chez les traités par la dose 2.

**Mot clés :** Lapin prépubère, Testicule, Epididyme, Reproduction, Huile essentielle de la Menthe pouliot.

## Abstract

The objective of this study is to determine the effects of essential oil of pennyroyal on the macroscopic parameters (body weight and gonadal weight) and on the microscopic parameters histological structures of the gonads (testis and epididymis) of rabbits. pre pubescent (*Oryctolagus cuniculus*).

Our study was carried out on 16 male rabbits aged 3 months, divided into 3 batches including a control batch and two batch treated) two doses with the essential oil of pouliot mint. The animals were weighed and then treated only once with the essential oil pennyroyal. After one

week of treatment, the rabbits were sacrificed and their organs (testes and epididymis) were removed, defatted and then weighed, and their volumes were determined, then the organs were fixed for a histological study.

The present study on the effects of pennyroyal on the macroscopic parameters (live weight, total weight and volume) are higher in the rabbits treated by contribution to the controls, of which the dose 2 (400  $\mu$ l / kg) shows higher values. than dose 1 (200 $\mu$ l / kg).

Histologically, the essential oil of pennyroyal induced in the testicular levels of the treated batches the appearance of elongated spermatids, which are more frequent in rabbits treated with dose 2 compared to those treated with dose 1, on the other hand, in the witnesses, spermatogenesis is stopped at the round spermatid stage.

At the epididymal level, we observed the presence of numerous stereocilia at the apical level of the epithelial cells and of greater secretions at the level of the lumen in those treated with dose 2.

**Keywords:** Prepubere rabbit, Testicle, Epididymis, Reproduction, Essential oil pennyroyal.